

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4367383号
(P4367383)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年9月4日(2009.9.4)

(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 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 117/00 (2006.01)	B 6 2 D 117:00

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2005-200520 (P2005-200520)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年7月8日(2005.7.8)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2007-15608 (P2007-15608A)	(74) 代理人	110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所
(43) 公開日	平成19年1月25日(2007.1.25)	(72) 発明者	山下 正治 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成18年6月20日(2006.6.20)	(72) 発明者	藤田 修司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	佐々木 智洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の操舵アシスト装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、

前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が大きいとき、同操舵角が小さいときに比べて前記制御信号のゲインを大きくなる側に変更して、前記フィードバック制御における応答性が低いために発生する異音を減少させるゲイン変更手段とを設けたことを特徴とする車両の操舵アシスト装置。

【請求項2】

請求項1に記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記ゲイン制御部は、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に比例した制御信号、および前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差を積分した制御信号のうちの少なくともいずれか一方の制御信号のゲインを制御する車両の操舵アシスト装置。

【請求項3】

請求項 1 または 2 に記載した車両の操舵アシスト装置において、
前記電動モータの目標制御量は、前記電動モータに流される目標電流値であり、かつ
前記電動モータの実制御量は、電流センサによって検出される前記電動モータに流れて
いる実電流値である車両の操舵アシスト装置

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のうちのいずれか一つに記載した車両の操舵アシスト装置において、
さらに

操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、
車速を検出する車速検出手段と、

前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標制御量を決定する
目標制御量決定手段とを備えた車両の操舵アシスト装置。 10

【請求項 5】

操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータ
を有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に
従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置におい
て、

前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲ
インを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記
制御信号のゲインを第 1 のゲインから第 2 のゲインに変更するゲイン変更手段と、 20

操舵ハンドルの操舵速度を検出する操舵速度検出手段と、

前記操舵速度検出手段によって検出された操舵速度が所定操舵速度よりも小さいとき前
記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同検出された操舵速度が前記
所定操舵速度以上であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止す
るゲイン変更制御手段とを設けた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角および前記操舵速度検出手段によって検
出された操舵速度の変化に応じた、前記ゲイン変更手段および前記ゲイン変更制御手段に
よる制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせた車両の操舵アシ
スト装置。 30

【請求項 7】

操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータ
を有し、前記電動モータの実電流値をフィードバックして前記電動モータが目標電流値に
従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置におい
て、

操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標電流値を決定する
目標電流値決定手段であって、前記検出された車速の増加に従って減少する前記電動モ
ータの目標電流値を決定する目標電流値決定手段と、 40

前記電動モータの目標電流値と前記電動モータの実電流値との差に応じた制御信号のゲ
インを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記
制御信号のゲインを第 1 のゲインから第 2 のゲインに変更するゲイン変更手段と、

前記電動モータに流れる電流が所定電流よりも大きいとき前記ゲイン変更手段による制
御信号のゲインの変更を許容し、同電動モータに流れる電流が前記所定電流以下である
とき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを 50

設けた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角および前記電動モータに流れる電流の変化に応じた、前記ゲイン変更手段および前記ゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 9】

操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、

操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標制御量を決定する目標制御量決定手段と、

前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第 1 のゲインから第 2 のゲインに変更するゲイン変更手段と、

前記操舵トルク検出手段によって検出された操舵トルクの変化率に対する前記電動モータに流れる電流の変化率の比の値を電流変化率として検出する電流変化率検出手段と、

前記電流変化率検出手段によって検出された電流変化率が所定変化率よりも大きいとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同検出された電流変化率が前記所定変化率以下であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角および前記電流変化率検出手段によって検出された電流変化率の変化に応じた、前記ゲイン変更手段および前記ゲイン変更制御手段による制御信号の変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 11】

操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、

操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標制御量を決定する目標制御量決定手段と、

前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第 1 のゲインから第 2 のゲインに変更するゲイン変更手段と、

前記車速検出手段によって検出された車速が所定車速未満であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同車速が前記所定車速以上であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けた車両の操舵アシスト装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記操舵角検出手段によって検出された操舵角および前記車速検出手段によって検出された車速の変化に応じた、前記ゲイン変更手段および前記ゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせた車両の操舵アシスト装置

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし 1 2 のうちのいずれか一つに記載した車両の操舵アシスト装置において、

前記ゲイン変更手段は、前記操舵角に応じて変更された制御信号のゲインをローパスフィルタ処理するローパスフィルタ処理手段を含む車両の操舵アシスト装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対して、電動モータによるアシスト力を付与する車両の操舵アシスト装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、この種の操舵アシスト装置においては、下記特許文献 1 に示されているように、不必要な電動モータの駆動制御を防止するために、ラックバーがストロークエンド付近に達した状態では、電動モータに対する制御電圧を下げて、電動モータによるアシストトルクを減少させ、またはアシストトルクの付与を停止することは知られている。

20

【特許文献 1】特公平 6 - 4 4 1 7 号公報

【0003】

しかし、一般的に、操舵ハンドルを大きな操舵角に操舵している状態では、操舵ハンドルを回動操作するために大きな操舵トルクが必要とされ、上記従来技術のように、ラックバーがストロークエンド付近に達した状態で、電動モータによるアシストトルクを減少またはアシストトルクの付与を停止させてしまうと、運転者は操舵ハンドルの操舵操作に違和感を感じ、操舵フィーリングが悪化するという問題がある。本発明は、この操舵フィーリングの悪化を問題にするとともに、操舵ハンドルから操舵輪までの操舵機構部分における異音の発生を問題視したものである。

30

【0004】

一般的に、操舵ハンドルを大きく操舵している状態では、操舵アシスト力が大きいために、電動モータの出力トルクは大きくなり、また電動モータの電流の変化率も大きいので、電動モータの出力トルクの変動が大きい。したがって、この状態では、電動モータの出力トルクの応答性と操舵機構の作動応答性との差に起因して、操舵機構内に異音が発生し易くなる。より具体的には、通常の操舵角の範囲内において、電動モータの制御応答性を高くした状態で操舵機構に異音が発生しないように、操舵機構の特性に合わせて電動モータに対する制御がチューニングされている場合、操舵角が大きくなると、電動モータの出力トルクの大きな変動に対して、操舵機構の作動に過補償が生じて異音が発生する。逆に、通常の操舵角の範囲内において、電動モータの制御応答性を低くした状態で操舵機構に異音が発生しないように、操舵機構の特性に合わせて電動モータに対する制御がチューニングされている場合、操舵角が大きくなると、操舵機構の作動に対して電動モータの出力トルクの応答遅れが顕著になり、この場合も大きな異音が発生する。

40

【発明の開示】

【0005】

本発明は、上記問題に対処するためになされたもので、その目的は、操舵フィーリングを悪化させることなく、操舵機構による異音を抑制するようにした車両の操舵アシスト装置を提供することにある。

【0006】

50

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が大きいとき、同操舵角が小さいときに比べて前記制御信号のゲインを大きくする側に変更して、前記フィードバック制御における応答性が低いために発生する異音を減少させるゲイン変更手段とを設けたことにある。この場合、前記ゲイン制御部は、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に比例した制御信号、および前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差を積分した制御信号のうちの少なくともいずれか一方の制御信号のゲインを制御する。

10

【0008】

また、電動モータの目標制御量は、例えば電動モータに流される目標電流値であり、かつ電動モータの実制御量は、電流センサによって検出される電動モータに流れている実電流値である。さらに、車両の操舵アシスト装置において、操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、車速を検出する車速検出手段と、前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて電動モータの目標制御量を決定する目標制御量決定手段とを備え、電動モータの目標制御量が操舵トルクおよび車速に応じて決まるようにするとよい。

20

【0009】

上記のように構成した本発明の特徴においては、ゲイン変更手段が、操舵ハンドルの操舵角が大きいとき、同操舵角が小さいときに比べて制御信号のゲインを大きくする側に変更し、フィードバック制御における応答性が低いために発生する異音を減少させる。この制御信号のゲインの変更により、目標制御量を変更することなく、電動モータの実制御量を目標制御量に近づけるための制御量に変更され、電動モータの現在の状態から目標制御量に対応した状態への変化速度が、操舵角が大きくなって電動モータの出力トルクが大きくなったとき、速く制御されることになる。

【0010】

その結果、操舵角が大きくなっても、同操舵角の大きな状態時に必要とされる電動モータに対する制御量が確保されるので、操舵フィーリングが悪化することはない。また、操舵角に応じた制御信号のゲインの変更制御の結果、電動モータの出力トルクの応答性と操舵機構の応答性の差に起因した異音の発生を回避できる。具体的には、通常の操舵角の範囲内において、電動モータの制御応答性を低くした状態で操舵機構に異音が発生しないように、操舵機構の特性に合わせて電動モータに対する制御がチューニングされている場合、操舵角が大きくなると、電動モータへの制御信号の量が増加制御されて、電動モータの出力トルクが変動し易くなるので、操舵機構の作動に対して電動モータの出力トルクの応答遅れが回避され、異音の発生が抑制される。

