

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6616789号
(P6616789)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl. F I
B 6 2 D 6/00 (2006.01) B 6 2 D 6/00

請求項の数 8 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2016-573368 (P2016-573368)	(73) 特許権者	000004204
(86) (22) 出願日	平成28年2月2日(2016.2.2)		日本精工株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/053005		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(87) 国際公開番号	W02016/125773	(74) 代理人	100078776
(87) 国際公開日	平成28年8月11日(2016.8.11)		弁理士 安形 雄三
審査請求日	平成28年12月19日(2016.12.19)	(72) 発明者	澤田 英樹
審判番号	不服2018-5206 (P2018-5206/J1)		東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内
審判請求日	平成30年4月16日(2018.4.16)	(72) 発明者	菅原 孝義
(31) 優先権主張番号	特願2015-18527 (P2015-18527)		東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内
(32) 優先日	平成27年2月2日(2015.2.2)	(72) 発明者	皆木 亮
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2015-28002 (P2015-28002)		
(32) 優先日	平成27年2月16日(2015.2.16)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用保舵判定装置及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも操舵トルクに基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値によるモータの駆動により、コラム軸にトーションバーを備えた車両の、操舵系に操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置の車両用保舵判定装置において、

前記トーションバーに対して入力側の、コラム入力側角度を検出してコラム入力側角度信号を出力する入力側操舵角検出手段と、

前記トーションバーに対して出力側の、コラム出力側角度を検出してコラム出力側角度信号を出力する出力側操舵角検出手段と、

所定のヒステリシス幅を設定し、前記ヒステリシス幅の1/2を前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号にそれぞれ加算した入力側角度信号上限値及び出力側角度信号上限値と、前記ヒステリシス幅の1/2を前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号からそれぞれ減算した入力側角度信号下限値及び出力側角度信号下限値とを算出し、前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値が前回ヒステリシス中心値より小さい場合に今回ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値とし、前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値が前記前回ヒステリシス中心値以上の場合で、前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値が前記前回ヒステリシス中心値以上のときに、今回ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値とし、前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値が前記前回ヒステリシス中心値より小さいときに、前記今

10

20

回ヒステリシス中心値を前記前回ヒステリシス中心値とするヒステリシスフィルタと、前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号に基づいて、入力側及び出力側のそれぞれに前記ヒステリシスフィルタを適用し、前記今回ヒステリシス中心値が前記前回ヒステリシス中心値と同じときに保舵信号を出力し、前記今回ヒステリシス中心値が前記前回ヒステリシス中心値と異なる時に操舵情報を出力する操舵状態判定部と、
を具備し、

前記操舵状態判定部が、

前記コラム入力側角度信号のノイズ幅 1 よりも大きく、前記コラム軸の摩擦に相当する角度より小さい角度 1 でヒステリシス幅 A 1 を設定し、前記コラム入力側角度信号から第 1 の入力側角度信号上限値及び第 1 の入力側角度信号下限値を算出し、前記ヒステリシス幅 A 1 の第 1 の入力側ヒステリシス中心値を前回値との関係に基づいて算出する第 1 の入力側ヒステリシスフィルタと、

入力側ヒステリシストリガ信号が入力されているとき、前記ヒステリシス幅 A 1 よりも狭いヒステリシス幅 B 1 を設定し、前記コラム入力側角度信号から第 2 の入力側角度信号上限値及び第 2 の入力側角度信号下限値を算出し、前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値及び第 2 の入力側ヒステリシス中心値の前回値との関係に基づいて、前記ヒステリシス幅 B 1 の前記第 2 の入力側ヒステリシス中心値を算出する第 2 の入力側ヒステリシスフィルタと、

操舵状態の判定において、前記第 1 の入力側ヒステリシスフィルタ又は前記第 2 の入力側ヒステリシスフィルタであるか否かを判定し、前記第 1 の入力側ヒステリシスフィルタであると判定された場合には、前記コラム入力側角度信号が、前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値から前記ヒステリシス幅 B 1 の範囲に一定時間収まっているか否かを判定し、前記一定時間収まっている場合にのみ前記入力側ヒステリシストリガ信号を出力し、前記第 2 の入力側ヒステリシスフィルタであると判定された場合には、前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値が変化したか否かを判定し、変化していない場合にのみ前記入力側ヒステリシストリガ信号を出力する入力側ヒステリシスフィルタ判定部と、

前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値及び前記第 2 の入力側ヒステリシス中心値の各前回値と各今回値が一致するかを判定し、一致する場合にコラム入力側保舵情報を出力し、一致しない場合にコラム入力側操舵情報を出力する入力側操舵情報判定部 / 保舵判定部と、前記コラム出力側角度信号のノイズ幅 2 よりも大きく、前記ノイズ幅 2 に、運転者に気づかれぬ値未満の値に相当する角度を加算した角度 2 でヒステリシス幅 A 2 を設定し、前記コラム出力側角度信号から第 1 の出力側角度信号上限値及び第 1 の出力側角度信号下限値を算出し、前記ヒステリシス幅 A 2 の第 1 の出力側ヒステリシス中心値を前回値との関係に基づいて算出する第 1 の出力側ヒステリシスフィルタと、

出力側ヒステリシストリガ信号が入力されているとき、前記ヒステリシス幅 A 2 よりも狭いヒステリシス幅 B 2 を設定し、前記コラム出力側角度信号から第 2 の出力側角度信号上限値及び第 2 の出力側角度信号下限値を算出し、前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値及び第 2 の出力側ヒステリシス中心値の前回値との関係に基づいて、前記ヒステリシス幅 B 2 の前記第 2 の出力側ヒステリシス中心値を算出する第 2 の出力側ヒステリシスフィルタと、

前記操舵状態の判定において、前記第 1 の出力側ヒステリシスフィルタ又は前記第 2 の出力側ヒステリシスフィルタであるか否かを判定し、前記第 1 の出力側ヒステリシスフィルタであると判定された場合には、前記コラム出力側角度信号が、前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値から前記ヒステリシス幅 B 2 の範囲に一定時間収まっているか否かを判定し、前記一定時間収まっている場合にのみ前記出力側ヒステリシストリガ信号を出力し、前記第 2 の出力側ヒステリシスフィルタであると判定された場合には、前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値が変化したか否かを判定し、変化していない場合にのみ前記出力側ヒステリシストリガ信号を出力する出力側ヒステリシスフィルタ判定部と、

前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値及び前記第 2 の出力側ヒステリシス中心値の各前回値と各今回値が一致するか否かを判定し、一致する場合にコラム出力側保舵情報を出力し

10

20

30

40

50

、一致しない場合にコラム出力側操舵情報を出力する出力側操舵情報判定部 / 保舵判定部と、

前記コラム入力側保舵情報及び前記コラム出力側保舵情報が出力されたときに前記保舵信号を出力する論理積回路と、

で構成されていることを特徴とする車両用保舵判定装置。

【請求項 2】

前記入力側ヒステリシスフィルタ判定部は、

前記操舵状態の判定において、前記第 1 の入力側ヒステリシスフィルタであると判定され、前記コラム入力側角度信号が、前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値から前記ヒステリシス幅 B 1 の範囲に前記一定時間収まっていない場合に、前記第 1 の入力側ヒステリシスフィルタと判定して前記入力側ヒステリシストリガ信号を出力せず、また、前記第 2 の入力側ヒステリシスフィルタであると判定され、前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値が変化した場合に、前記第 1 の入力側ヒステリシスフィルタと判定して前記入力側ヒステリシストリガ信号を出力せず、

前記出力側ヒステリシスフィルタ判定部は、

前記操舵状態の判定において、前記第 1 の出力側ヒステリシスフィルタであると判定され、前記コラム出力側角度信号が、前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値から前記ヒステリシス幅 B 2 の範囲に前記一定時間収まっていない場合に、前記第 1 の出力側ヒステリシスフィルタと判定して前記出力側ヒステリシストリガ信号を出力せず、また、前記第 2 の出力側ヒステリシスフィルタであると判定され、前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値が変化した場合に、前記第 1 の出力側ヒステリシスフィルタと判定して前記出力側ヒステリシストリガ信号を出力しない、

よくなっている請求項 1 に記載の車両用保舵判定装置。

【請求項 3】

前記ヒステリシス幅 A 1 から前記ヒステリシス幅 B 1、又は前記ヒステリシス幅 A 2 から前記ヒステリシス幅 B 2 に遷移した時のみ、前記ヒステリシス幅 B 1 及び B 2 に対する前記前回ヒステリシス中心値を前記ヒステリシス幅 A 1 の前記第 1 の入力側ヒステリシス中心値又は前記ヒステリシス幅 A 2 の前記第 1 の出力側ヒステリシス中心値で初期化するようになっている請求項 1 又は 2 に記載の車両用保舵判定装置。

【請求項 4】

少なくとも操舵トルクに基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値を用いて、電流制御部によるモータの駆動により、コラム軸にトーションバーを備えた車両の、操舵系に操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置において、

前記トーションバーに対して入力側の、コラム入力側角度を検出してコラム入力側角度信号を出力する入力側操舵角検出手段と、

前記トーションバーに対して出力側の、コラム出力側角度を検出してコラム出力側角度信号を出力する出力側操舵角検出手段と、

所定のヒステリシス幅を設定し、前記ヒステリシス幅の 1 / 2 を前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号にそれぞれ加算した入力側角度信号上限値及び出力側角度信号上限値と、前記ヒステリシス幅の 1 / 2 を前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号からそれぞれ減算した入力側角度信号下限値及び出力側角度信号下限値とを算出し、前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値が前回ヒステリシス中心値より小さい場合に今回ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値とし、前記入力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号上限値が前記前回ヒステリシス中心値以上の場合で、前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値が前記前回ヒステリシス中心値以上のときに、今回ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値とし、前記入力側角度信号下限値及び前記出力側角度信号下限値が前記前回ヒステリシス中心値より小さいときに、前記今回ヒステリシス中心値を前記前回ヒステリシス中心値とするヒステリシスフィルタと、

前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号に基づいて、入力側及び出力側

10

20

30

40

50

のそれぞれに前記ヒステリシスフィルタを適用し、前記今回ヒステリシス中心値が前記前回ヒステリシス中心値と同じときに暫定保舵状態を出力し、前記今回ヒステリシス中心値が前記前回ヒステリシス中心値と異なる時に暫定操舵状態を出力する操舵状態判定部と、

を具備し、

前記操舵状態判定部が、

前記コラム入力側角度信号のノイズ幅 1 よりも大きく、前記コラム軸の摩擦に相当する角度より小さい角度 1 で入力側ヒステリシス幅を設定し、前記コラム入力側角度信号から前記入力側角度信号上限値及び前記入力側角度信号下限値を算出すると共に、前回値との関係に基づいて入力側ヒステリシス中心値を算出し、前記入力側角度信号上限値が前記入力側ヒステリシス中心値より小さい場合に今回入力側ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号上限値とし、前記入力側角度信号上限値が前記入力側ヒステリシス中心値以上の場合で、前記入力側角度信号下限値が前回入力側ヒステリシス中心値以上のときに、前記今回入力側ヒステリシス中心値を前記入力側角度信号下限値とし、前記入力側角度信号下限値が前記前回入力側ヒステリシス中心値より小さいときに、前記今回入力側ヒステリシス中心値を前記前回入力側ヒステリシス中心値とし、前記今回入力側ヒステリシス中心値が前記前回入力側ヒステリシス中心値と同じときに入力側暫定保舵状態を出力し、前記今回入力側ヒステリシス中心値が前記前回入力側ヒステリシス中心値と異なる時に入力側暫定操舵状態を出力する入力側操舵状態判定部と、

前記コラム出力側角度信号のノイズ幅 2 よりも大きく、前記ノイズ幅 2 に、運転者に気づかれない値未満の値に相当する角度を加算した角度 2 で出力側ヒステリシス幅を設定し、前記コラム出力側角度信号から前記出力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号下限値を算出すると共に、前回値との関係に基づいて出力側ヒステリシス中心値を算出し、前記出力側角度信号上限値が前記出力側ヒステリシス中心値より小さい場合に今回出力側ヒステリシス中心値を前記出力側角度信号上限値とし、前記出力側角度信号上限値が前記出力側ヒステリシス中心値以上の場合で、前記出力側角度信号下限値が前回出力側ヒステリシス中心値以上のときに、前記今回出力側ヒステリシス中心値を前記出力側角度信号下限値とし、前記出力側角度信号下限値が前記前回出力側ヒステリシス中心値より小さいときに、前記今回出力側ヒステリシス中心値を前記前回出力側ヒステリシス中心値とし、前記今回出力側ヒステリシス中心値が前記前回出力側ヒステリシス中心値と同じときに出力側暫定保舵状態を出力し、前記今回出力側ヒステリシス中心値が前記前回出力側ヒステリシス中心値と異なる時に出力側暫定操舵状態を出力する出力側操舵状態判定部と、