30

【0011】

また、本発明の他の特徴は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第1のゲインから第2のゲインに変更するゲイン変更手段と、操舵ハンドルの操舵速度を検出する操舵速度検出手段と、前記操舵速度検出手段によって検出された操舵速度が所定操舵速度よりも小さいとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同検出された操舵速度が前記所定操舵速度以上であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの

40

50

変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けたことにある。

【 0 0 1 2 】

操舵角が大きい状態で操舵ハンドルが急操舵されると、急激な電圧（電流）上昇を必要とする場合があり、このような状態で、制御信号のゲインを切換えてしまうと、電動モータの制御応答性が過度に急変して、操舵機構における異音および不具合が発生する場合がある。しかし、前記本発明の他の特徴によれば、電動モータへの駆動電流の急激な変化が抑制されて、電動モータの急激な制御応答性の変化に伴う操舵機構における異音および不具合の発生が防止される。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の他の特徴は、操舵角検出手段によって検出された操舵角および操舵速度検出手段によって検出された操舵速度の変化に応じた、ゲイン変更手段およびゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせたことにある。これによれば、操舵角および操舵速度の変化に対して、制御信号のゲインの切換えの頻度が緩和される。その結果、制御信号のゲインの切換え、すなわち電動モータへの駆動電流の頻繁な切換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の他の特徴は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実電流値をフィードバックして前記電動モータが目標電流値に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、車速を検出する車速検出手段と、前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標電流値を決定する目標電流値決定手段であって、前記検出された車速の増加に従って減少する前記電動モータの目標電流値を決定する目標電流値決定手段と、前記電動モータの目標電流値と前記電動モータの実電流値との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第1のゲインから第2のゲインに変更するゲイン変更手段と、前記電動モータに流れる電流が所定電流よりも大きいとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同電動モータに流れる電流が前記所定電流以下であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けたことにある。この場合、電動モータに流れる電流として、目標電流値を用いてもよいし、実電流値を用いてもよい。

【 0 0 1 5 】

操舵ハンドルの操舵角が大きくても、電動モータに流れる電流が小さければ、制御信号のゲインは切換えられない。言い換えれば、操舵ハンドルの操舵角が大きくても、車速が高ければ、制御信号のゲインは切換えられない。その結果、操舵ハンドルが大きく操舵される車両の停止時または極低速時に合わせて、操舵機構から異音が発生しないように制御信号のゲインを設定しても、高速走行時には制御信号のゲインが切換えられることがなくなり、操舵フィーリングの悪化を防止できる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の他の特徴は、操舵角検出手段によって検出された操舵角および電動モータに流れる電流の変化に応じた、ゲイン変更手段およびゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせたことにある。これによれば、操舵角および電動モータに流れる電流値の変化に対して、制御信号のゲインの切換えの頻度が緩和される。その結果、制御信号のゲインの切換え、すなわち電動モータへの駆動電流の頻繁な切換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の他の特徴は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシ

スト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、車速を検出する車速検出手段と、前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標制御量を決定する目標制御量決定手段と、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第1のゲインから第2のゲインに変更するゲイン変更手段と、前記操舵トルク検出手段によって検出された操舵トルクの変化率に対する前記電動モータに流れる電流の変化率の比の値を電流変化率として検出する電流変化率検出手段と、前記電流変化率検出手段によって検出された電流変化率が所定変化率よりも大きいとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同検出された電流変化率が前記所定変化率以下であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けたことにある。この場合も、電動モータに流れる電流として、目標電流値を用いてもよいし、実電流値を用いてもよい。

10

【0018】

電流変化率は、必要なアシスト力に対する電動モータによって発生されるトルク変動の大きさ、すなわちその値の増加により異音が発生し易い状況を示している。そして、電流変化率が小さいときには、ゲイン変更手段による制御信号のゲインの切換えが禁止され、電流変化率が大きくなると前記制御信号のゲインの切り換えが許容される。その結果、異音が発生し易い状況下で、制御信号のゲインが切換えられ易くなるために、異音の低減と良好な操舵フィーリングの両立が可能となる。

20

【0019】

また、本発明の他の特徴は、操舵角検出手段によって検出された操舵角および電流変化率計算手段によって検出された電流変化率の変化に応じた、ゲイン変更手段およびゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせたことにある。これによれば、操舵角および電流変化率の変化に対して、制御信号のゲインの切換えの頻度が緩和される。その結果、制御信号のゲインの切換え、すなわち電動モータへの駆動電流の頻繁な切換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

30

【0020】

また、本発明の他の特徴は、操舵ハンドルの回動操作による操舵輪の操舵に対してアシスト力を付与する電動モータを有し、前記電動モータの実制御量をフィードバックして前記電動モータが目標制御量に従って作動するようにフィードバック制御するようにした車両の操舵アシスト装置において、操舵ハンドルに付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、車速を検出する車速検出手段と、前記検出された操舵トルクおよび車速に応じて前記電動モータの目標制御量を決定する目標制御量決定手段と、前記電動モータの目標制御量と前記電動モータの実制御量との差に応じた制御信号のゲインを制御して前記電動モータに供給するゲイン制御部と、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記操舵角検出手段によって検出された操舵角が所定操舵角よりも大きくなると、前記制御信号のゲインを第1のゲインから第2のゲインに変更するゲイン変更手段と、前記車速検出手段によって検出された車速が所定車速未満であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を許容し、同車速が前記所定車速以上であるとき前記ゲイン変更手段による制御信号のゲインの変更を禁止するゲイン変更制御手段とを設けたことにある。

40

【0021】

これによれば、操舵ハンドルの操舵角が大きくても、車速が高ければ、制御信号のゲインは切換えられない。その結果、操舵ハンドルが大きく操舵される車両の停止時または極低速時に合わせて、操舵機構から異音が発生しないように制御信号のゲインを設定しても

50

、高速走行時に制御信号のゲインが切換えられることなく、操舵フィーリングの悪化を防止できる。

【0022】

また、本発明の他の特徴は、操舵角検出手段によって検出された操舵角および車速検出手段によって検出された車速の変化に応じた、ゲイン変更手段およびゲイン変更制御手段による制御信号のゲインの変更制御に対して、ヒステリシス特性をもたせたことにある。これによれば、実操舵角および車速の変化に対して、制御信号のゲインの切換えの頻度が緩和される。その結果、制御信号のゲインの切換え、すなわち電動モータへの駆動電流の頻繁な切換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【0023】

さらに、本発明の他の特徴は、ゲイン変更手段が、操舵角に応じて変更された制御信号のゲインをローパスフィルタ処理するローパスフィルタ処理手段を含むことにある。これにより、変更された制御信号のゲインはなまされ、ゲイン変更手段によって制御信号のゲインが変更されても、電動モータによるアシスト力の応答特性は滑らかに変化するので、運転者は操舵ハンドルの回動操作に違和感を覚えなくなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明すると、図1は、本発明に係る操舵アシスト装置を含む車両の操舵装置の全体を示す概略図である。

【0025】

この車両の操舵装置は、操舵ハンドル11に上端を一体回転するように接続したステアリングシャフト12を備え、同シャフト12の下端にはピニオンギヤ13が一体回転するように接続されている。ピニオンギヤ13は、ラックバー14に形成されたラック歯と噛み合ってラックアンドピニオン機構を構成する。ラックバー14の両端には、図示しないタイロッドおよびナックルアームを介して左右前輪FW1, FW2が操舵可能に接続されている。左右前輪FW1, FW2は、ステアリングシャフト12の軸線回りの回転に伴うラックバー14の軸線方向の変位に応じて左右に操舵される。

【0026】

ラックバー14には、操舵アシスト用の電動モータ15が組み付けられている。電動モータ15は、ボールねじ機構16を介してラックバー14に動力伝達可能に接続されていて、その回転により左右前輪FW1, FW2の操舵をアシストする。ボールねじ機構16は、減速器および回転-直線変換器として機能するもので、電動モータ15の回転を減速するとともに直線運動に変換してラックバー14に伝達する。また、電動モータ15をラックバー14に組み付けるのに代えて、電動モータ15をステアリングシャフト12に組み付けて、電動モータ15の回転を減速器を介してステアリングシャフト12に伝達して同シャフト12を軸線周りに駆動するように構成してもよい。

【0027】

次に、電動モータ15の作動を制御する電気制御装置について説明する。電気制御装置は、操舵トルクセンサ21、操舵角センサ22および車速センサ23を備えている。操舵トルクセンサ21は、ステアリングシャフト12に組み付けられていて、操舵ハンドル11の回動操作によってステアリングシャフト12に作用する操舵トルクTを検出する。操舵トルクTは、正負の値により左右前輪FW1, FW2の右方向および左方向の操舵時における操舵トルクTの大きさをそれぞれ表す。また、操舵トルクセンサ21をステアリングシャフト12に組み付けるのに代え、ラックバー14に組み付けて、ラックバー14の軸線方向の歪み量から操舵トルクTをそれぞれ検出するようにしてもよい。