で構成され、

更に、

前記入力側暫定操舵状態、前記入力側暫定保舵状態、前記出力側暫定操舵状態、前記出力側暫定保舵状態を比較し、前記入力側暫定保舵状態及び前記出力側暫定保舵状態が一致するときに保舵状態と判定して保舵信号を出力すると共に、前記入力側暫定保舵状態及び前記出力側暫定保舵状態が一致しない場合には操舵状態とする保舵状態検出部と、

前記入力側暫定操舵情報、前記出力側暫定操舵情報及び前記保舵信号に基づいて前記トルク制御出力電流指令値を制限した制限電流値を、前記電流制御部に入力する電流制限部と

、

を具備したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

前記入力側操舵状態判定部が、

前記コラム入力側角度信号に入力側ヒステリシス幅パラメータを加算して前記入力側角度信号上限値を算出すると共に、前記コラム入力側角度信号から前記入力側ヒステリシス幅パラメータを減算して前記入力側角度信号下限値を算出し、前記入力側角度信号上限値及び前記入力側角度信号下限値により入力側ヒステリシス幅を設定する入力側ヒステリシス幅設定部と、

前記入力側ヒステリシス幅の中心値である入力側ヒステリシス中心値の前回値を入力側ヒステリシス中心前回値として保持する入力側前回値保持部と、

前記入力側ヒステリシス中心前回値、前記入力側角度信号上限値及び前記入力側角度信号

10

20

30

40

50

下限値を入力し、前記入力側ヒステリシス中心前回値が前記入力側角度信号上限値より大きい場合に、前記入力側角度信号上限値を前記入力側ヒステリシス中心値として出力し、前記入力側ヒステリシス中心前回値が前記入力側角度信号上限値以下である場合で、前記入力側ヒステリシス中心前回値が前記入力側角度信号下限値以下のときに、前記入力側角度信号下限値を前記入力側ヒステリシス中心値として出力し、前記入力側ヒステリシス中心前回値が前記入力側角度信号下限値より大きいときに、前記入力側ヒステリシス中心前回値を前記入力側ヒステリシス中心値として出力する入力側ヒステリシス中心値演算部と

、前記入力側ヒステリシス中心前回値及び前記入力側ヒステリシス中心値を入力し、前記入力側ヒステリシス中心前回値及び前記入力側ヒステリシス中心値が同じときに前記入力側
暫定保舵状態を出力し、前記入力側ヒステリシス中心前回値及び前記入力側ヒステリシス
中心値が異なるときに前記入力側暫定操舵状態を出力する入力側ヒステリシス中心値変化
検出部と、

で構成され、

前記出力側操舵状態判定部が、

前記コラム出力側角度信号に出力側ヒス幅パラメータを加算して前記出力側角度信号上限
値を算出すると共に、前記コラム出力側角度信号から前記出力側ヒス幅パラメータを減算
して前記出力側角度信号下限値を算出し、前記出力側角度信号上限値及び前記出力側角度
信号下限値により出力側ヒステリシス幅を設定する出力側ヒステリシス幅設定部と、

前記出力側ヒステリシス幅の中心値である出力側ヒステリシス中心値の前回値を出力側ヒ
ステリシス中心前回値として保持する出力側前回値保持部と、

前記出力側ヒステリシス中心前回値、前記出力側角度信号上限値及び前記出力側角度信号
下限値を入力し、前記出力側ヒステリシス中心前回値が前記出力側角度信号上限値より大
きい場合に、前記出力側角度信号上限値を前記出力側ヒステリシス中心値として出力し、
前記出力側ヒステリシス中心前回値が前記出力側角度信号上限値以下である場合で、前記
出力側ヒステリシス中心前回値が前記出力側角度信号下限値以下のときに、前記出力側角
度信号下限値を前記出力側ヒステリシス中心値として出力し、前記出力側ヒステリシス中
心前回値が前記出力側角度信号下限値より大きいときに、前記出力側ヒステリシス中心前
回値を前記出力側ヒステリシス中心値として出力する出力側ヒステリシス中心値演算部と

、前記出力側ヒステリシス中心前回値及び前記出力側ヒステリシス中心値を入力し、前記出
力側ヒステリシス中心前回値及び前記出力側ヒステリシス中心値が同じときに前記出力側
暫定保舵状態を出力し、前記出力側ヒステリシス中心前回値及び前記出力側ヒステリシス
中心値が異なるときに前記出力側暫定操舵状態を出力する出力側ヒステリシス中心値変化
検出部と、

で構成され、

前記電流制限部は、前記入力側暫定操舵状態、前記出力側暫定操舵状態及び前記保舵信号
に基づき、切増し操舵若しくは切戻し操舵から前記保舵状態に遷移する際には前記トルク
制御出力電流指令値を制限し、前記保舵状態から前記切増し操舵若しくは前記切戻し操舵
に遷移する際には電流制限を解除するようになっている請求項 4 に記載の電動パワーステ
アリング装置。

【請求項 6】

前記保舵状態において、前記トルク制御出力電流指令値をラッチし、ラッチされたラッチ
済みトルク制御出力電流指令値に基づき、前記コラム軸の摩擦を考慮した電流制限値で徐
変して前記電流制限を行い、

前記電流制限中は、前記トルク制御出力電流指令値と前記電流制限値を比較し、最小側を
出力することで前記保舵状態を維持するための最小電流へと制限させ、

前記保舵状態から前記切増し操舵若しくは前記切戻し操舵へ遷移する場合は前記電流制限
を解除し、前記トルク制御出力電流指令値に迅速に戻す請求項 5 に記載の電動パワーステ
アリング装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記電流制限部が、
 前記操舵情報を入力し、前記切増し操舵若しくは前記切戻し操舵から前記保舵状態に遷移する直前の前記トルク制御出力電流指令値、前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号をラッチするラッチ部と、
 前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号、ラッチ済みコラム入力側角度信号及びラッチ済みコラム出力側角度信号、前記保舵信号を入力して判定信号を出力する制限判定部と、
 ラッチ済みトルク制御出力電流指令値及び前記判定信号を入力して制限電流を出力する制限部と、
 前記トルク制御出力電流指令値及び前記制限電流を入力して最小値を制限電流値として出力する最小値選択部と、
 で構成されている請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

10

【請求項 8】

前記制限判定部が、前記保舵信号が前記保舵状態のとき、前記ラッチしたラッチ済みコラム入力側角度信号及び前記ラッチしたラッチ済みコラム出力側角度信号の差分が一定量以下で、且つ前記ラッチ済みコラム出力側角度信号と今回のコラム出力側角度信号の差分が一定量以下のときに電流制限可能と判断する請求項 7 に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の操舵系の保舵状態を正確かつ迅速に判定し、モータの電流制限を的確に実行する車両用保舵判定装置及びそれを搭載し、車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置に関する。本発明は、特に切増し操舵から保舵状態に遷移する状況において、保舵状態を維持可能な電流までモータの電流指令値を制限し、或いは保舵状態から切増し操舵に遷移する際には保舵状態に入るよりも早く検出し、電流制限を解除し適切な電流を流すことが可能な車両用保舵判定装置及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

車両の操舵系をモータの回転力でアシスト制御する電動パワーステアリング装置（EPS）は、モータの駆動力で減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に操舵補助力を付与するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシスト制御のトルク（操舵補助トルク）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、操舵補助指令値（電流指令値）とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的に PWM 制御のデューティの調整で行っている。

【0003】

40

電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図 1 に示して説明すると、ハンドル 1 のコラム軸（ステアリングシャフト、ハンドル軸）2 は減速ギア 3、ユニバーサルジョイント 4 a 及び 4 b、ピニオンラック機構 5、タイロッド 6 a, 6 b を経て、更にハブユニット 7 a, 7 b を介して操向車輪 8 L, 8 R に連結されている。また、コラム軸 2 には、ハンドル 1 の操舵トルク T_h をトーションバーの捩れトルクとして検出するトルクセンサ 10 と、操舵角度を検出する舵角センサ 14 とが設けられており、ハンドル 1 の操舵力を補助するモータ 20 が減速ギア 3 を介してコラム軸 2 に連結されている。電動パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット（ECU）30 には、バッテリー 13 から電力が供給されると共に、イグニションキー 11 を経てイグニションキー信号が入力される。コントロールユニット 30 は、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク T_h と車速セ

50

ンサ 12 で検出された車速 V_{e1} とに基づいて、アシスト指令となる電流指令値の演算を行い、演算された電流指令値に補償等を施した電圧制御値 V_{ref} によってモータ 20 に供給する電流を制御する。

【 0004 】

コントロールユニット 30 には、車両の各種情報を授受する CAN (Controller Area Network) 40 が接続されており、車速 V_{e1} は CAN 40 から受信することも可能である。また、コントロールユニット 30 には、CAN 40 以外の通信、アナログ/デジタル信号、電波等を授受する非 CAN 41 も接続可能である。

【 0005 】

このような電動パワーステアリング装置において、コントロールユニット 30 は主として CPU (MPU や MCU を含む) で構成されるが、その CPU 内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと、例えば図 2 に示されるような構成となっている。

10

【 0006 】

図 2 を参照してコントロールユニット 30 の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ 10 からの操舵トルク T_h 及び車速センサ 12 からの車速 V_{e1} は電流指令値演算部 31 に入力され、電流指令値演算部 31 は操舵トルク T_h 及び車速 V_{e1} に基づいて、アシストマップ等を用いて電流指令値 I_{ref1} を演算する。演算された電流指令値 I_{ref1} は加算部 32A で、特性を改善するための補償部 34 からの補償信号 CM と加算され、加算された電流指令値 I_{ref2} が電流制限部 33 で最大値を制限され、最大値を制限された電流指令値 I_{refm} が減算部 32B に入力され、モータ電流検出値 I_m と減算される。

20

【 0007 】

減算部 32B での減算結果である偏差 $I (= I_{refm} - I_m)$ は PI 制御部 35 で PI (比例積分) の制御をされ、PI 制御された電圧制御値 V_{ref} が PWM 制御部 36 に入力され、キャリア信号 CF に同期してデューティを演算され、PWM 信号でインバータ 37 を介してモータ 20 を PWM 駆動する。モータ 20 のモータ電流値 I_m はモータ電流検出器 38 で検出され、減算部 32B に入力されてフィードバックされる。

【 0008 】

補償部 34 は、検出若しくは推定されたセルフライニングトルク (SAT) 343 を加算部 344 で慣性補償値 342 と加算し、その加算結果に更に加算部 345 で収れん性制御値 341 を加算し、その加算結果を補償信号 CM として加算部 32A に入力し、電流指令値の特性改善を行う。

30

【 0009 】

このような電動パワーステアリング装置では、切り増し操舵から操舵がなされていない保舵状態 (モータ回転数や操舵補助トルクの変化がほぼゼロで、モータ回転数もほぼゼロの状態) への遷移において、コラム軸の摩擦を考慮すると保舵状態を維持するのに必要な電流にヒステリシス特性があるために、モータの電流制限を行うことが好ましい。保舵状態では、通常大きな補助トルクを必要としないので、無駄な電力消費や発熱を確実に回避するためである。

【 0010 】

図 3 は一般的な舵角と電流の特性例を示しており、ハンドルの切増しと切戻しにおいては、同じ舵角でも摩擦によって電流にはヒステリシスが存在する。摩擦が無い場合には、図 3 に示すように、舵角に対して電流は直線で変化する。

40

【 0011 】

また、ハンドル端当て操舵状態 (ラックエンド状態) で且つ保舵状態では、運転者がハンドルを意識的に切り増ししていないにも拘わらず、操舵補助トルクが無駄に大きく発生している (即ち、過大なモータ電流が流れている) 恐れがあるので、このような状態は確実に回避することが要請される。

【 0012 】

車両の偏向を抑えるための運転者の保舵力を低減する電動パワーステアリング装置とし

50

て、特許第4815958号公報(特許文献1)が提案されている。特許文献1では、保舵状態を検出するために、操舵角センサ、車速センサ、ヨーレートセンサ、トルクセンサ、モータ回転角センサを使用している。また、保舵状態においてアシストモータの電流制限を実行する電動パワーステアリング装置として、特許第3915964号公報(特許文献2)が提案されている。特許文献2では、トルク変動量と回転数変動量を非常に小さく、かつ操舵トルクが相当量であることによって保舵状態を検出するため、モータ電圧検出値、モータ電流検出値、トルクセンサ、モータ回転角センサからの各種演算で求める推定値等を用いている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特許第4815958号公報

【特許文献2】特許第3915964号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

特許文献1及び2のようにモータ回転角センサを使用すると、モータなどの回転数信号にはノイズが含まれているため、ノイズの影響を軽減するためにローパスフィルタ(LPF)を使用せざるを得ず、その処理の分だけ遅れが発生する。また、保舵(モータ停止状態)であるモータ回転数が0の状態を判断するには、ある程度のスレッシュホールド(ノイズよりも大きな値に設定)を設ける必要がある。このスレッシュホールドが原因で、操舵中に保舵と誤判定することや、保舵中にも拘わらず保舵と判定できなかつたり、保舵の判定に時間がかかたりする問題がある。