【0028】

操舵角センサ22は、ステアリングシャフト12に組み付けられて、同シャフト12の回転角を検出することにより操舵ハンドル11の実操舵角を検出する。実操舵角も、正負の値により操舵ハンドル11の右方向および左方向の操舵時における実操舵角の大きさをそれぞれ表す。また、操舵角センサ22をステアリングシャフト12に組み付ける

10

20

30

40

50

のに代え、ラックバー 14 に組み付けて、ラックバー 14 の軸線方向の変位量から実操舵角 をそれぞれ検出するようにしてもよい。さらに、電動モータ 15 の回転角も実操舵角 に比例しているので、電動モータ 15 の回転角から実操舵角 を検出するようにしてもよい。なお、この実操舵角 は左右前輪 F W 1 , F W 2 の操舵角に比例するもので、左右前輪 F W 1 , F W 2 の操舵角を採用しても同等である。車速センサ 23 は、車速 V を検出する。

【 0029 】

これらの操舵トルクセンサ 21、操舵角センサ 22 および車速センサ 23 は、電子制御ユニット 24 に接続されている。電子制御ユニット 24 は、CPU、ROM、RAM などからなるマイクロコンピュータを主要構成部品とし、後述する種々のコンピュータプログラム制御により、駆動回路 25 を介して電動モータ 15 を駆動制御する。駆動回路 25 は、電子制御ユニット 24 からの制御電圧値 E_o を入力して、同制御電圧値 E_o に比例した電流を電動モータ 15 に流すことにより、電動モータ 15 に制御電圧値 E_o に比例したアシストトルクを発生させる。駆動回路 25 内には電流センサ 25a が設けられており、電流センサ 25a は電動モータ 15 に流れる電流の大きさを表す実電流値 I を検出して電子制御ユニット 24 に供給する。

【 0030 】

以上が本発明に係る車両の操舵装置のハード構成例であるが、以下、各種制御例について順次説明する。これらの制御例においては、イグニッションスイッチの投入により、電子制御ユニット 24 内にて、CPU が ROM に記憶されたプログラムを実行することにより電動モータ 15 の回転を制御する。以下の各制御例の説明においては、この CPU によって実行されるプログラムを機能ブロック図により表している。

【 0031 】

a. 第 1 制御例

まず、第 1 制御例について図面を用いて詳しく説明すると、図 2 は、この第 1 制御例に係る電子制御ユニット 24 の機能ブロック図である。目標電流値決定部 B L 1 が、操舵トルクセンサ 21 および車速センサ 23 によってそれぞれ検出された操舵トルク T および車速 V を用いて目標電流値テーブルを参照し、操舵トルク T および車速 V に応じて変化する目標電流値 I^* を決定する。この目標電流値テーブルは、電子制御ユニット 24 内の ROM に予め記憶されており、図 3 に示すように、複数の代表的な車速値ごとに、操舵トルク T の増加に従って非線形増加する複数の目標電流値 I^* を記憶している。この目標電流値 I^* は、同一の操舵トルク T に対して、車速 V が低いほど大きい。なお、この目標電流値テーブルを利用するのに代えて、操舵トルク T および車速 V に応じて変化する目標電流値 I^* を関数により予め定義しておき、同関数を利用して目標電流値 I^* を計算するようにしてもよい。

【 0032 】

この決定された目標電流値 I^* は、電流偏差演算部 B L 2 に供給される。電流偏差演算部 B L 2 は、電流センサ 25a によって検出された実電流値 I も入力し、目標電流値 I^* から実電流値 I を減算することにより電流偏差 $\Delta I (= I^* - I)$ を計算して、積分演算部 B L 3 および P ゲイン制御部 B L 4 (すなわち比例項ゲイン制御部 B L 4) にそれぞれ供給する。積分演算部 B L 3 は、時間経過に従って変化する電流偏差 ΔI に積分演算を施して、I ゲイン制御部 B L 5 (すなわち積分項ゲイン制御部 B L 5) に供給する。

【 0033 】

一方、P I ゲイン設定部 B L 6 (すなわち比例・積分制御ゲイン設定部 B L 6) は、操舵角センサ 22 によって検出された実操舵角 を用いて、P ゲインテーブル (すなわち比例項ゲインテーブル) および I ゲインテーブル (すなわち積分項ゲインテーブル) を参照し、実操舵角 に応じて変化する P ゲイン K_p および I ゲイン K_i を設定する。これらの P ゲインテーブルおよび I ゲインテーブルは、電子制御ユニット 24 の ROM 内に予め設けられており、図 4 (A)(B) に示すように、実操舵角 の絶対値 $|\delta|$ が、所定の操舵角 δ_1 (例えば、500 度) 以下であるとき大きな値となり、所定の操舵角 δ_1 より大きいと

10

20

30

40

50

き小さな値となるPゲイン K_p およびIゲイン K_i を記憶している。なお、これらのPゲインテーブルおよびIゲインテーブルを利用するのに代えて、実操舵角 δ に応じて変化するPゲイン K_p およびIゲイン K_i を関数により予め定義しておき、同関数を利用してPゲイン K_p およびIゲイン K_i を計算するようにしてもよい。

【0034】

Pゲイン制御部BL4は、電流偏差演算部BL2から供給される電流偏差 I にPIゲイン設定部BL6から供給されるPゲイン K_p を乗算した比例制御値 $K_p \cdot I$ を加算部BL7に出力する。Iゲイン制御部BL4は、積分演算部BL3から供給される電流偏差積分値 I_{dt} にPIゲイン設定部BL6から供給されるIゲイン K_i を乗算した積分制御値 $K_i \cdot I_{dt}$ を加算部BL7に出力する。加算部BL7は、比例制御値 $K_p \cdot I$ と積分制御値 $K_i \cdot I_{dt}$ を加算して、加算結果 $K_p \cdot I + K_i \cdot I_{dt}$ を制御電圧値 E_o として駆動回路25に出力する。

10

【0035】

駆動回路25は、制御電圧値 E_o に比例した駆動電流を電動モータ15に流して、電動モータ15の回転をフィードバック制御する。したがって、電動モータ15は回転して、前記制御電圧値 E_o に比例した回転トルクを出力する。この電動モータ15の回転は、ボールねじ機構16に伝達され、ボールねじ機構16は電動モータ15の回転を減速するとともに直線運動に変換して、ラックバー14を軸線方向に駆動する。その結果、運転者による操舵ハンドル11の回動操作が電動モータ15によりアシストされ、左右前輪FW1, FW2は運転者による操舵力と電動モータ15によるアシスト力により操舵される。

20

【0036】

したがって、運転者は、電動モータ15によるアシスト力によってアシストされながら、操舵ハンドル11を回動操作できる。この場合、実操舵角 δ が大きくなっても、目標電流値 I^* に応じて電動モータ15は駆動制御され、実操舵角 δ の大きな状態時に必要される電動モータ15に対する制御量が確保されるので、操舵フィーリングが悪化することはない。また、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 以下であれば、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i は大きな値に設定される。なお、この大きな値に設定されたゲイン K_p, K_i を用いる結果、この第1制御例では、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 以内である限り、電動モータ15の制御応答性が高く保たれて、電動モータ15、ボールねじ機構16、ラックバー14などからなる操舵機構による異音の発生が抑制される。また、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が大きくなって所定の操舵角 δ_1 を越えると、フィードバックゲインであるゲイン K_p, K_i が小さな値に変更される。そして、小さなゲイン K_p, K_i によって電動モータ15をフィードバック制御する結果、制御電圧値 E_o の変動が大きくなっても、電動モータ15の出力トルクが変動し難くなるので、前記操舵機構の過補償に起因した異音の発生が抑制される。

30

【0037】

なお、前記第1制御例においては、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 を境に2値に変化するPゲイン K_p およびIゲイン K_i を記憶したPゲインテーブルおよびIゲインテーブルを利用した。しかし、これらのテーブルに代えて、図5(A)(B)に示すように、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 を挟んで増加するに従って、大きな値から小さな値に徐々に変化するPゲイン K_p およびIゲイン K_i を記憶したPゲインテーブルおよびIゲインテーブルを用いるようにしてもよい。これによれば、実操舵角 δ の変化に応じて滑らかに変化するPゲイン K_p およびIゲイン K_i を用いてフィードバック制御され、フィードバックゲインの切り換えが滑らかに行われるので、上記第1制御例に比べて、運転者は操舵ハンドル11の回動操作に対して違和感を覚えることがなくなる。

40

【0038】

また、前記第1制御例およびその変形例においては、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が大きくなると、同絶対値 $|\delta|$ が小さいときに比べて、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i が小さな値となるようにした。しかし、図6(A)(B)に示すように、実操舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 以下であるとき小さな値をなり、同絶対値 $|\delta|$ が所定の操舵角 δ_1 を

50

越えると大きな値となる P ゲイン K_p および I ゲイン K_i を記憶した P ゲインテーブルおよび I ゲインテーブルを用いるようにしてもよい。また、この変形例においても、図 7 (A) (B) に示すように、実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が所定の操舵角 θ_1 を挟んで増加するに従って、小さな値から大きな値に徐々に変化する P ゲイン K_p および I ゲイン K_i を記憶した P ゲインテーブルおよび I ゲインテーブルを用いるようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】