【0015】

操舵トルクによる判定では、操舵トルクの大きさ(絶対値)や変化率などから保舵状態を判定している。しかしながら、操舵トルクの大きさで判定するためには、特定の条件(例えばラックエンドに押し当てている等)でしか保舵状態を検出できなかつたり、操舵トルクの変化率で判定する場合は、時間に対する変化率で判断するため、緩やかな操舵トルクの変化では誤判定してしまう問題がある。

【0016】

更に、電動パワーステアリング装置について、切増し操舵から保舵状態へ遷移した直後、モータが大きなトルクを発生している状況で、かつモータが停止しているか停止に近い状況において、コラム軸周りの摩擦を考慮すると、保舵状態を維持するのに必要以上の電流をモータへ供給しているため、無駄な電力消費や発熱などの問題がある。

【0017】

更にまた、保舵状態から切増し操舵へ遷移する際には、保舵状態へ入るよりも早く検出し、電流制限を解除して適切な電流を流し、保舵状態から抜けやすく(ヒステリシス幅を小さく)する必要がある。

【0018】

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、切増し操舵、切戻し操舵及び保舵状態の判定を確実にを行い、切増し操舵から保舵状態への遷移時に、コラム軸の摩擦を利用し、保舵の維持に必要な電流まで制限し、或いは保舵状態から切増し操舵へ遷移する際には、保舵状態へ入るよりも早く検出し、電流制限を解除して適切な電流を流し、保舵状態から抜けやすくした車両用保舵判定装置及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置を提供することにある。

【0019】

また、無駄な電力消費や発熱等を生じない種々の状況での保舵状態を検出し或いは誤検出せず、検出に使用する信号にノイズが重畳していても正確で即時に保舵状態を検出でき、モータの電流制限を的確に実行できる車両用保舵判定装置及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は、少なくとも操舵トルクに基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値によるモータの駆動により、コラム軸にトーションバーを備えた車両の、操舵系に操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置における車両用保舵判定装置に関し、本発明の上記目的は、前記トーションバーに対して入力側及び出力側のコラム入力側角度及びコラム出力側角度を検出してコラム入力側角度信号及びコラム出力側角度信号を出力する操舵角検出手段と、前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号に基づいて前記操舵系の操舵情報及び保舵信号を出力する操舵状態判定部と、前記操舵情報及び前記保舵信号に基づいて前記トルク制御出力電流指令値を制限する電流制限部とを具備し、前記操舵状態判定部は、前記コラム入力側角度信号から角度信号上限値1及び角度信号下限値1を算出し、前記コラム出力側角度信号から角度信号上限値2及び角度信号下限値2を算出すると共に、前記コラム入力側角度信号のノイズ幅1よりも大きく、前記コラム軸の摩擦に相当する角度より小さい角度1でヒステリシス幅A1を設定し、前記コラム出力側角度信号のノイズ幅2よりも大きく、前記ノイズ幅2に、運転者に気づかれない値未満の値に相当する角度を加算した角度2でヒステリシス幅A2を設定すると共に、前記ヒステリシス幅A1及びA2のいずれよりも小さい判定用のヒステリシス幅Bを算出して設定するヒステリシス幅設定部と、前記ヒステリシス幅A1、A2及びBの各中心値であるヒステリシス中心値を演算するヒステリシス中心値演算部と、前記ヒステリシス幅A1、A2の各ヒステリシス中心値に基づいてヒステリシストリガ信号をON/OFFするヒステリシスフィルタ判定部と、前記ヒステリシストリガ信号がOFFの時には前記ヒステリシス幅A1、A2の各ヒステリシス中心値に基づいて、前記操舵情報及び前記保舵信号を出力し、前記ヒステリシストリガ信号がONの時には前記ヒステリシス幅A1、A2及びBの各ヒステリシス中心値に基づいて、前記操舵情報及び前記保舵信号を出力する切替判定部とで構成されており、前記各ヒステリシス中心値が前記角度信号上限値1, 2より大きいか又は前記角度信号下限値1, 2より小さい場合以外を、前記操舵系の保舵状態として検出し、前記電流制限部は、切増し操舵若しくは切戻し操舵から前記保舵状態に遷移する際には前記トルク制御出力電流指令値を制限し、前記保舵状態から前記切増し操舵若しくは前記切戻し操舵に遷移する際には電流制限を解除するようになっていることにより達成される。

【0021】

また、本発明は、少なくとも操舵トルクに基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値によるモータの駆動により、コラム軸にトーションバーを備えた車両の操舵系に操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置に関し、本発明の上記目的は、前記トーションバーに対して入力側及び出力側の前記操舵系のコラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号を出力する角度検出手段と、前記コラム入力側角度信号及びコラム出力側角度信号に基づいて操舵状態を判定し、保舵信号及び操舵情報を出力する操舵状態判定部と、前記コラム入力側角度信号、前記コラム出力側角度信号、前記保舵信号及び前記操舵情報に基づいて前記トルク制御出力電流指令値を制限する電流制限部とを具備し、前記操舵状態判定部が、前記コラム入力側角度信号から角度信号上限値1及び角度信号下限値1を算出し、前記コラム出力側角度信号から角度信号上限値2及び角度信号下限値2を算出すると共に、前記コラム入力側角度信号及び前記コラム出力側角度信号についてそれぞれ、ヒステリシス幅の設定部と、前記ヒステリシス幅の中心値であるヒステリシス中心値の算出部と、前記ヒステリシス中心値の変化及びアシスト方向に基づいて保舵及び切増し/切戻しの操舵状態を判定する判定部とを具備し、前記ヒステリシス幅が、前記コラム入力側角度信号については、前記コラム入力側角度信号のノイズ幅1よりも大きく、前記コラム軸の摩擦に相当する角度より小さい角度1に設定され、前記コラム出力側角度信号については、前記コラム出力側角度信号のノイズ幅2よりも大きく、前記ノイズ幅2に、運転者に気づかれない値未満の値に相当する角度を加算した角度2に設定されており、前記電流制限部で、保舵状態を維持可能な電流の範囲で前記トルク制御出力電流指令値の電流制限を行い、前記判定部は、前記ヒステリシス中心値が前記角度信号上限値1, 2より大きい

か又は前記角度信号下限値 1, 2 より小さい場合以外を、前記操舵系の保舵状態として検出し、前記電流制限部は、切増し操舵若しくは切戻し操舵から前記保舵状態に遷移する際には前記トルク制御出力電流指令値を制限し、前記保舵状態から前記切増し操舵若しくは前記切戻し操舵に遷移する際には電流制限を解除するようになっていることにより達成される。

【発明の効果】

【0022】

本発明の電動パワーステアリング装置によれば、ハンドルの切増し操舵から保舵状態へ遷移したことを検出した際に、コラム軸の摩擦を考慮した上で、保舵状態を維持可能な電流の範囲で電流指令値を制限（徐変）しているため、無駄な電力消費や発熱等を生じることがない。

10

【0023】

また、本発明の車両用保舵判定装置によれば、ハンドルの切増し操舵から保舵状態へ遷移したことを検出した際に、コラム軸周りの摩擦を考慮した上で、保舵状態を維持可能な電流の範囲で電流指令値を制限（徐変）しているため、無駄な電力消費や発熱等を生じることがない。検出された少なくとも2つの舵角（舵角信号）にヒステリシス特性を付与し、ヒステリシス特性を付与された舵角信号を用いて保舵状態を検出しているため、ノイズ等が発生してもフィルタ処理等が不要で迅速な検出が可能で、操舵状況に合わせた正確な検出を行うことができる。

【0024】

20

更に、保舵状態から切増し操舵へ遷移する際には、保舵状態へ入るよりも早く検出して電流制限を解除して適切な電流を流すようにしており、保舵状態から抜けやすく（ヒステリシス幅を小さく）なっている。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】電動パワーステアリング処置の概要を示す構成図である。

【図2】電動パワーステアリング装置の制御系の構成例を示すブロック図である。

【図3】一般的な舵角と電流の関係を示す特性図である。

【図4】本発明の操舵の遷移動作例を示すタイミングチャートである。

【図5】発明の動作例の原理を示すフローチャートである。

30

【図6】本発明の構成例（第1実施形態）を示すブロック図である。

【図7】保舵状態判定部の構成例を示すブロック図である。

【図8】電流制限部の構成例を示すブロック図である。

【図9】センサの装着例及び本発明で使用するコラム角度信号の関係を示す図である。

【図10】本発明における操舵状態判定部の動作例（保舵判定）を示すフローチャートである。

【図11】本発明における操舵状態判定部の動作例（操舵判定）を示すフローチャートである。

【図12】本発明の動作例を示すフローチャートである。

【図13】本発明の電流制限を説明するための舵角及び電流の波形図である。

40

【図14】本発明におけるハンドル切増しと切戻しの判定例を示す図である。

【図15】本発明の電流制限を説明するための模式図である。

【図16】本発明の動作原理を示すタイミングチャートである。

【図17】本発明の構成例（第2実施形態）を示すブロック図である。

【図18】保舵状態判定部の構成例を示すブロック図である。

【図19】ヒステリシスフィルタ（A）の構成例を示すブロック図である。

【図20】ヒステリシスフィルタ（B）の構成例を示すブロック図である。

【図21】本発明における操舵状態判定の動作例を示すフローチャートである。

【図22】本発明のヒステリシスフィルタ判定部の動作例を示すフローチャートである。

【図23】本発明の構成例（第3実施形態）を示すブロック図である。

50

【図 2 4】本発明の動作例を示すフローチャートの一部である。

【図 2 5】本発明の動作例を示すフローチャートの一部である。

【図 2 6】本発明及び従来例による実舵角等の変化の様子の例（保舵中にノイズ等が発生した場合）を示す図である。

【図 2 7】本発明及び従来例による実舵角等の変化の様子の例（ゆっくり操舵した場合）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の電動パワーステアリング装置では、ハンドルの切増し操舵から保舵状態へ遷移したことを検出すると共に、保舵状態においては、コラム軸の摩擦を考慮した上で、保舵状態を維持可能な電流の範囲で電流指令値を制限（徐変）する。

10

【0027】

図 4 は操舵の遷移動作例を示しており、トルク制御出力電流指令値（入力値）と制限電流値（出力値）の変化例を、切増し操舵（時点 $t_0 \sim t_1$ ） 保舵状態（時点 $t_1 \sim t_5$ ） 切増し操舵（時点 t_5 以降）について示している。そして、図 5 のフローチャートはその動作例を示している。

【0028】

時点 t_1 において切増し操舵の判定を行い（ステップ S 1）、切増し操舵である場合（ステップ S 2）には電流指令値の最大値をラッチし（ステップ S 3）、上記ステップ S 2 において、切増し操舵でない場合には保舵判定（ステップ S 4）にスキップする。

20

【0029】

保舵判定の結果、保舵中である場合（ステップ S 2 0 0）には、維持することができる電流の範囲まで電流を制限（徐変）する（ステップ S 2 0 1、時点 $t_1 \sim t_2$ ）。そして、保舵中は上記制限した制限電流値と流したい電流（目標トルク指令 トルク制御出力電流指令値）との比較を行い、時点 t_3 において小さい方の電流値（最小電流）を選択することで（ステップ S 2 0 3）、保舵状態を維持可能な電流まで電流指令値を制限することができる（時点 t_3 以降、時点 t_4 まで）。時点 t_5 に切増し操舵（ステップ S 2 0 0）になると直ちに電流制限は解除され（ステップ S 2 0 2）、終了となる。

【0030】

なお、図 4 において、時点 t_0 から時点 t_1 までの切増し操舵、時点 t_3 から時点 t_4 までの保舵状態（電流最小値選択）及び時点 t_6 以降の切増し操舵においては、トルク制御出力電流指令値と制限電流値は同じになっている。

30

【0031】

このように本発明では、ハンドルの切増し操舵から保舵状態へ遷移したことを検出した際に、コラム軸の摩擦を利用し、保舵状態を維持することが可能な電流の範囲で電流指令値を制限（徐変）するようにしているので、無駄な電力消費や発熱等を生じることがない。

【0032】

以下に、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0033】

図 6 は本発明の第 1 実施形態をブロック図で示しており、操舵トルク T_h 及び車速 $V_e 1$ はトルク制御部 1 0 0 に入力され、操舵トルク T_h 及び車速 $V_e 1$ に基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値 I_t は、指令値の符号（方向）を判定する符号判定部 1 0 0 A 及び電流制限部 1 2 0 に入力される。コラム軸に設けられている角度センサからの、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 は操舵状態判定部 1 1 0 に入力され、符号判定部 1 0 0 A からのアシスト方向 $A D$ も操舵状態判定部 1 1 0 に入力されている。操舵状態判定部 1 1 0 で判定された保舵信号 $H S$ （ON（“ 1 ”）/OFF（“ 0 ”））及び操舵情報（切増し（“ 0 ”）/切戻し（“ 1 ”）） $S T$ は電流制限部 1 2 0 に入力される。電流制限部 1 2 0 からの制限電流値 I_r は、モータ電流値 I_m と共に電流制御部 1 3 0 に入力され、インバータ 3 7 を介してモータ 2 0 を駆動制御する。電流制御

40

50

部 1 3 0 は、P I 制御部及び P W M 制御部で構成されている。

【 0 0 3 4 】

操舵状態判定部 1 1 0 は、ハンドル側のコラム入力側角度信号 s_1 及びインタミ側のコラム出力側角度信号 r_1 を入力するが、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 について、それぞれ図 7 に示すような構成で、ヒステリシス処理を実行する。

【 0 0 3 5 】

図 7 を参照して、先ずコラム入力側角度信号 s_1 について説明すると、コラム入力側角度信号 s_1 は角度信号上限値算出部 1 1 1 s 及び角度信号下限値算出部 1 1 2 s に入力され、それぞれ角度信号上限値 U_s 及び角度信号下限値 D_s を算出してヒステリシス中心値算出部 1 1 3 s に入力する。角度信号上限値 U_s 及び角度信号下限値 D_s に基づいて、ヒステリシス中心値算出部 1 1 3 s で算出されたヒステリシス中心値 $H C U_s$ は操舵判定部 1 1 5 s に入力されると共に、ラッチ部 (Z^{-1}) 1 1 4 s でラッチされ、ラッチされた過去値 $H C U_s^{-1}$ がヒステリシス中心値算出部 1 1 3 s に入力される。操舵判定部 1 1 5 s は、アシスト方向及びヒステリシス中心値 $H C U_s$ の変化に基づいて保舵を判定したときに保舵信号 $H S U$ を出力し、切増し / 切戻しを判定したときに操舵情報 $S T U$ を出力する。

【 0 0 3 6 】

保舵信号 $H S U$ は論理積 (AND) 回路 1 1 6 に入力され、操舵情報 $S T U$ は論理和 (OR) 回路 1 1 7 に入力される。

【 0 0 3 7 】

次に、コラム出力側角度信号 r_1 について図 7 を参照して説明すると、コラム入力側角度信号 r_1 は角度信号上限値算出部 1 1 1 r 及び角度信号下限値算出部 1 1 2 r に入力され、それぞれ角度信号上限値 U_r 及び角度信号下限値 D_r を算出してヒステリシス中心値算出部 1 1 3 r に入力する。角度信号上限値 U_r 及び角度信号下限値 D_r に基づいて、ヒステリシス中心値算出部 1 1 3 r で算出されたヒステリシス中心値 $H C U_r$ は操舵判定部 1 1 5 r に入力されると共に、ラッチ部 (Z^{-1}) 1 1 4 r でラッチされ、ラッチされた過去値 $H C U_r^{-1}$ がヒステリシス中心値算出部 1 1 3 r に入力される。操舵判定部 1 1 5 r は、アシスト方向及びヒステリシス中心値 $H C U_r$ の変化に基づいて保舵を判定したときに保舵信号 $H S D$ を出力し、切増し / 切戻しを判定したときに操舵情報 $S T D$ を出力する。

【 0 0 3 8 】

保舵信号 $H S D$ は論理積 (AND) 回路 1 1 6 に入力され、操舵情報 $S T D$ は論理和 (OR) 回路 1 1 7 に入力される。

【 0 0 3 9 】

論理積 (AND) 回路 1 1 6 は、保舵信号 $H S U$ 及び $H S D$ が同時に保舵状態と出力されたときに、保舵信号 $H S$ に保舵状態として “ 1 ” を出力する。保舵信号 $H S U$ 及び $H S D$ が同時に保舵状態と出力されないときには、保舵信号 $H S$ に操舵状態として “ 0 ” を出力する。また、論理和 (OR) 回路 1 1 7 は、操舵情報 $S T U$ 及び $S T D$ が同時に切増しと出力されたときに、操舵情報 $S T$ に切増し状態として “ 0 ” を出力する。操舵情報 $S T U$ 及び $S T D$ が同時に切増しと出力されないときに、操舵情報 $S T$ に切戻し状態として “ 1 ” を出力する。

【 0 0 4 0 】

なお、ヒステリシス幅は、下記条件 (1) 及び (2) を考慮して設定する。

(1) コラム入力側角度信号 s_1 :

コラム入力側角度信号 s_1 のノイズ幅よりも大きく、コラム軸の摩擦より小さい値

(2) コラム出力側角度信号 r_1 :

コラム出力側角度信号 r_1 のノイズ幅よりも大きい値 + 操舵違和感を感じない、 0.2 deg (バネレートにより変化) 未満の値

10

20

30

40

50

また、電流制限部 120 は例えば図 8 に示すような構成であり、トルク制御出力電流指令値 I_t 、操舵情報 ST 、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 は、ラッチ処理するラッチ部 122 に入力される。ラッチ部 122 は操舵情報 ST が切増し(“0”)のときに、トルク制御出力電流指令値 I_t 、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 をラッチし、ラッチされたコラム入力側角度信号 s_1' 及びコラム出力側角度信号 r_1' は、保舵信号 HS と共に制限判定部 121 に入力される。制限判定部 121 は保舵信号 HS が保舵状態(“1”)のとき、ラッチしたコラム入力側角度信号 s_1' 及びコラム出力側角度信号 r_1' の差分が一定量以下で、且つラッチしたコラム出力側角度信号 r_1' と現在のコラム出力側角度信号 r_1 の差分が一定量以下のときに電流制限可能と判断し、判定信号 JS を出力する。判定信号 JS はラッチしたトルク制御出力電流指令値 I_t' と共に制限部(徐変を含む)123 に入力され、制限部 123 で制限された電流 I_{tm} は最小値選択部 124 に入力され、トルク制御出力電流指令値 I_t と比較され、小さい方が選択されて制限電流値 I_r が出力される。

10

【0041】

そして、保舵から切増し又は切戻しの操舵状態になったときには、保舵信号 HS の制限判定部 121 への入力によって判定信号 JS が制御不可能状態となり、制御部はシステムの最大電流と同じ値を制限値とすることで、トルク制御出力電流指令値 I_t が制限電流値 I_r として出力される。

20

【0042】

本発明では、ハンドル側のコラム入力側角度信号 s_1 及びインタミ側のコラム出力側角度信号 r_1 に基づいて保舵を判定しており、トーションバーを具備する電動パワーステアリング装置では、例えば図 9 に示すようなセンサがコラム軸(ハンドル軸)2 に装着され、角度が検出される。即ち、ハンドル軸 2 のハンドル 1 側の入力シャフト 2A には、角度センサとしてのホール IC センサ 21 及びトルクセンサ入力側ロータの 20° ロータセンサ 22 が装着されている。ホール IC センサ 21 は 296° 周期の AS_IS 角度 h を出力する。トーションバー 23 よりもハンドル 1 側に装着された 20° ロータセンサ 22 は、 20° 周期のコラム入力側角度信号 s を出力し、コラム入力側角度信号 s は舵角演算部 40 に入力される。また、ハンドル軸 2 の出力シャフト 2B には、トルクセンサ出力側ロータの 40° ロータセンサ 24 が装着されており、 40° ロータセンサ 24 からコラム出力側角度信号 r が出力され、コラム出力側角度信号 r は舵角演算部 40 に入力される。コラム入力側角度信号 s 及びコラム出力側角度信号 r は共に舵角演算部 50 で絶対角度に演算され、舵角演算部 50 から絶対角度のコラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 が出力される。このようにして検出されるコラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 が、操舵状態判定部 110 及び電流制限部 120 に入力される。

30

40

【0043】

なお、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 は、実際にはアンチロールオーバー処理(鋸波を直線にする処理)を経て出力される。

【0044】

このような構成において、操舵状態判定部 110 の動作例を図 10 のフローチャートを参照して説明する。

【0045】

まずコラム入力側角度信号 s_1 のヒステリシス処理を行い(ステップ S101)、次いでコラム出力側角度信号 r_1 のヒステリシス処理を行う(ステップ S102)。その後、コラム入力側保舵判定とコラム出力側保舵判定が同時に保舵状態で一致するか、つま

50

りコラム入力側保舵判定 = 保舵状態で、且つコラム出力側保舵判定 = 保舵状態であるかを判定し(ステップS110)、一致する場合には保舵状態であるとして保舵信号HSに“1”を出力し(ステップS140)、一致しない場合には操舵状態であるとして保舵信号HSに“0”を出力する(ステップS150)。

【0046】

また同時に、図11に示すようにコラム入力側角度信号s1が切増し操舵か切戻し操舵かの操舵判定と、コラム出力側角度信号r1が切増し操舵か切戻し操舵かの操舵判定とを行う。即ち、コラム入力側操舵判定とコラム出力側操舵判定が同時に切増し操舵で一致するかを判定し(ステップS160)、一致する場合には操舵情報STに切増しとして“0”を出力し(ステップS161)、一致しない場合には操舵情報STに切戻しとして“1”を出力する(ステップS162)。保舵信号HS及び操舵情報STは、電流制限部120に入力される。

10

【0047】

次に、図10におけるコラム入力側角度信号s1のヒステリシス処理(ステップS101)と、コラム出力側角度信号r1のヒステリシス処理(ステップS102)とについて、その詳細を図12のフローチャート及び図9を参照して説明する。コラム入力側角度信号s1のヒステリシス処理とコラム出力側角度信号r1のヒステリシス処理とは同じ動作であり、ここではコラム入力側角度信号s1のヒステリシス処理を説明する。

【0048】

先ず、コラム入力側角度信号s1が角度信号上限値算出部111sに入力されて角度信号上限値Usが算出されると共に(ステップS111)、角度信号下限値算出部112sに入力されて角度信号下限値Dsが算出される(ステップS112)。この算出順番は逆であっても良い。

20

【0049】

角度信号上限値Us及び角度信号下限値Dsはヒステリシス中心値算出部113sに入力され、ヒステリシス中心値算出部113sでヒステリシス中心値HCUsが算出される。即ち、角度信号上限値Usは前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)より小さいか否かが判定され(ステップS120)、角度信号上限値Usが前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)より小さい場合には、今回のヒステリシス中心値を角度信号上限値Usとする(ステップS121)。上記ステップS120において、角度信号上限値Usが前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)より小さくないと判定された場合には、角度信号下限値Dsが前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)以上であるかを判定し(ステップS122)、角度信号下限値Dsが前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)以上であると判定された場合には、今回のヒステリシス中心値を角度信号下限値Dsとする(ステップS123)。上記ステップS122において、角度信号下限値Dsが前回のヒステリシス中心値($HCUs^{-1}$)以上でないと判定された場合には、今回のヒステリシス中心値を前回のヒステリシス中心値とする(ステップS124)。このようにしてヒステリシス中心値HCUsが算出される。

30

【0050】

その後、ヒステリシス中心値HCUsが入力される操舵判定部115sでは、今回のヒステリシス中心値が前回のヒステリシス中心値と一致するか否かを判定し(ステップS130)、一致する場合には判定結果として保舵信号HSUを出力し(ステップS131)、一致しない場合には判定結果として操舵情報STUを出力する(ステップS132)。

40

【0051】

上記動作(ヒステリシス処理)はコラム出力側角度信号r1についても全く同様であり、コラム入力側角度信号s1の処理後に実施しても、先だって実施しても良い。

【0052】

図13(A)は、角度信号(舵角)がヒステリシス中心値に対して上側若しくは下側のどちら側にいるかでステアリング回転方向を検出し、図13(B)に示す電流指令値の正負符号からトルク方向(アシスト方向)を検出する様子を示している。本発明では図1

50

4に示すように、アシスト方向とステアリング回転方向が一致するときを切増しと判定し、アシスト方向とステアリング回転方向が一致しないときを切戻しと判定する。

【0053】

上記図12の動作は、コラム出力側角度信号 r_1 についても同様に実行される。

【0054】

図13(A)の例では、最初のステアリング位置はセンターから右側にあるとし、その位置から左 センター通過 更に左 右に戻す センター通過 左切りを示している。また、図13(B)は、電流の減少及び増加により、切増し/切戻しを判定する様子を示している。

【0055】

また、図15は電流制限方法を示しており、状態(a) 状態(b)の遷移では、切増しから保舵状態に移行した時点の角度及び電流をラッチし、電流制限の基準電流値とする。状態(b) 状態(c)の遷移では、保舵状態中は上記ラッチした電流に対し、コラム軸の摩擦を考慮した上で電流を徐変して制限する。電流制限中はトルク制御出力の電流指令値と電流制限値とを比較し、最小側を出力することで、より保舵状態を維持するための最小電流へと制限させる。また、状態(b) 状態(g)の遷移では、保舵状態から切増し操舵へ遷移する場合は電流制限を解除し、トルク制御出力値に迅速に戻す。状態(c)