前記第 1 制御例の場合のように、電動モータ 15 の制御応答性が高く（すなわち周波数応答性が高く）、実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が大きくない状態で、電動モータ 15、ボールねじ機構 16 およびラックバー 14 からなる操舵機構に異音が発生しないように電動モータ 15 に対する制御がチューニングされていることがある。しかし、操舵アシスト装置 10 の中には、実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が大きくない範囲内において、電動モータ 15 の制御応答性を低くして（すなわち周波数応答性を低くして）前記操舵機構に異音が発生しないように、操舵機構の特性に合わせて電動モータ 15 に対する制御がチューニングされている場合もある。この場合には、実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が大きくなると、操舵機構の作動に対して電動モータ 15 の出力トルクの応答遅れが顕著になる傾向にある。しかし、前記変形例においては、実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が大きいときに、前記第 1 制御例とは逆に P ゲイン K_p および I ゲイン K_i が共に大きくなるので、電動モータ 15 の出力トルクの応答遅れが緩和されて、操舵機構内の異音の発生が抑制される。

【 0 0 4 0 】

さらに、上記実施形態においては、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の両方を用いて電動モータ 15 をフィードバック制御したが、これに代えて、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i のうちのいずれか一方のみを用いて電動モータ 15 をフィードバック制御するようにしてもよい。また、後述する他の制御例においても、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の両方を用いて電動モータ 15 をフィードバック制御するようにした例について説明するが、これらの他の制御例においても、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i のうちのいずれか一方のみを用いて電動モータ 15 をフィードバック制御するようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

b. 第 2 制御例

次に、第 2 制御例について説明すると、この第 2 制御例に係る電子制御ユニット 24 の機能ブロック図は図 8 に示されている。この図 8 の機能ブロック図は、図 2 の機能ブロック図に対して、P I ゲイン設定部 B L 6 の前段に操舵角判定部 B L 8 が追加されている。また、この図 8 の P I ゲイン設定部 B L 6 は前記図 2 の機能ブロック図の P I ゲイン設定部 B L 6 とは異なる機能を有するが、その他の部分に関しては図 2 の機能ブロック図の場合と同じであるので、前記第 1 制御例とは異なる部分についてのみ説明して、その他の部分に関しては説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

操舵角判定部 B L 8 は、図 9 のステップ S 10 ~ S 15 からなる操舵角判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行して、P ゲインおよび I ゲインの設定条件を決定するためのフラグ F L G を “ 0 ” または “ 1 ” に設定する。すなわち、操舵角判定部 B L 8 は、操舵角センサ 22 から実操舵角 θ を入力し、入力した実操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が所定の操舵角 θ_1 以下であればフラグ F L G を “ 0 ” に設定し、同絶対値 $|\theta|$ が所定の操舵角 θ_1 を越えるとフラグ F L G を “ 1 ” に設定する。

【 0 0 4 3 】

P I ゲイン設定部 B L 6 は、図 10 のステップ S 20 ~ S 24 からなる P I ゲイン設定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し、P ゲインマップおよび I ゲインマップをそれぞれ参照して、操舵角判定部 B L 8 によって設定されたフラグ F L G に応じて P ゲイン K_p および I ゲイン K_i を設定する。すなわち、P ゲインマップおよび I ゲインマップは図 11 に示されており、フラグ F L G が “ 0 ” であれば、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} に設定される。また、フラグ F L G が “ 1 ” であれば、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i は異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} に設定される。

【 0 0 4 4 】

PゲインマップおよびIゲインマップにおいては、電動モータ15の制御応答性が高く、実操舵角の絶対値| |が大きい状態で、電動モータ15、ボールねじ機構16およびラックバー14からなる操舵機構に異音が発生しないように電動モータ15に対する制御がチューニングされている場合には、上記図4(A)(B)のゲインテーブルと同様に、異音対応定数 $Kp2$ 、 $Ki2$ は通常定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ よりもそれぞれ小さな値に設定されている。一方、電動モータ15の制御応答性が低く、実操舵角の絶対値| |が大きい状態で、前記操舵機構に異音が発生しないように電動モータ15に対する制御がチューニングされている場合には、上記図6(A)(B)のゲインテーブルと同様に、異音対応定数 $Kp2$ 、 $Ki2$ は通常定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ よりもそれぞれ大きな値に設定されている。なお、後述する各制御例においても、これらの定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki2$ は用いられるようになっており、同各制御例においても、定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki2$ は前述のように設定されているものとする。

10

【 0 0 4 5 】

上記説明のように、この第2制御例においても、上記第1制御例の場合と同様に、実操舵角の絶対値| |が大きくなると、Pゲイン Kp およびIゲイン Ki は通常定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ から異音対応定数 $Kp2$ 、 $Ki2$ に切換えられる。したがって、この第2制御例によっても、上記第1制御例の場合と同様に、操舵フィーリングが実操舵角が変化しても常に良好に保たれるとともに、ボールねじ機構16およびラックバー14からなる操舵機構内の異音の発生が実操舵角が変化しても常に抑制される。

20

【 0 0 4 6 】

c. 第3制御例

次に、第3制御例について説明すると、この第3制御例に係る電子制御ユニット24の機能ブロック図は図12に示されている。この図12の機能ブロック図は、第2制御例に関する図8の機能ブロック図の操舵角判定部 $BL8$ が操舵速度演算部 $BL9$ およびゲイン変更条件判定部 $BL10$ に変更されている。PIゲイン設定部 $BL6$ を含む他の部分に関しては、図8の機能ブロック図の場合と同じであるので、前記第2制御例とは異なる部分についてのみ説明して、その他の部分に関しては説明を省略する。

【 0 0 4 7 】

操舵速度演算部 $BL9$ は、操舵角センサ22から入力した実操舵角を時間微分して、操舵ハンドル11の操舵速度（左右前輪 $FW1$ 、 $FW2$ の操舵速度および電動モータ15の回転速度と同等）を計算する。ゲイン変更条件判定部 $BL10$ は、図13のステップ $S30 \sim S36$ からなるゲイン変更条件判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行して、実操舵角および操舵速度に応じてフラグ FLG を“0”または“1”に設定する。すなわち、ゲイン変更条件判定部 $BL10$ は、操舵角センサ22から実操舵角を入力するとともに前記計算された操舵速度を入力し、入力した実操舵角の絶対値| |が所定の操舵角 θ_1 以下または入力した操舵速度の絶対値| |が所定の操舵速度 v_1 （例えば、 100 度/秒）以上であるとき、フラグ FLG を“0”に設定する。また、実操舵角の絶対値| |が所定の操舵角 θ_1 よりも大きく、かつ操舵速度の絶対値| |が所定の操舵速度 v_1 未満であるとき、フラグ FLG を“1”に設定する。

30

40

【 0 0 4 8 】

このような第3制御例においては、第2制御例によるPゲイン Kp およびIゲイン Ki の切換え制御に加えて、実操舵角の絶対値| |が所定の操舵角 θ_1 よりも大きくても、操舵速度の絶対値| |が所定の操舵速度 v_1 未満でない限り、Pゲイン Kp およびIゲイン Ki は通常定数 $Kp1$ 、 $Ki1$ から異音対応定数 $Kp2$ 、 $Ki2$ に切換えられない。その結果、操舵ハンドル11が大きく操舵されている状態でさらに急に操舵されても、電動モータ15の制御応答性が適切に制御され、操舵機構における異音および不具合の発生が防止される。

【 0 0 4 9 】

具体的には、電動モータ15の制御応答性が高く、実操舵角の絶対値| |が大きく

50

ない状態で、操舵機構に異音が発生しないように電動モータ15に対する制御がチューニングされている場合には、前記絶対値| |が大きい状態で操舵ハンドル11が速く操舵されると、急激な電圧（電流）変化を必要とする場合があり、電動モータ15の制御応答性が悪いと、操舵機構に異音および不具合が発生する場合がある。しかし、この第3制御例によれば、このような場合には、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i は通常定数 K_{p1} 、 K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} 、 K_{i2} に切換えられないので、すなわち高い値から低い値に切換えられないので、電動モータ15の制御応答性は以前の高い状態に保たれ、操舵機構における異音または不具合の発生が防止される。

【0050】

また、電動モータ15の制御応答性が低く、実操舵角の絶対値| |が大きくない状態で、操舵機構に異音が発生しないように電動モータ15に対する制御がチューニングされている場合には、前記絶対値| |が大きい状態で操舵ハンドル11が速く操舵されると、急激な電圧（電流）変化を必要とする場合があり、電動モータ15の制御応答性を急に高くすると、操舵機構の応答性とのずれにより異音が発生し、またシステム異常に至る場合がある。しかし、このような場合には、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i は通常定数 K_{p1} 、 K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} 、 K_{i2} に切換えられないので、すなわち低い値から高い値に切換えられないので、電動モータ15の制御応答性が急激に過度に高くなることなく、操舵機構における異音および不具合の発生が防止される。

【0051】

なお、この第3制御例において、実操舵角および操舵速度に応じたPゲイン K_p およびIゲイン K_i の変更制御に対してヒステリシス特性をもたせるように変形することも可能である。この変形例においては、ゲイン変更条件判定部BL10は、図13のゲイン変更条件判定プログラムに代えて、図14のゲイン変更条件判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。