状態(d)の遷移では、保舵状態から切戻し操舵へ遷移した場合の電流制限解除は、ラッチした角度と現在角度の差分が一定量を超えた場合に行い、トルク制御出力値に迅速に戻す。状態(e)若しくは状態(f)では、切戻し操舵からの保舵状態への移行は既に電流が保舵を維持するための電流しかないため、電流制限は行わない。

【0056】

図9で示されるようなセンサ系でコラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 に関して、従来のヒステリシスフィルタを用いて操舵状態を検出する方法では、特定のヒステリシス幅を用いたヒステリシス中心値で入力信号が一定の値に安定したことを検出するため、ヒステリシス幅を大きくとる必要がある。この場合、安定した状態から抜け出したことを迅速に検出するためには、ヒステリシス幅が大き過ぎる。そこで、本発明の第2実施形態では、入力角度信号(コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1)のそれぞれに複数のヒステリシス幅A(大)及びB(小)を持たせ、状態の変化に応じてヒステリシス幅A又はBを選択することで、上記問題を解決している。

【0057】

第2実施形態では図16に示すように、入力角度信号(コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1)がある程度安定するまで(時点 t_{21} ~ t_{22})は、大きな値のヒステリシスフィルタAのヒステリシス幅Aを採用してヒステリシスフィルタAのヒステリシス中心値の変化を起し難くする。そして、時点 t_{22} 以降、入力角度信号がより安定したときに、小さな値のヒステリシスフィルタBのヒステリシス幅Bを採用して、ヒステリシスフィルタAのヒステリシス中心値の変化が起しやすいつつ、安定した状態から抜けることを微小な変化で検出することが可能となる。時点 t_{24} にヒステリシスフィルタAのヒステリシス中心値が変化し、時点 t_{25} に、ヒステリシスフィルタBのヒステリシス幅BからヒステリシスフィルタAのヒステリシス幅Aに遷移したことを示している。なお、図16中の 印は、入力角度信号を示している。

【0058】

ヒステリシス幅をA(大)からB(小)へ狭めるには、切替が原因でヒステリシス中心値が変化しないように、入力角度信号とヒステリシス中心値の値がスレッシュホールド以内に収まった場合に切替える。ヒステリシス幅をB(小)からA(大)へ広げるには、単純にヒステリシス幅を切替えるだけではヒステリシス中心値の変化を捉えることができないため、ヒステリシスフィルタをコラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 の2つ持つこととし、ヒステリシス幅Aとヒステリシス幅Bの各ヒステリシス中心値の

10

20

30

40

50

変化が発生した場合に切替える。また、常時ヒステリシス幅 B の演算を行うと、ヒステリシスフィルタ A とヒステリシスフィルタ B のヒステリシス中心値が異なる値となるため、ヒステリシスフィルタ B はヒステリシスフィルタ A の結果を受け、ヒステリシストリガ信号が ON になっている時のみ演算処理と判断を行う。これにより、状態の変化を検出し続けながら、ヒステリシス幅を切替えることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

図 1 7 は第 2 実施形態をブロック図で示しており、操舵トルク T_h 及び車速 V_{el} はトルク制御部 1 0 0 に入力され、操舵トルク T_h 及び車速 V_{el} に基づいて演算されたトルク制御出力電流指令値 I_t は電流制限部 1 2 0 A に入力される。コラム軸に設けられている角度センサからの、コラム入力側角度信号 s_1 及びコラム出力側角度信号 r_1 は操舵状態判定部 1 4 0 に入力され、操舵状態判定部 1 4 0 で判定された保舵信号 HS (ON/OFF) 及び操舵情報 (切増し/切戻し) ST は電流制限部 1 2 0 A に入力される。電流制限部 1 2 0 A からの制限電流値 I_r は、モータ電流値 I_m と共に電流制御部 1 3 0 に入力され、インバータ 3 7 を介してモータ 2 0 を駆動制御する。

【 0 0 6 0 】

操舵状態判定部 1 4 0 は、ハンドル側のコラム入力側角度信号 s_1 及びインタミ側のコラム出力側角度信号 r_1 を入力し、図 1 8 に示すような構成で、ヒステリシスフィルタ処理及び操舵情報判定/保舵判定を実行する。コラム入力側角度信号 s_1 はヒステリシスフィルタ (A) 1 4 1 及び (B) 1 4 2 に入力され、コラム出力側角度信号 r_1 はヒステリシスフィルタ (A) 1 4 4 及び (B) 1 4 5 に入力される。ヒステリシスフィルタ 1 4 1 からはヒステリシス (A) 中心値 HAs が出力され、ヒステリシス (A) 中心値 HAs は操舵情報判定/保舵判定部 1 4 3、ヒステリシスフィルタ判定部 1 4 8 及びヒステリシスフィルタ (B) 1 4 2 に入力され、ヒステリシスフィルタ判定部 1 4 8 からのヒステリシストリガ信号 Tgs はヒステリシスフィルタ (B) 1 4 2 に入力される。ヒステリシスフィルタ 1 4 4 からはヒステリシス (A) 中心値 HAr が出力され、ヒステリシス (A) 中心値 HAr は操舵情報判定/保舵判定部 1 4 6、ヒステリシスフィルタ判定部 1 4 9 及びヒステリシスフィルタ (B) 1 4 5 に入力され、ヒステリシスフィルタ判定部 1 4 9 からのヒステリシストリガ信号 Tgr はヒステリシスフィルタ (B) 1 4 5 に入力される。

【 0 0 6 1 】

また、ヒステリシストリガ信号 Tgs が入力 (ON) されている時に動作するヒステリシスフィルタ (B) 1 4 2 からはヒステリシス (B) 中心値 HBs が出力され、ヒステリシス (B) 中心値 HBs は操舵情報判定/保舵判定部 1 4 3 に入力される。ヒステリシストリガ信号 Tgr が入力 (ON) されている時に動作するヒステリシスフィルタ (B) 1 4 5 からはヒステリシス (B) 中心値 HBr が出力され、ヒステリシス (B) 中心値 HBr は操舵情報判定/保舵判定部 1 4 6 に入力される。

【 0 0 6 2 】

なお、ヒステリシスフィルタ (B) 1 4 2 及び 1 4 5 の演算初回入力信号は、それぞれヒステリシスフィルタ (A) 1 4 1 及び 1 4 4 からのヒステリシス中心値 HAs 及び HAr となっている。

【 0 0 6 3 】

操舵情報判定/保舵判定部 1 4 3 からはコラム入力側操舵情報 STs 及びコラム入力側保舵情報 HSs が出力され、操舵情報判定/保舵判定部 1 4 6 からはコラム出力側操舵情報 STr 及びコラム出力側保舵情報 HSr が出力される。コラム入力側保舵情報 HSs 及びコラム出力側保舵情報 HSr は論理積条件を判断する AND 部 1 4 7 に入力され、入力の両者が一致したときに保舵信号 HS が AND 部 1 4 7 から出力される。操舵情報判定/保舵判定部 1 4 3 及び 1 4 6 と、AND 部 1 4 7 とで切替判定部を構成している。

【 0 0 6 4 】

ヒステリシスフィルタ (A) 1 4 1 及び 1 4 4 は同一構成であり、ヒステリシスフィルタ 1 4 1 を示す図 1 9 を参照して、コラム入力側角度信号 s_1 について説明する。コラ

10

20

30

40

50

ム入力側角度信号 s_1 は角度信号上限値算出部 141-1 及び角度信号下限値算出部 141-2 に入力され、それぞれ角度信号上限値 UAs 及び角度信号下限値 DAs を算出してヒステリシス中心値算出部 141-3 に入力する。角度信号上限値算出部 141-1 及び角度信号下限値算出部 141-2 でヒステリシス設定部の一部を構成している。角度信号上限値 UAs 及び角度信号下限値 DAs に基づいて、ヒステリシス中心値算出部 141-3 で算出されたヒステリシス中心値 HAs は操舵情報判定/保舵判定部 143、ヒステリシスフィルタ判定部 148 及びヒステリシスフィルタ (B) 142 に入力されると共に、ラッチ部 (Z^{-1}) 141-4 でラッチされ、ラッチされた過去値 HAs^{-1} がヒステリシス中心値算出部 141-3 に入力される。ヒステリシス中心値算出部 141-3 は、ヒステリシス中心値 HAs を出力する。ヒステリシス中心値算出部 141-3 及びラッチ部 (Z^{-1}) 141-4 で、ヒステリシス中心値演算部が構成される。

10

【0065】

コラム出力側角度信号 r_1 を入力するヒステリシスフィルタ 144 も、同様な構成である。

【0066】

ヒステリシスフィルタ (B) 142 及び 145 は同一構成であり、ヒステリシスフィルタ 142 を示す図 20 を参照して、コラム入力側角度信号 s_1 について説明する。ヒステリシスフィルタ (B) 142 は、ヒステリシスフィルタ 148 からヒステリシストリガ信号 Tgs が入力 (ON) されている時のみ動作するようになっている。コラム入力側角度信号 s_1 は角度信号上限値算出部 142-1 及び角度信号下限値算出部 142-2 に入力され、それぞれ角度信号上限値 UBs 及び角度信号下限値 DBs を算出してヒステリシス中心値算出部 142-3 に入力する。角度信号上限値算出部 142-1 及び角度信号下限値算出部 142-2 でヒステリシス設定部の一部を構成している。角度信号上限値 UBs 及び角度信号下限値 DBs に基づいて、ヒステリシス中心値算出部 142-3 で算出されたヒステリシス中心値 HBs は操舵情報判定/保舵判定部 146 に入力されると共に、ラッチ部 (Z^{-1}) 142-4 でラッチされ、ラッチされた過去値 HBs^{-1} が前回ヒステリシス中心値の補正部 142-5 に入力される。補正部 142-5 にはヒステリシス中心値 HAs も入力されており、補正されたヒステリシス中心値 HAs_s はヒステリシス中心値算出部 142-3 に入力される。ヒステリシス中心値算出部 142-3 はヒステリシス中心値 HBs を算出し、操舵情報判定/保舵判定部 146 に入力する。ヒステリシス中心値算出部 142-3、前回ヒステリシス中心値補正部 142-5 及びラッチ部 (Z^{-1}) 142-4 で、ヒステリシス中心値演算部が構成される。

20

30

【0067】

コラム出力側角度信号 r_1 を入力するヒステリシスフィルタ 145 も、同様な構成である。

【0068】

なお、ヒステリシス幅は、下記条件 (a) 及び (b) を考慮して設定する。それぞれ 2 つの幅 A 及び B を有するが、下記要件を満たす上で、大きいヒステリシス幅 A と小さいヒステリシス幅 B を設定する。

(a) コラム入力側角度信号 s_1 :

40

コラム入力側角度信号 s_1 のノイズ幅よりも大きく、コラム軸の摩擦 (シャフトの軸受予圧、インナーシャフトとアウターシャフトのスプライン嵌合部) より小さい値

(b) コラム出力側角度信号 r_1 :

コラム出力側角度信号 r_1 のノイズ幅よりも大きい値 + 運転者に気づかれない 0.1 Nm (トーションバーのパネレートにより変化) 未満の値

また、図 17 に示すように、電流制限部 120 A にはトルク制御出力電流指令値 I_t 、操舵状態判定部 110 からの保舵信号 HS 及び操舵情報 ST が入力されており、操舵から保舵への遷移が判定されたときにそのときの電流指令値をラッチし、電流を制限する。制限された電流は最小値選択部に入力され、トルク制御出力電流指令値 I_t と比較され、小

50

さい方が選択されて制限電流値 I_r が出力される。また、保舵から切増し又は切戻しの操舵状態になったときに電流制限が解除され、トルク制御出力電流指令値 I_t が制限電流値 I_r として出力される。

【0069】

このような構成において、操舵状態判定部 140 の動作例を図 21 のフローチャートを参照して説明する。

【0070】

まず、コラム入力側角度信号 s_1 についてヒステリシスフィルタ (A) 141 がフィルタ処理を行い (ステップ S10)、次いでコラム出力側角度信号 r_1 についてヒステリシスフィルタ (A) 144 がフィルタ処理を行う (ステップ S20)。この順番は逆であっても良い。その後、ヒステリシスフィルタ A 又は B の切替判定を行い (ステップ S30)、ヒステリシスフィルタ判定部 148 又は 149 からのヒステリシストリガ信号 T_{gs} 又は T_{gr} が ON/OFF であるかを判定し (ステップ S40)、ヒステリシストリガ信号 T_{gs} 又は T_{gr} が ON である場合には、コラム入力側角度信号 s_1 についてヒステリシスフィルタ (B) 142 がフィルタ処理を行い (ステップ S50)、次いでコラム出力側角度信号 r_1 についてヒステリシスフィルタ (B) 145 がフィルタ処理を行う (ステップ S60)。この順番は逆であっても良い。その後、操舵情報判定の処理 (ステップ S70)、保舵判定の処理を実施する (ステップ S80)。また、上記ステップ S40 でヒステリシストリガ信号 T_{gs} 及び T_{gr} が OFF の場合には、操舵情報判定の処理 (ステップ S70)、保舵判定の処理 (ステップ S80) を実施して終了する。

【0071】

要するに、それぞれの角度信号 s_1 及び r_1 からヒステリシスフィルタ A を処理し、その後でヒステリシスフィルタの判定をする。この判定結果に基づきヒステリシスフィルタ B に切替える場合は、ヒステリシスフィルタ B の処理を行い、ヒステリシスフィルタ A とヒステリシスフィルタ B のヒステリシス中心値を用いて保舵判定と操舵判定を行う。

【0072】

次に、ヒステリシスフィルタ判定部 148 及び 149 の動作を、図 22 のフローチャートを参照して説明する。ヒステリシスフィルタ判定部 148 及び 149 は同一の動作であり、ここではヒステリシスフィルタ判定部 148 について説明する。

【0073】

まずヒステリシスフィルタが A (141) であるか B (142) であるかを判定し (ステップ S100)、ヒステリシスフィルタが A である場合には、舵角がヒステリシス A のヒステリシス中心値からヒステリシス幅 B の範囲に一定時間収まっているか否かを判定する (ステップ S101)。ヒステリシス幅 B の範囲に一定時間収まっている場合には、ヒステリシスフィルタ B に判定し (ステップ S102)、ヒステリシストリガ信号 T_{gs} を出力 (ON) して終了する (ステップ S103)。ヒステリシス幅 B の範囲に一定時間収まっていない場合には、ヒステリシスフィルタ A に判定し (ステップ S104)、ヒステリシストリガ信号 T_{gs} を OFF として終了する (ステップ S105)。

【0074】

また、上記ステップ S100 の判定においてヒステリシスフィルタ B である場合には、ヒステリシス A のヒステリシス中心値が変化したかを判定する (ステップ S110)。ヒステリシス中心値が変化した場合にはヒステリシスフィルタ A に判定し (ステップ S111)、ヒステリシストリガ信号 T_{gs} を OFF として終了する (ステップ S112)。ヒステリシス中心値が変化していない場合にはヒステリシスフィルタ B に判定し (ステップ S113)、ヒステリシストリガ信号 T_{gs} を出力 (ON) して終了する (ステップ S114)。

【0075】

ヒステリシスフィルタ判定部 149 も、上述したヒステリシスフィルタ判定部 148 と

10

20

30

40

50

全く同一の動作である。

【0076】

ヒステリシスフィルタ(A)141及び144の動作は、図12で説明したステップS111~S112及びステップS120~S124である。また、ヒステリシスフィルタ(B)142及び145は、ヒステリシスフィルタ判定部148及び149よりヒステリシストリガ信号Tgs及びTgrが入力(ON)されている時のみフィルタ処理する。そのため図20に示すように補正部142-5が設けられており、動作は、ヒステリシスフィルタAからBに遷移した時のみ、ヒステリシスフィルタBの前回ヒステリシス中心値をヒステリシスフィルタAのヒステリシス中心値で初期化し、以降はヒステリシスフィルタ(A)141及び144と同一の動作を実施する。

10

【0077】

保舵状態の検出では、ヒステリシス幅の中心値(ヒステリシス中心値)を使用する。ヒステリシス中心値の初期値は舵角上限値と舵角下限値の平均値であり、ヒステリシス中心値はヒステリシスフィルタ処理により更新されていく。即ち、検出された舵角に設定された舵角上限値及び舵角下限値をヒステリシス中心値の過去値(1時点前のヒステリシス中心値)と比較し、ヒステリシス中心値の更新を行う。ヒステリシス中心値の過去値(ヒステリシス中心過去値)が舵角上限値より大きい場合、又は、ヒステリシス中心過去値が舵角下限値以下の場合、ヒステリシス中心値を更新し、それ以外の場合、更新しない。そして、ヒステリシス中心値が更新されなかった場合、その時点を一時的に保舵状態(暫定保舵状態)と判定し、複数の舵角センサが検出した舵角に対する判定結果(暫定操舵情報)が全て暫定保舵状態の場合、その時点を保舵状態として検出する。保舵状態の検出結果を電流指令値の特性改善に利用する。

20

【0078】

本発明では、舵角信号にヒステリシス特性を付与し、ヒステリシス幅を持たせて保舵状態の検出を行っているので、ノイズ等が発生してもフィルタ処理等が不要で迅速な検出が可能となる。また、ヒステリシス中心値を更新しての検出及び複数の舵角に対する判定結果を用いての検出を行っているので、保舵状態の誤検出が少なく、正確な検出が可能となる。

【0079】

なお、上述した論理値の“1”、“0”の関係は、逆の論理回路で構成することもできる。

30

【0080】

上述の実施形態では、コラム入力側とコラム出力側の2つの角度情報を用いて演算処理・制御しているが、コラム出力側角度検出手段を設けることなく、コラム入力側角度、操舵トルク及びトーションパーのパネレートから算出されるコラム出力側角度の推定値を、コラム出力側角度の代替値として使用することも可能である。或いは、逆にコラム出力側角度からコラム入力側角度を推定するようにしても良い。

【0081】

また、モータレゾルバ角度からコラム減速機部の減速比を利用してコラム出力側角度を推定すると共に、操舵トルク及びトーションパーのパネレートからコラム入力側角度を推定するようにしても良い。

40

【0082】

更に簡単な実装のために、コラム入力側角度だけを用い、コラム出力側角度もモータレゾルバ角度も一切用いず、演算処理・制御することも可能であり、或いは逆に、コラム出力側角度だけを用い、コラム入力側角度もモータレゾルバ角度も一切用いず、演算処理・制御することも可能である。

【0083】

更にまた、モータレゾルバ角度だけを用い、コラム出力側角度の代わりに、モータレゾルバ角度を用いて、コラム減速機部の減速比からコラム出力側角度を推定し代用することも、或いはモータ回転速度だけを用い、モータレゾルバ角度の代わりにモータ回転速度を

50

用いて、回転速度の積分値からモータ回転角度を推定し代用することも可能である。

【0084】

図23は、保舵状態を正確に検出する操舵状態判定部の構成例（第3実施形態）を示すブロック図である。第3実施形態では2つの舵角を使用するので、操舵状態判定部を2つ（第1（310）、第2（320））備えている。また、舵角センサとして、図9での20°ロータセンサ22及び40°ロータセンサ24を使用する。

【0085】

舵角演算部50は、前述のように、20°ロータセンサ22から出力されたTS__IS角度 s 及び40°ロータセンサ24から出力されたTS__OS角度 r を入力し、絶対角度に演算し、舵角 s_1 及び r_1 を出力する。

10

【0086】

第1操舵状態判定部310は、第1ヒステリシス幅設定部311、第1ヒステリシス中心値演算部312、第1ヒステリシス中心値変化検出部313及び過去値保持部314より構成される。第1ヒステリシス幅設定部311は舵角 s_1 に所定の値を加減算し、舵角上限値及び舵角下限値を算出する。第1ヒステリシス中心値演算部312は、舵角上限値、舵角下限値及び過去値保持部314に保持されているヒステリシス中心過去値よりヒステリシス中心値を算出する。算出されたヒステリシス中心値は、過去値保持部314に入力されるとともに、第1ヒステリシス中心値変化検出部313に入力される。第1ヒステリシス中心値変化検出部313は、入力されたヒステリシス中心値と過去値保持部314に保持されているヒステリシス中心過去値とを比較し、操舵状態の判定を行い、暫定操舵情報を出力する。第2操舵状態判定部320も、第1操舵状態判定部310と同様に、第2ヒステリシス幅設定部321、第2ヒステリシス中心値演算部322、第2ヒステリシス中心値変化検出部323及び過去値保持部324より構成され、舵角 r_1 に対して同様の処理を行うことにより操舵状態の判定を行う。

20

【0087】

保舵状態検出部400は、第1操舵状態判定部310から出力された暫定操舵情報及び第2操舵状態判定部320から出力された暫定操舵情報を基に保舵状態の検出を行う。

【0088】

このような構成において、その動作例を図24及び図25のフローチャートを参照して説明する。

30

【0089】

舵角演算部50は、舵角 s_1 を算出し（ステップS300）、第1ヒステリシス幅設定部311に出力し、舵角 r_1 を算出し（ステップS301）、第2ヒステリシス幅設定部321に出力する。第1操舵状態判定部310は、舵角 s_1 を用いて第1操舵判定処理を実行する（ステップS302）。

【0090】

第1ヒステリシス幅設定部311は、舵角 s_1 に所定の値 R_1 （以下、第1ヒス幅パラメータと呼ぶ）を加えて舵角上限値 l_1 （ $= s_1 + R_1$ ）を算出し（ステップS330）、舵角 s_1 から第1ヒス幅パラメータ R_1 を引いて舵角下限値 l_2 （ $= s_1 - R_1$ ）を算出する（ステップS331）。

40

【0091】

舵角上限値 l_1 及び舵角下限値 l_2 は第1ヒステリシス中心値演算部312に入力される。第1ヒステリシス中心値演算部312は、過去値保持部314に保持されているヒステリシス中心過去値 cp_1 と舵角上限値 l_1 を比較し（ステップS332）、 $cp_1 > l_1$ ならば、舵角上限値 l_1 がヒステリシス中心値 c_1 となる（ステップS334）。 $cp_1 \leq l_1$ ならば、ヒステリシス中心過去値 cp_1 と舵角下限値 l_2 を比較し（ステップS333）、 $cp_1 \leq l_2$ ならば舵角下限値 l_2 がヒステリシス中心値 c_1 となり（ステップS335）、 $cp_1 > l_2$ ならばヒステリシス中心過去値 cp_1 がヒステリシス中心値 c_1 となる（ステップS336）。

【0092】

50

なお、舵角上限値 11 及び舵角下限値 12 が舵角検出開始時点で検出された最初の舵角 s_1 から算出されたデータの場合、舵角上限値 11 と舵角下限値 12 の平均値 ($= (11 + 12) / 2$) がヒステリシス中心値 c_1 となる。本第3実施形態の場合、 $11 = s_1 + R_1$ 、 $12 = s_1 - R_1$ であるから、最初のヒステリシス中心値 c_1 は s_1 と同じ値となる。

【0093】

ヒステリシス中心値 c_1 は第1ヒステリシス中心値変化検出部313及び過去値保持部314に出力される。第1ヒステリシス中心値変化検出部313は、過去値保持部314に保持されているヒステリシス中心過去値 c_{p1} とヒステリシス中心値 c_1 を比較し(ステップS337)、ヒステリシス中心値 c_1 とヒステリシス中心過去値 c_{p1} が同じ値の場合、暫定操舵情報 S_{j1} を「暫定保舵状態」とし(ステップS338)、違う値の場合は「暫定操舵状態」として出力する(ステップS339)。

【0094】

第2操舵状態判定部320は、舵角 r_1 を用いて第2操舵判定処理を実行する(ステップS303)。第2操舵判定処理は、第1操舵判定処理と同様の処理であるので、説明を省略する。なお、舵角 r_1 に対する舵角上限値 21 及び舵角下限値 22 の算出では所定の値 R_2 (以下、第2ヒス幅パラメータと呼ぶ)を使用し、 $21 = r_1 + R_2$ 、 $22 = r_1 - R_2$ として算出する。

【0095】

第1ヒステリシス中心値変化検出部313から出力された暫定操舵情報 S_{j1} 及び第2ヒステリシス中心値変化検出部323から出力された暫定操舵情報 S_{j2} は保舵状態検出部400に入力される。保舵状態検出部400は、暫定操舵情報 S_{j1} 及び S_{j2} を比較し(ステップS310)、 S_{j1} 及び S_{j2} が共に「暫定保舵状態」の場合、検出結果を「保舵状態」とし(ステップS311)、そうでない場合、検出結果を「操舵状態」とする(ステップS312)。

【0096】

本実施形態による保舵状態の検出の効果について、従来の固定の閾値を用いて保舵状態を検出する方法と比較して説明する。なお、ここでは第1操舵状態判定部310の動作を説明する。保舵状態の検出は第2操舵状態判定部320の判定結果である暫定操舵情報 S_{j2} も用いて行われるが、従来方法との比較により本発明の効果を説明するので、説明が冗長となるのを避けるために、暫定操舵情報 S_{j2} は暫定操舵情報 S_{j1} と同じ値であるとして説明する。よって、暫定操舵情報 S_{j1} が「暫定保舵状態」の時点は「保舵状態」となり、「暫定操舵状態」の時点は「操舵状態」となる。

【0097】

説明に先立ち、第1ヒステリシス中心値演算部312が行うヒステリシス中心過去値 c_{p1} 及び舵角上限値 11 の比較(ステップS332)並びにヒステリシス中心過去値 c_{p1} 及び舵角下限値 12 の比較(ステップS333)を、 $11 = s_1 + R_1$ 及び $12 = s_1 - R_1$ から下記数1のように変形する。