【0052】

このゲイン変更条件判定プログラムにおいては、ゲイン変更条件判定部BL10は、ステップS40におけるプログラムの実行開始後、ステップS41にて実操舵角および操舵速度を入力する。そして、ステップS42～S46の処理によりエンド条件フラグEFLを実操舵角の変化に応じて“0”または“1”に設定する。すなわち、図15(A)に示すように、エンド条件フラグEFLが“0”に設定されている状態では、実操舵角の絶対値| |が所定の操舵角 θ_1 （例えば、500度）よりも大きくなったときに初めてエンド条件フラグEFLを“1”に変更する。一方、エンド条件フラグEFLが“1”に設定されている状態では、実操舵角の絶対値| |が前記操舵角 θ_1 よりも小さな所定の操舵角 θ_2 （例えば、490度）未満になったときに初めてエンド条件フラグEFLを“0”に変更する。

【0053】

また、ステップS48～S52の処理により操舵速度条件フラグVFLを操舵速度の変化に応じて“0”または“1”に設定する。すなわち、図15(B)に示すように、操舵速度条件フラグVFLが“0”に設定されている状態では、操舵速度の絶対値| |が所定の操舵速度 v_1 （例えば、100度/秒）未満になったときに初めて操舵速度条件フラグVFLを“1”に変更する。一方、操舵速度条件フラグVFLが“1”に設定されている状態では、操舵速度の絶対値| |が前記操舵速度 v_1 よりも大きな所定の操舵速度 v_2 （例えば、200度/秒）よりも大きくなったときに初めて操舵速度条件フラグVFLを“0”に変更する。

【0054】

そして、ステップS47、S53～S55の処理により、エンド条件フラグEFLが“0”であり、または操舵速度条件フラグVFLが“0”であるとき、フラグFLGを“0”に設定する。また、エンド条件フラグEFLが“1”であり、かつ操舵速度条件フラグVFLが“1”であるとき、フラグFLGを“1”に設定する。そして、PIゲイン設定部BL6は、前記第3制御例と同様にして、このフラグFLGに従ってPゲイン K_p およ

10

20

30

40

50

びIゲイン K_i を変更制御する。その結果、実操舵角 および操舵速度 の変化に応じたPゲイン K_p およびIゲイン K_i の変更制御に対してヒステリシス特性が付加される。

【0055】

この第3制御例の変形例によれば、実操舵角 および操舵速度 の変化に対して、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i の切換えの頻度が緩和される。その結果、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i の切換え、すなわち電動モータ15への駆動電流の頻繁な切り換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【0056】

d. 第4制御例

次に、第4制御例について説明すると、この第4制御例に係る電子制御ユニット24の機能ブロック図は図16に示されている。この図16の機能ブロック図は、第3制御例に関する図12の機能ブロック図の操舵速度演算部BL9を省略して、ゲイン変更条件判定部BL10には、操舵速度 に代えて電流センサ25aによって検出された電動モータ15に流れる実電流値Iが入力されている。その他の部分に関しては、図12の機能ブロック図の場合と同じであるので、前記第3制御例とは異なる部分についてのみ説明して、その他の部分に関しては説明を省略する。

【0057】

ゲイン変更条件判定部BL10は、図13のステップS31, S33の処理をステップS31a, S33aの処理に変更した図17のステップS30~S36からなるゲイン変更条件判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。ステップS31aにおいては、前記第3制御例の操舵速度 に代えて、電流センサ25aによって検出された実電流値Iを入力する。ステップS33aにおいては、実電流値Iの絶対値 $|I|$ が所定の電流値I1(例えば、30A)よりも大きいか否かを判定する。なお、この所定の電流値I1は、車速Vがほぼ10km/hである状態で、操舵ハンドル11が操舵角 ± 500 程度に操舵される際(Pゲイン K_p およびIゲイン K_i の切換えが行われる際)に電動モータ15に流れる電流値である。

【0058】

そして、この図17のゲイン変更条件判定プログラムの実行により、実操舵角 の絶対値 $| \quad |$ が所定の操舵角 1以下または実電流値Iの絶対値 $|I|$ が所定の電流値I1以下であるとき、フラグFLGを“0”に設定する。また、実操舵角 の絶対値 $| \quad |$ が所定の操舵角 1よりも大きく、かつ実電流値Iの絶対値 $|I|$ が所定の電流値I1よりも大きいとき、フラグFLGを“1”に設定する。

【0059】

このような第4制御例においては、第2制御例によるPゲイン K_p およびIゲイン K_i の切換え制御に加えて、実操舵角 の絶対値 $| \quad |$ が所定の操舵角 1より大きくても、実電流値Iの絶対値 $|I|$ が所定の電流値I1より大きくならない限り、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} に切換えられない。言い換えれば、実操舵角 の絶対値 $| \quad |$ が所定の操舵角 1程度になっても、車速Vが高ければ、実電流値Iの絶対値 $|I|$ は大きくならないので(図3参照)、Pゲイン K_p およびIゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} に切換えられない。その結果、操舵ハンドル11が大きく操舵される車両の停止時または極低速時に合わせて、操舵機構から異音が発生しないように通常定数 K_{p1} , K_{i1} および異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} を設定しても、高速走行時にPゲイン K_p およびIゲイン K_i が通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} に切換えられることがなくなり、操舵フィーリングの悪化を防止できる。

【0060】

なお、この第4制御例において、実操舵角 および実電流値Iに応じたPゲイン K_p およびIゲイン K_i の変更制御に対してヒステリシス特性をもたせるように変形することも可能である。この変形例においても、ゲイン変更条件判定部BL10は、図17のゲイン変更条件判定プログラムに代えて、図14のゲイン変更条件判定プログラムを変形したブ

10

20

30

40

50

プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 のゲイン変更条件判定プログラムを变形したプログラムにおいては、ステップ S 4 1 にて操舵速度 に代えて実電流値 I を入力するとともに、ステップ S 4 9 の判定処理を図 1 7 のステップ S 3 3 a の判定処理に変更する。また、ステップ S 5 0 の判定処理を、実電流値 I の絶対値 $|I|$ が所定の電流値 I1 よりも小さな所定の電流値 I2 未満であるかを判定する処理に変更して、実電流値 I の絶対値 $|I|$ が所定の電流値 I2 未満であればプログラムをステップ S 5 2 に進め、実電流値 I の絶対値 $|I|$ が所定の電流値 I2 以上であればプログラムをステップ S 5 3 に進めるようにすればよい。なお、この場合の上記操舵速度条件フラグ VFL は、電流条件フラグ VFL と読み替えるものとする。

10

【 0 0 6 2 】

その結果、この第 4 制御例の变形例によっても、実操舵角 および実電流値 I の変化に対して、P ゲイン Kp および I ゲイン Ki の切換えの頻度が緩和される。したがって、P ゲイン Kp および I ゲイン Ki の切換え、すなわち電動モータ 1 5 への駆動電流の頻繁な切り換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【 0 0 6 3 】

なお、前記第 4 実施形態およびその变形例においては、実電流値 I を P ゲイン Kp および I ゲイン Ki の切換えの制御に利用した。しかし、この実電流値 I は電動モータ 1 5 に流れる電流を表していればよく、目標電流値 I* と実電流値 I はほぼ等しいので、実電流値 I に代えて目標電流値 I* を利用するようにしてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

e . 第 5 制御例

次に、第 5 制御例について説明すると、この第 5 制御例に係る電子制御ユニット 2 4 の機能ブロック図は図 1 8 に示されている。この図 1 8 の機能ブロック図は、第 3 制御例に関する図 1 2 の機能ブロック図の操舵速度演算部 BL9 に代えて電流変化率計算部 BL11 を用い、ゲイン変更条件判定部 BL10 には、操舵速度 に代えて電流変化率計算部 BL11 によって計算された電流変化率 I_{rt} が入力されている。その他の部分に関しては、図 1 2 の機能ブロック図の場合と同じであるので、前記第 3 制御例とは異なる部分についてのみ説明して、その他の部分に関しては説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

電流変化率計算部 BL11 は、図 1 9 のステップ S 6 0 ~ S 6 5 からなる電流変化率計算プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行して、操舵トルク T の変化率に対する目標電流値 I* の変化率の比の値を電流変化率 I_{rt} として計算する。具体的には、ステップ S 6 1 にて、操舵トルクセンサ 2 1 によって検出された操舵トルク T および目標電流値決定部 BL1 によって決定された目標電流値 I* を入力する。次に、ステップ S 6 2 にて、今回処理時の操舵トルク T_{new} から前回処理時の操舵トルク T_{old} を減算し、減算結果 $T_{new} - T_{old}$ の絶対値 $|T_{new} - T_{old}|$ をトルク変化分 ΔT として計算する。次に、ステップ S 6 3 にて、今回処理時の目標電流値 I_{new}^* から前回処理時の目標電流値 I_{old}^* を減算し、減算結果 $I_{new}^* - I_{old}^*$ の絶対値 $|I_{new}^* - I_{old}^*|$ を目標電流値変化分 ΔI^* として計算する。そして、ステップ S 6 4 にて、目標電流値変化分 ΔI^* をトルク変化分 ΔT で除算して、電流変化率 I_{rt} を計算する。