(数1)

$$\begin{aligned} s_1 < c_{p1} - R_1 \text{ ならば、} & c_1 = \text{舵角上限値} \\ c_{p1} - R_1 < s_1 < c_{p1} + R_1 \text{ ならば、} & c_1 = c_{p1} \\ c_{p1} + R_1 < s_1 \text{ ならば、} & c_1 = \text{舵角下限値} \end{aligned}$$

つまり、舵角演算部50から出力された舵角 s_1 (実舵角)が、ヒステリシス中心過去値 c_{p1} の上下に設定された値 $c_{p1} - R_1$ (以下、過去下限値と呼ぶ)及び $c_{p1} + R_1$ (以下、過去上限値と呼ぶ)の間に入ったら、ヒステリシス中心値 c_1 は更新せず、間に入らなかったら、舵角上限値又は舵角下限値に更新する。そして、第1ヒステリシス中心値変化検出部313は、ヒステリシス中心値 c_{p1} が更新されなかったら「暫定保舵状態」と判定し、更新されたら「暫定操舵状態」と判定するので、条件と結果をまとめると下記数2のようになる。

10

20

30

40

50

(数2)

実舵角 < 過去下限値ならば、「操舵状態」で、ヒステリシス中心値 = 舵角上限値
 過去下限値 実舵角 < 過去上限値ならば、「保舵状態」で、ヒステリシス中心値の更新なし
 過去上限値 実舵角ならば、「操舵状態」で、ヒステリシス中心値 = 舵角下限値

図26及び図27は、実舵角、ヒステリシス中心値等の変化の様子を示す図である。図26は保舵中にノイズ等が発生した場合の変化の様子を示しており、図27はゆっくりと操舵した場合の変化の様子を示している。

【0098】

先ず、図26について説明する。図26では、時点 t_{35} ～ t_{40} の間が保舵中であり、ノイズ等のために実舵角にブレが生じている。

【0099】

時点 t_{31} ではヒステリシス中心過去値は時点 t_{30} での実舵角であり、過去上限値及び過去下限値はそれぞれ時点 t_{30} での舵角上限値及び舵角下限値である。よって、時点 t_{31} での実舵角は過去上限値より大きいので、時点 t_{31} は「操舵状態」で、ヒステリシス中心値は時点 t_{31} での舵角下限値に更新される。

【0100】

時点 t_{32} ではヒステリシス中心過去値は時点 t_{31} での舵角下限値であり、それに第1ヒス幅パラメータ $R1$ を加減算した値が過去上限値及び過去下限値となる。よって、時点 t_{32} での実舵角は過去上限値より大きいので、時点 t_{32} も「操舵状態」で、ヒステリシス中心値は時点 t_{32} での舵角下限値に更新される。

【0101】

時点 t_{33} 及び t_{34} では同様の状況であるから、両時点とも「操舵状態」で、ヒステリシス中心値は舵角下限値に更新される。

【0102】

時点 t_{35} ではヒステリシス中心過去値は時点 t_{34} での舵角下限値であり、それに第1ヒス幅パラメータ $R1$ を加減算した値が過去上限値及び過去下限値となる。そして、時点 t_{35} での実舵角は過去下限値と過去上限値の間であるから、時点 t_{35} は「保舵状態」で、ヒステリシス中心値は更新されない。時点 t_{36} ～ t_{40} では同様の状況であるから、この間は「保舵状態」で、ヒステリシス中心値は更新されない。

【0103】

時点 t_{41} ではヒステリシス中心過去値は時点 t_{34} での舵角下限値のままで、それに第1ヒス幅パラメータ $R1$ を加減算した値が過去上限値及び過去下限値となる。そして、時点 t_{41} での実舵角は過去下限値より小さいので、時点 t_{41} は「操舵状態」で、ヒステリシス中心値は舵角上限値に更新される。時点 t_{42} 以降は同様の状況であるから、「操舵状態」で、ヒステリシス中心値は舵角上限値に更新される。

【0104】

このように、本実施形態によれば、時点 t_{35} ～ t_{40} が「保舵状態」で、その前後は「操舵状態」とであると判定し、保舵中を正しく検出することができる。図26において、実線、一点鎖線及び二点鎖線はそれぞれ各時点のヒステリシス中心値、過去上限値及び過去下限値を結んだ線である。これを見ると、ヒステリシス中心値等が、実舵角のブレに影響されることなく、実舵角に追随していることがわかる。

【0105】

一方、固定の閾値を用いて保舵状態を検出する方法では、保舵中を正しく検出することができない。例えば、実舵角の差分(絶対値)に対して閾値を設定する場合、時点 t_{31} を「操舵状態」と判定するために図26の破線で示す値を閾値とすると、ノイズ等により保舵中の実舵角にブレが生じているために、時点 t_{35} ～ t_{39} を「操舵状態」と誤判定してしまう。時点 t_{35} ～ t_{39} を「保舵状態」と判定させるために閾値を大きくすると、時点 t_{33} を除いた操舵中の時点を「保舵状態」と誤判定してしまう。これらの誤判定

10

20

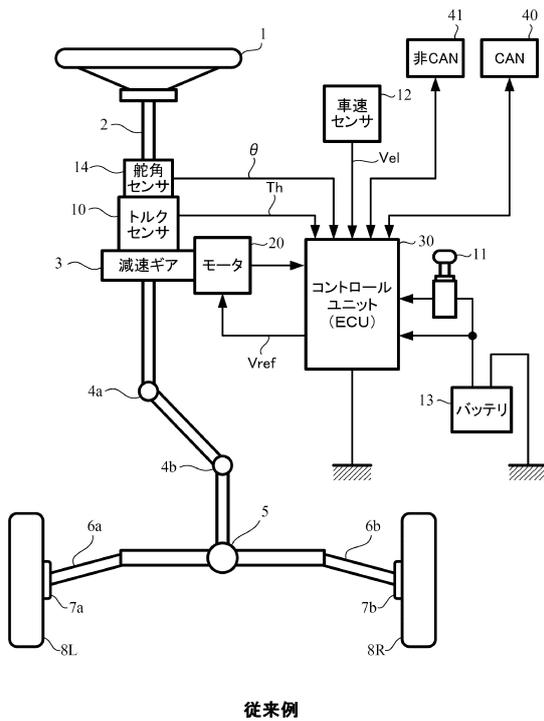
30

40

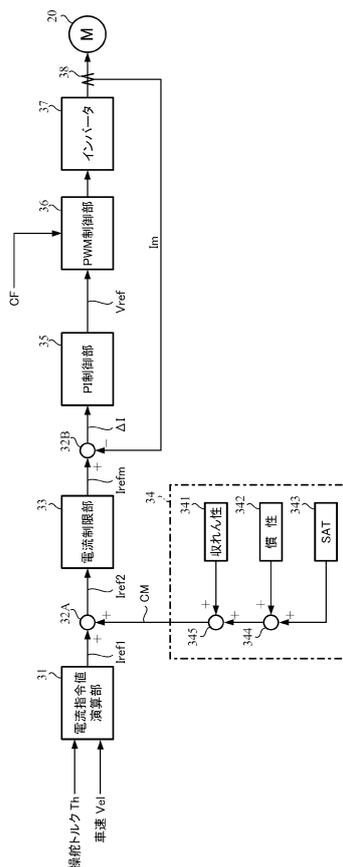
50

1 0	トルクセンサ	
1 4	舵角センサ	
2 0	モータ	
2 1	ホールICセンサ	
2 2	20°ロータセンサ	
2 4	40°ロータセンサ	
3 0	コントロールユニット(ECU)	
3 1	電流指令値演算部	
3 3、1 2 0、1 2 0 A	電流制限部	
5 0	舵角演算部	10
1 0 0	トルク制御部	
1 0 0 A	符号判定部	
1 1 0、1 4 0	操舵状態判定部	
1 3 0	電流制御部	
1 4 3、1 4 6	操舵情報判定 / 保舵判定部	
3 1 0、3 2 0	操舵状態判定部	
3 1 1、3 2 1	ヒステリシス幅設定部	
3 1 2、3 2 2	ヒステリシス中心値演算部	
3 1 3、3 2 3	ヒステリシス中心値変化検出部	
4 0 0	保舵状態検出部	20