30

40

【 0 0 6 6 】

ゲイン変更条件判定部 BL10 は、図 1 3 のステップ S 3 1 , S 3 3 の処理をステップ S 3 1 b , S 3 3 b の処理に変更した図 2 0 のステップ S 3 0 ~ S 3 6 からなるゲイン変更条件判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。ステップ S 3 1 b においては、前記第 3 制御例の操舵速度 に代えて、電流変化率計算部 BL11 によって計算された電流変化率 I_{rt} を入力する。ステップ S 3 3 b においては、電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt1} (例えば、200 A / Nm) よりも大きいかなかを判定する。

【 0 0 6 7 】

そして、この図 2 0 のゲイン変更条件判定プログラムの実行により、実操舵角 の絶対

50

値 $| \theta |$ が所定の操舵角 θ_1 以下または電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt1} 以下であるとき、フラグ FLG を “ 0 ” に設定する。また、実操舵角 θ の絶対値 $| \theta |$ が所定の操舵角 θ_1 よりも大きく、かつ電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt1} よりも大きいとき、フラグ FLG を “ 1 ” に設定する。

【 0 0 6 8 】

このような第 5 制御例においては、第 2 制御例による P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の切換え制御に加えて、実操舵角 θ の絶対値 $| \theta |$ が所定の操舵角 θ_1 より大きくても、電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt1} よりも大きくならない限り、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} に切換えられない。この電流変化率 I_{rt} は、必要なアシスト力に対する電動モータ 15 によって発生されるトルク変動の大きさ、すなわちその値の増加により異音が発生し易い状況を示している。そして、この電流変化率 I_{rt} が小さいときには、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} への切換えが禁止され、電流変化率 I_{rt} が大きくなると前記 P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の切り換えが許容される。その結果、異音が発生し易い状況下で、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i は通常定数 K_{p1} , K_{i1} から異音対応定数 K_{p2} , K_{i2} へ切換えられ易くなるための、異音の低減と良好な操舵フィーリングの両立が可能となる。

【 0 0 6 9 】

なお、この第 5 制御例において、実操舵角 θ および実電流値 I に応じた P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の変更制御に対してヒステリシス特性をもたせるように変形することも可能である。この変形例においても、ゲイン変更条件判定部 $BL10$ は、図 20 のゲイン変更条件判定プログラムに代えて、図 14 のゲイン変更条件判定プログラムを変形したプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。

【 0 0 7 0 】

図 14 のゲイン変更条件判定プログラムを変形したプログラムにおいては、ステップ $S41$ にて操舵速度 V に代えて電流変化率 I_{rt} を入力するとともに、ステップ $S49$ の判定処理を図 20 のステップ $S33b$ の判定処理に変更する。また、ステップ $S50$ の判定処理を、電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt1} よりも小さな所定の電流変化率 I_{rt2} 未満であるかを判定する処理に変更して、電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt2} 未満であればプログラムをステップ $S52$ に進め、電流変化率 I_{rt} が所定の電流変化率 I_{rt2} 以上であればプログラムをステップ $S53$ に進めるようにすればよい。なお、この場合の上記操舵速度条件フラグ VFL は、電流変化率条件フラグ VFL と読み替えるものとする。

【 0 0 7 1 】

その結果、この第 5 制御例の変形例によっても、実操舵角 θ および電流変化率 I_{rt} の変化に対して、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の切換の頻度が緩和される。したがって、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i の切換え、すなわち電動モータ 15 への駆動電流の頻繁な切り換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

【 0 0 7 2 】

なお、前記第 5 実施形態およびその変形例においては、目標電流値 I^* を電流変化率 I_{rt} の計算に利用した。しかし、この目標電流値 I^* は電動モータ 15 に流れる電流を表していればよく、目標電流値 I^* と実電流値 I はほぼ等しいので、目標電流値 I^* に代えて実電流値 I を利用するようにしてもよい。

【 0 0 7 3 】

f . 第 6 制御例

次に、第 6 制御例について説明すると、この第 6 制御例に係る電子制御ユニット 24 の機能ブロック図は図 21 に示されている。この図 21 の機能ブロック図は、第 3 制御例に関する図 12 の機能ブロック図の操舵速度演算部 $BL9$ を省略して、ゲイン変更条件判定部 $BL10$ には、操舵速度 V に代えて車速センサ 23 によって検出された車速 V が入力されている。その他の部分に関しては、図 12 の機能ブロック図の場合と同じであるので、前記第 3 制御例とは異なる部分についてのみ説明して、その他の部分に関しては説明を省

10

20

30

40

50

略する。

【 0 0 7 4 】

ゲイン変更条件判定部 B L 1 0 は、図 1 3 のステップ S 3 1 , S 3 3 の処理をステップ S 3 1 c , S 3 3 c の処理に変更した図 2 2 のステップ S 3 0 ~ S 3 6 からなるゲイン変更条件判定プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。ステップ S 3 1 c においては、前記第 3 制御例の操舵速度 に代えて、車速センサ 2 3 によって検出された車速 V を入力する。ステップ S 3 3 c においては、車速 V が所定の車速 V 1 (例えば、1 0 k m / h) よりも小さいか否かを判定する。

【 0 0 7 5 】

そして、この図 2 2 のゲイン変更条件判定プログラムの実行により、実操舵角 の絶対値 | | が所定の操舵角 1 以下または車速 V が所定の車速 V 1 以上であるとき、フラグ F L G を “ 0 ” に設定する。また、実操舵角 の絶対値 | | が所定の操舵角 1 よりも大きく、かつ車速 V が所定の車速 V 1 よりも小さいとき、フラグ F L G を “ 1 ” に設定する。

10

【 0 0 7 6 】

このような第 6 制御例においては、第 2 制御例による P ゲイン K p および I ゲイン K i の切換え制御に加えて、実操舵角 の絶対値 | | が所定の操舵角 1 より大きくても、車速 V が所定の車速 V 1 以下でない限り、P ゲイン K p および I ゲイン K i は通常定数 K p 1 , K i 1 から異音対応定数 K p 2 , K i 2 に切換えられない。その結果、操舵ハンドル 1 1 が大きく操舵される車両の停止時または極低速時に合わせて、操舵機構から異音が発生しないように通常定数 K p 1 , K i 1 および異音対応定数 K p 2 , K i 2 を設定しても、高速走行時に P ゲイン K p および I ゲイン K i が通常定数 K p 1 , K i 1 から異音対応定数 K p 2 , K i 2 に切換えられることなく、操舵フィーリングの悪化を防止できる。

20

【 0 0 7 7 】

なお、この第 6 制御例において、実操舵角 および車速 V に応じた P ゲイン K p および I ゲイン K i の変更制御に対してヒステリシス特性をもたせるように変形することも可能である。この変形例においても、ゲイン変更条件判定部 B L 1 0 は、図 2 2 のゲイン変更条件判定プログラムに代えて、図 1 4 のゲイン変更条件判定プログラムを変形したプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行する。

【 0 0 7 8 】

図 1 4 のゲイン変更条件判定プログラムを変形したプログラムにおいては、ステップ S 4 1 にて操舵速度 に代えて車速 V を入力するとともに、ステップ S 4 9 の判定処理を図 2 2 のステップ S 3 3 c の判定処理に変更する。また、ステップ S 5 0 の判定処理を、車速 V が所定の車速 V 1 よりも大きな所定の車速 V 2 (例えば、2 0 k m / h) よりも大きいかを判定する処理に変更して、車速 V が所定の車速 V 2 よりも大きければプログラムをステップ S 5 2 に進め、車速 V が所定の車速 V 2 以下であればプログラムをステップ S 5 3 に進めるようにすればよい。なお、この場合の上記操舵速度条件フラグ V F L は、車速条件フラグ V F L と読み替えるものとする。

30

【 0 0 7 9 】

その結果、この第 6 制御例の変形例によっても、実操舵角 および車速 V の変化に対して、P ゲイン K p および I ゲイン K i の切換の頻度が緩和される。したがって、P ゲイン K p および I ゲイン K i の切換え、すなわち電動モータ 1 5 への駆動電流の頻繁な切り換えが緩和されて、操舵機構における異音の発生がより良好に抑制される。

40

【 0 0 8 0 】

g . その他の変形例

上記実施形態のその他の変形例について図面を用いて説明すると、図 2 3 ないし図 2 8 は上記第 1 ないし第 6 制御例の変形例に係る機能ブロックを示している。これらの各機能ブロック図においては、図 2、図 8、図 1 2、図 1 6、図 1 8 および図 2 1 に示した第 1 ないし第 6 制御例の機能ブロックの各 P I ゲイン設定部 B L 6 の後段にローパスフィルタ処理部 B L 1 2 がそれぞれ接続されている。これらのローパスフィルタ処理部 B L 1 2 は

50

、P Iゲイン設定部 B L 6 に設定される P ゲイン K_p および I ゲイン K_i を順次入力して、入力したこれらの P ゲイン K_p および I ゲイン K_i にそれぞれローパスフィルタ処理を施して P ゲイン制御部 B L 4 および I ゲイン制御部 B L 5 にそれぞれ出力する。

【 0 0 8 1 】

これによれば、電流偏差 I およびその積分値 $I dt$ に乗算される P ゲイン K_p および I ゲイン K_i がなまされ、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i が切換えられても、制御電圧値 E_o が滑らかに変化するとともに電動モータ 1 5 に流れる駆動電流も滑らかに変化する。したがって、P ゲイン K_p および I ゲイン K_i が切換えられても、電動モータ 1 5 による操舵アシスト力は滑らかに変化し、運転者は操舵ハンドル 1 1 の回動操作に違和感を覚えなくなる。

10

【 0 0 8 2 】

さらに、本発明は上記実施形態およびその変形例に限定されることなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る操舵アシスト機能を有する車両の操舵装置の全体概略図である。

【 図 2 】本発明の第 1 制御例に係り、図 1 の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 3 】操舵トルクと、車速と、目標電流値との関係を示すグラフである。

【 図 4 】(A) は操舵角と P ゲインとの関係を示すグラフであり、(B) 操舵角と I ゲインとの関係を示すグラフである。

20

【 図 5 】(A) は操舵角と P ゲインとの他の関係例を示すグラフであり、(B) は操舵角と I ゲインとの他の関係例を示すグラフである。

【 図 6 】(A) は操舵角と P ゲインとのさらに他の関係例を示すグラフであり、(B) は操舵角と I ゲインとのさらに他の関係例を示すグラフである。

【 図 7 】(A) は操舵角と P ゲインとのさらに他の関係例を示すグラフであり、(B) は操舵角と I ゲインとのさらに他の関係例を示すグラフである。

【 図 8 】本発明の第 2 制御例に係り、図 1 の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 9 】図 8 の操舵角判定部にて実行される操舵角判定プログラムを示すフローチャートである。

30

【 図 1 0 】図 8 の P I ゲイン設定部にて実行される P I ゲイン設定プログラムを示すフローチャートである。

【 図 1 1 】P ゲインおよび I ゲインを記憶したメモリマップを説明するための図である。

【 図 1 2 】本発明の第 3 制御例に係り、図 1 の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 1 3 】図 1 2 のゲイン変更条件判定部にて実行されるゲイン変更条件判定プログラムを示すフローチャートである。

【 図 1 4 】図 1 2 のゲイン変更条件判定プログラムの変形例を示すフローチャートである。

【 図 1 5 】(A) は操舵角とエンド条件フラグとの関係を示すグラフであり、(B) は操舵速度と操舵速度条件フラグとの関係を示すグラフである。

40

【 図 1 6 】本発明の第 4 制御例に係り、図 1 の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 1 7 】図 1 6 のゲイン変更条件判定部にて実行されるゲイン変更条件判定プログラムを示すフローチャートである。

【 図 1 8 】本発明の第 5 制御例に係り、図 1 の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 1 9 】図 1 8 の電流変化率計算部にて実行される電流変化率計算プログラムを示すフローチャートである。

【 図 2 0 】図 1 8 のゲイン変更条件判定部にて実行されるゲイン変更条件判定プログラム

50

を示すフローチャートである。

【図 2 1】本発明の第 6 制御例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である

。【図 2 2】図 2 1 のゲイン変更条件判定部にて実行されるゲイン変更条件判定プログラムを示すフローチャートである。

【図 2 3】上記第 1 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 2 4】上記第 2 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 2 5】上記第 3 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

10

【図 2 6】上記第 4 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 2 7】上記第 5 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 2 8】上記第 6 制御例の変形例に係り、図1の電子制御ユニットの機能ブロック図である。

【符号の説明】

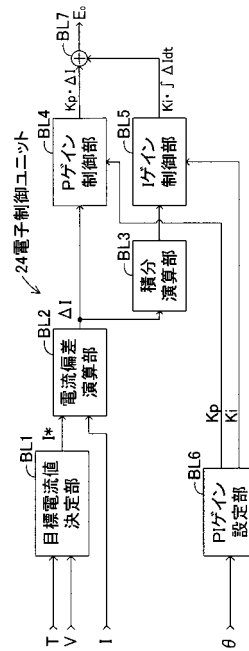
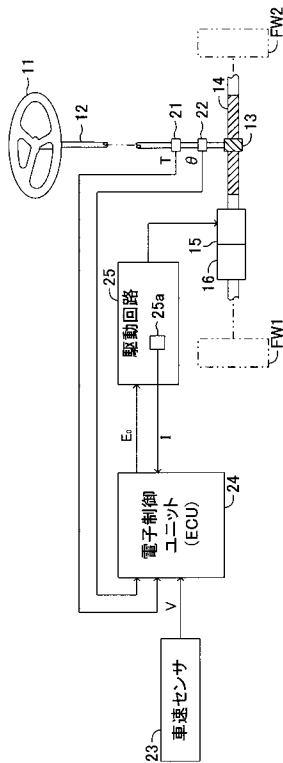
【 0 0 8 4 】

1 1 ... 操舵ハンドル、 1 2 ... ステアリングシャフト、 1 3 ... ピニオンギヤ、 1 4 ... ラックバー、 1 5 ... 電動モータ、 1 6 ... ボールねじ機構、 2 1 ... 操舵トルクセンサ、 2 2 ... 操舵角センサ、 2 3 ... 車速センサ、 2 4 ... 電子制御ユニット、 2 5 ... 駆動回路、 2 5 a ... 電流センサ

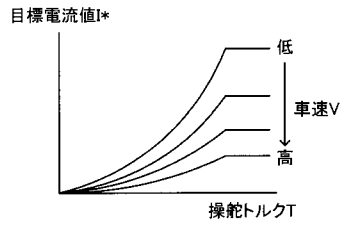
20

【図 1】

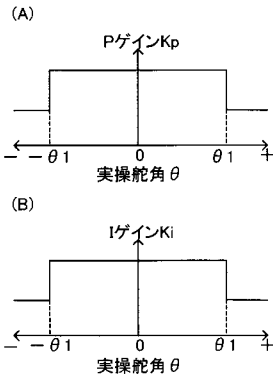
【図 2】



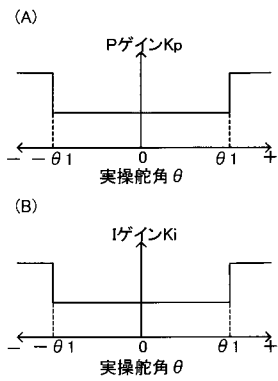
【図3】



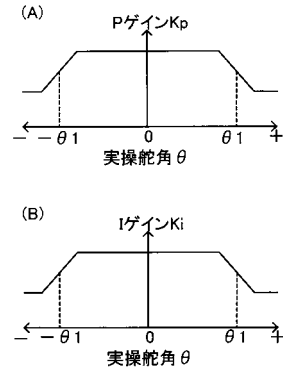
【図4】



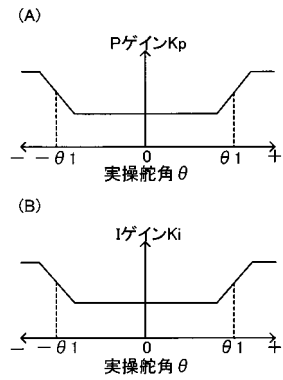
【図6】



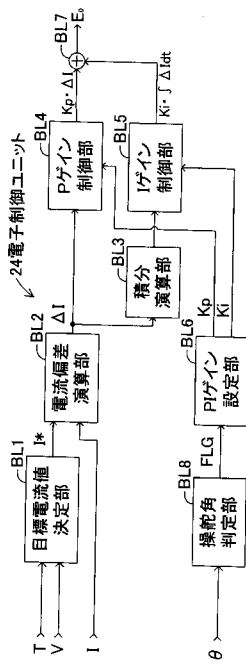
【図5】



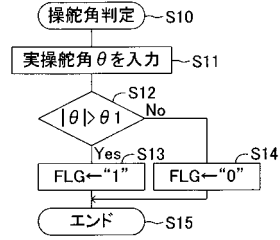
【図7】



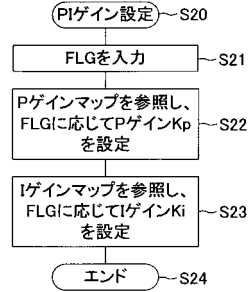
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

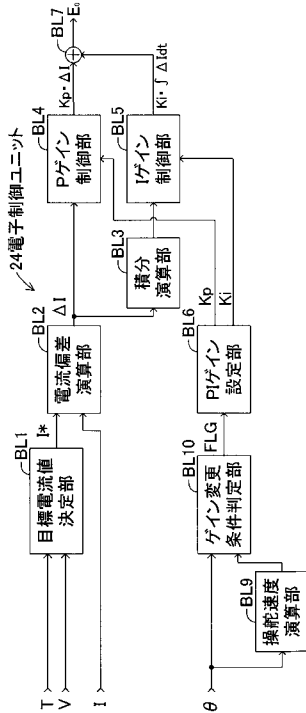


【 図 11 】

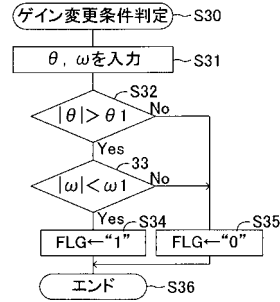
	FLG="0"	FLG="1"
Pゲイン	Kp1	Kp2
Iゲイン	Ki1	Ki2

↑ 通常定数 ↑ 異音対応定数

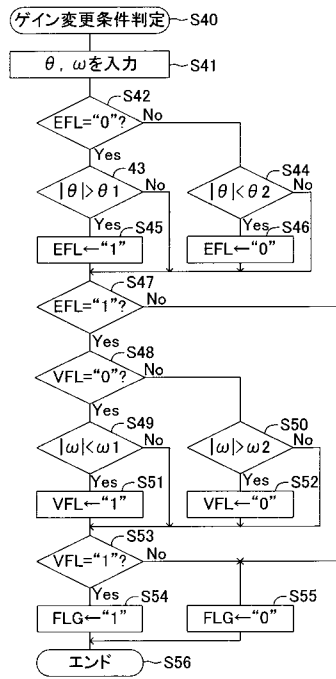
【 図 12 】



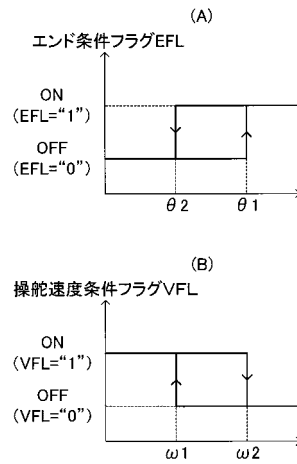
【 図 13 】



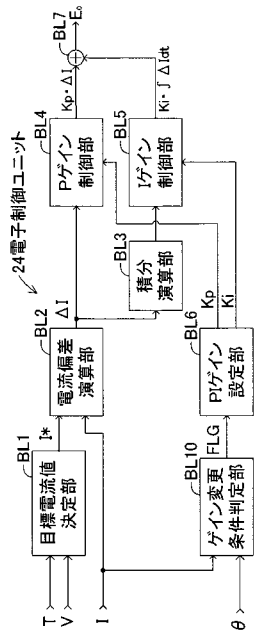
【図14】



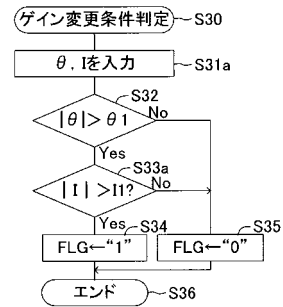
【図15】



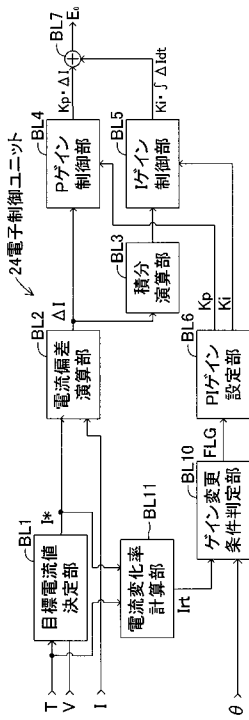
【図16】



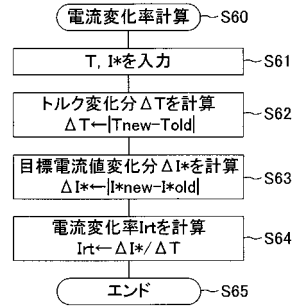
【図17】



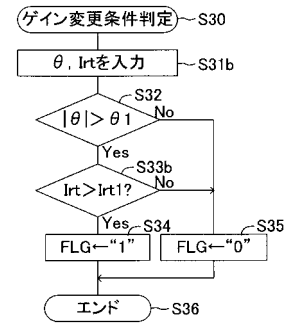
【図18】



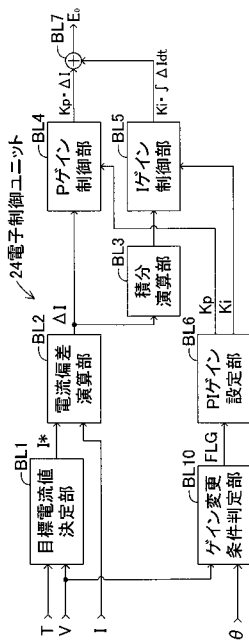
【図19】



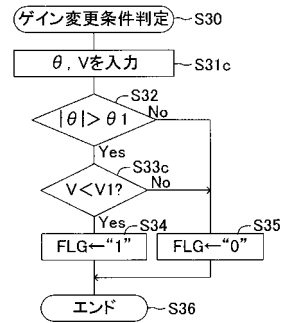
【図20】



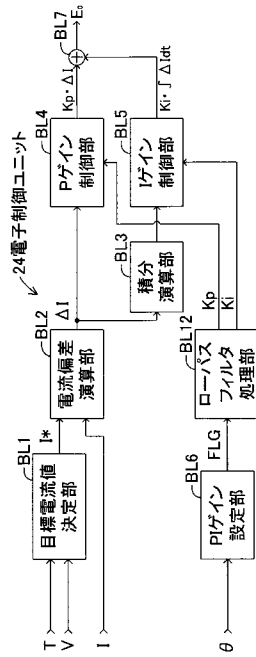
【図21】



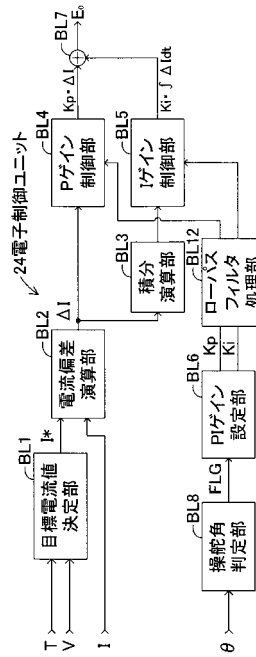
【図22】



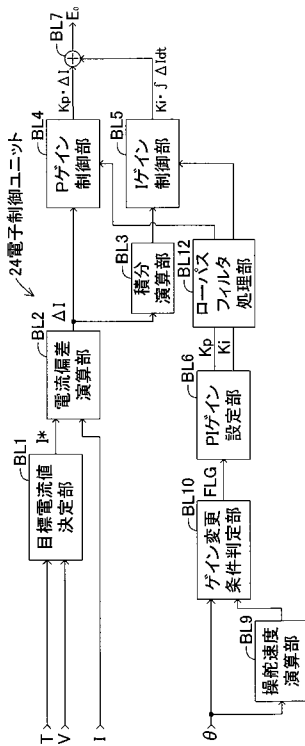
【 図 2 3 】



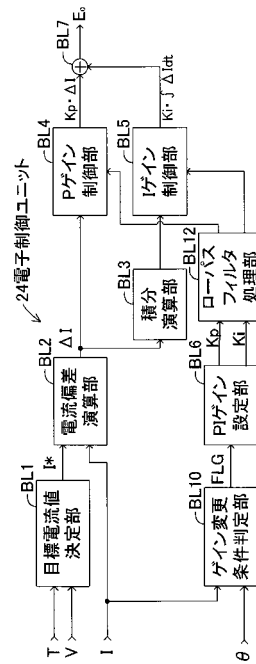
【 図 2 4 】



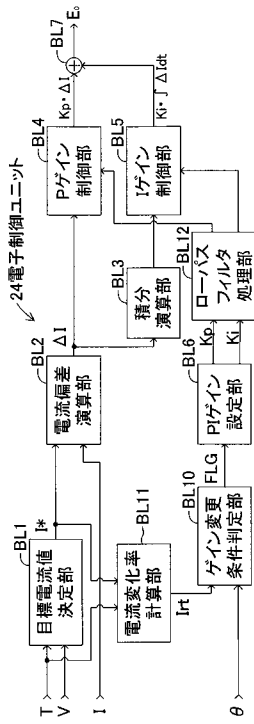
【 図 2 5 】



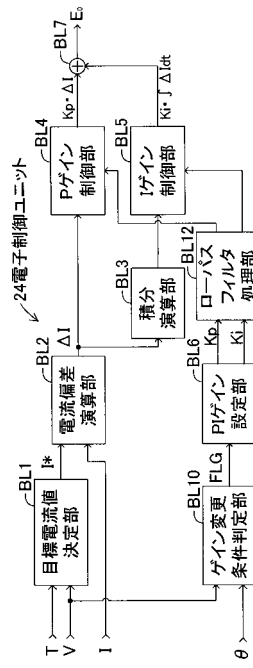
【 図 2 6 】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 072731 (JP, A)
特開2000 - 108916 (JP, A)
特開2001 - 239947 (JP, A)
特開2001 - 253358 (JP, A)
特開2004 - 338696 (JP, A)
特開2005 - 022468 (JP, A)
特開2005 - 170283 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00
B62D 5/04