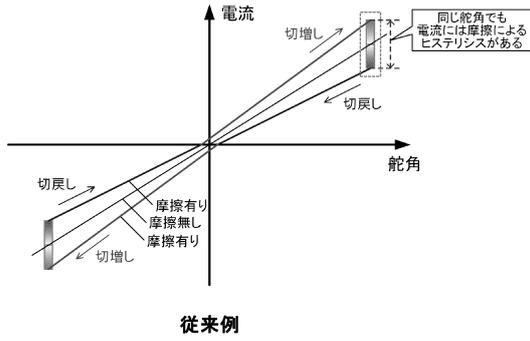
【図1】



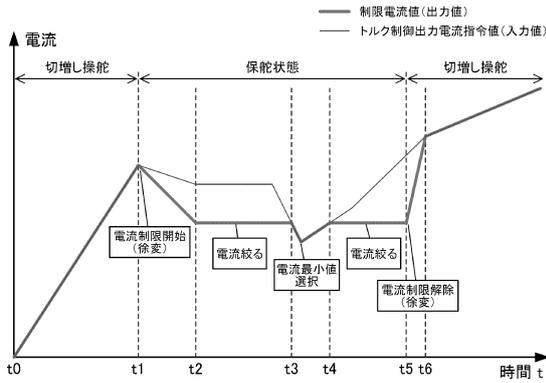
【図2】



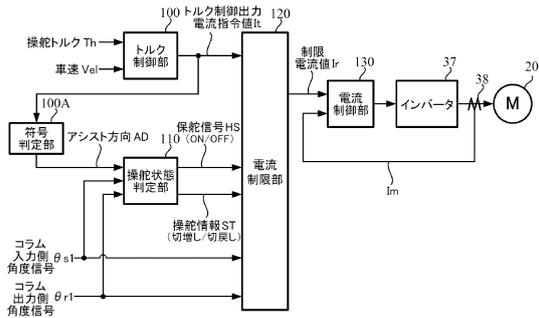
【図3】



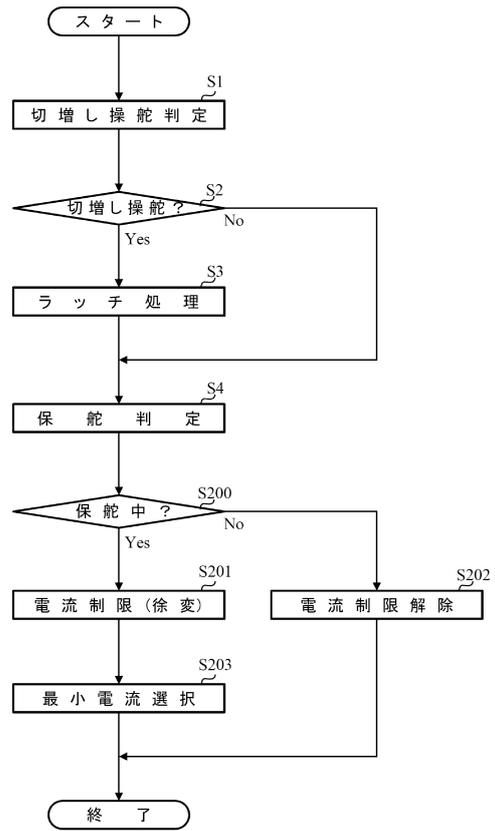
【図4】



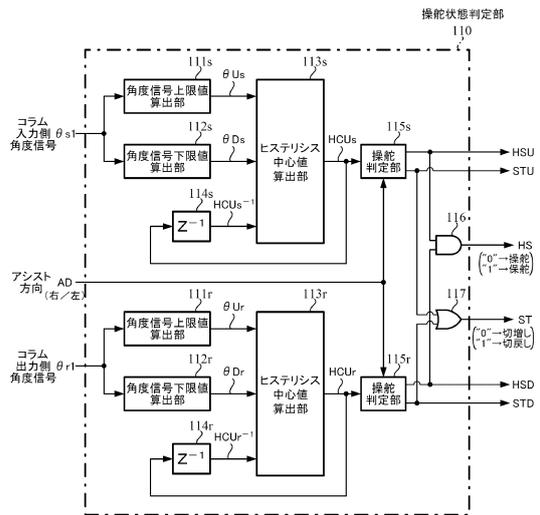
【図6】



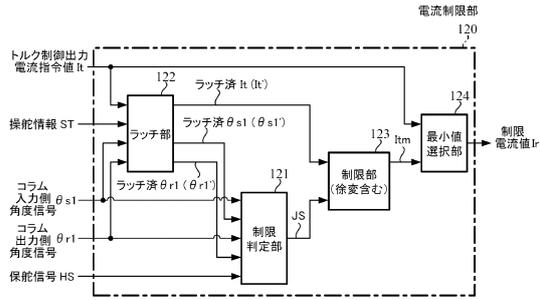
【図5】



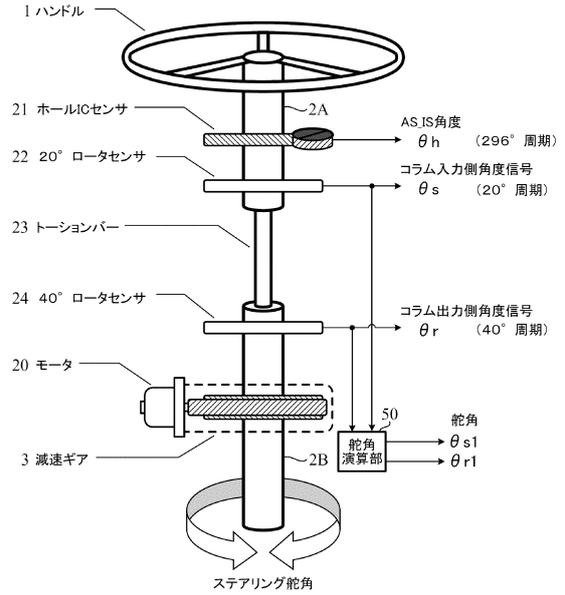
【図7】



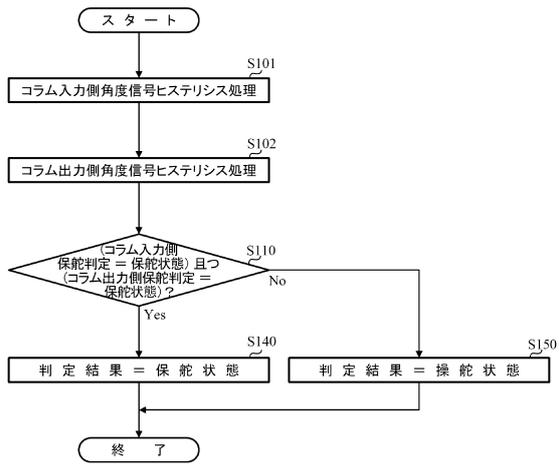
【図 8】



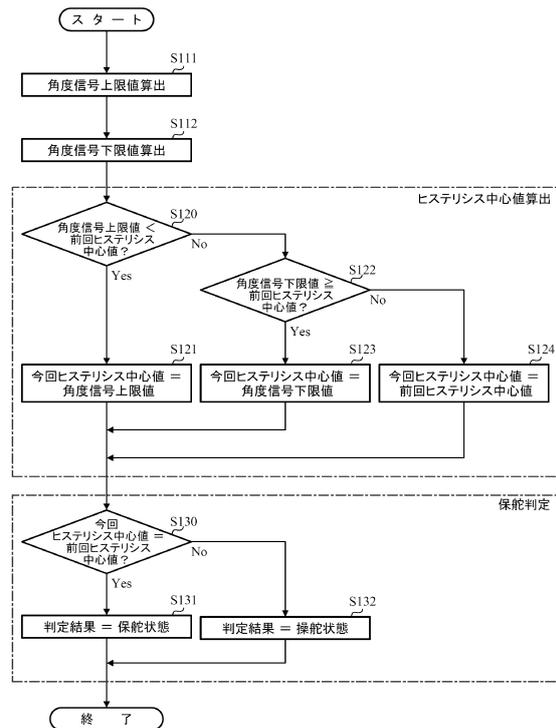
【図 9】



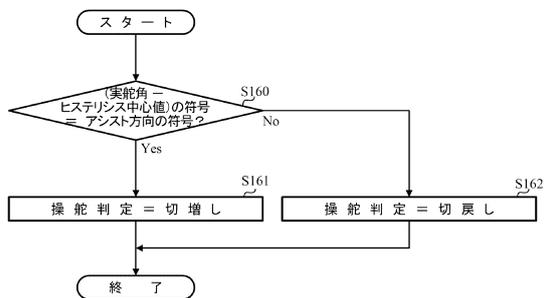
【図 10】



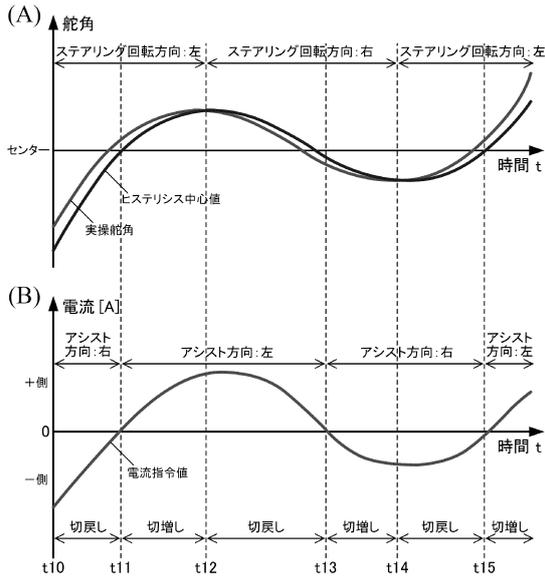
【図 12】



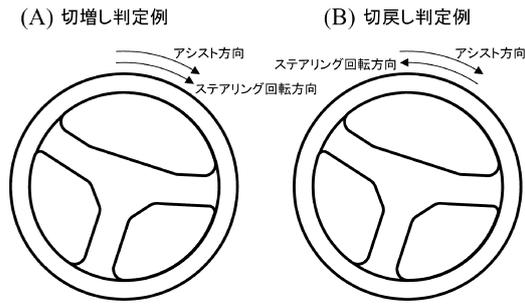
【図 11】



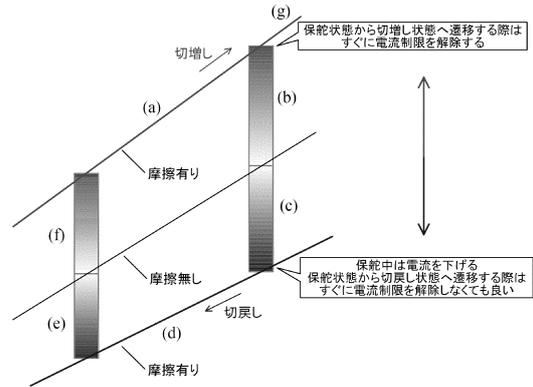
【図13】



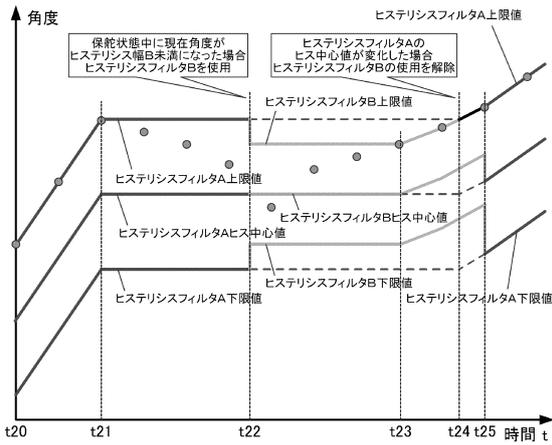
【図14】



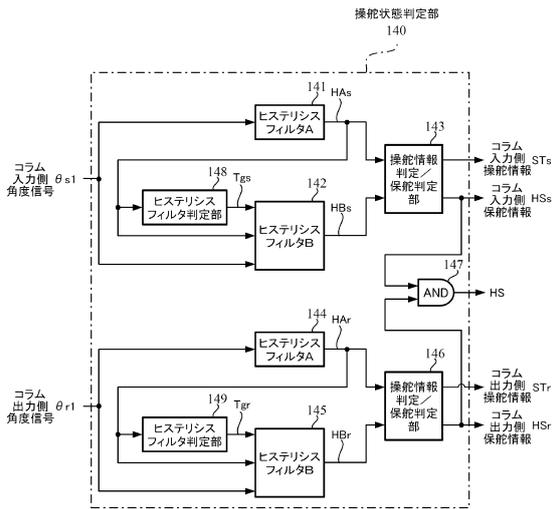
【図15】



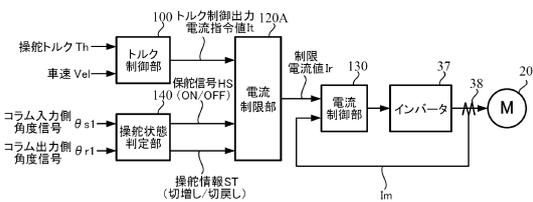
【図16】



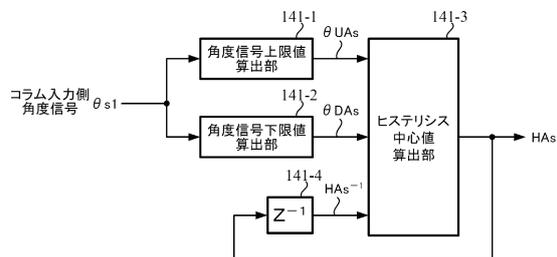
【図18】



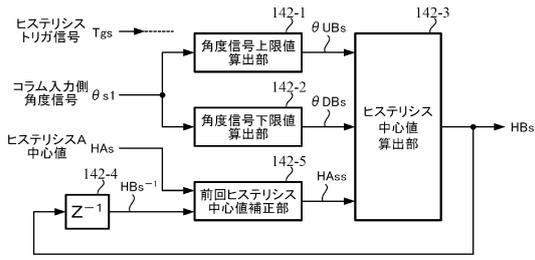
【図17】



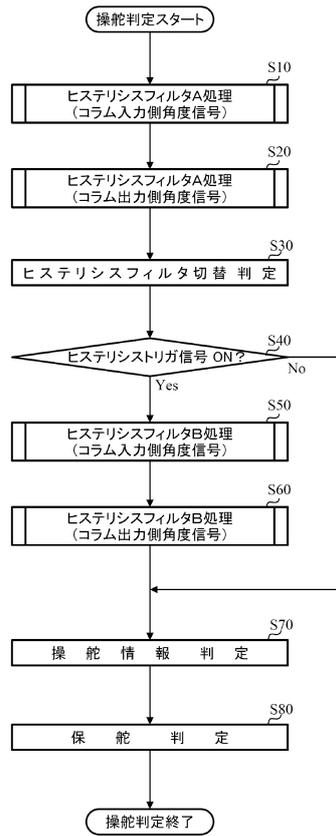
【図19】



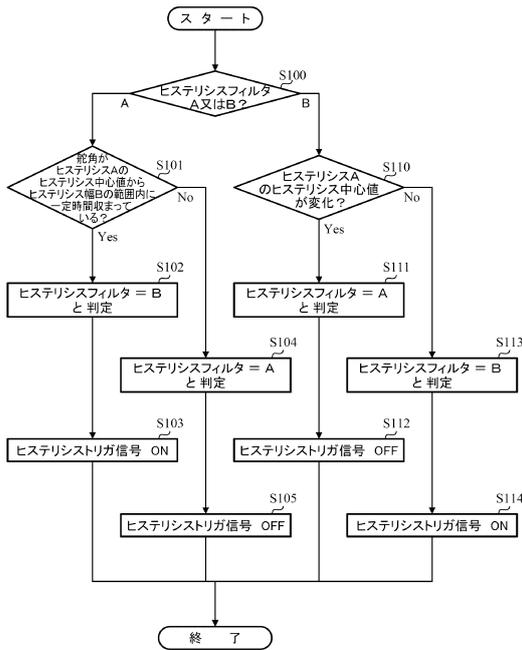
【図20】



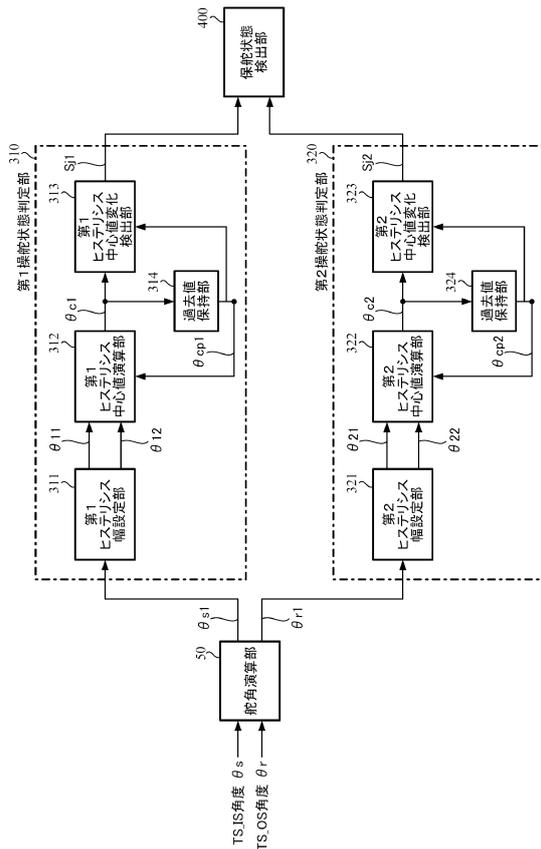
【図21】



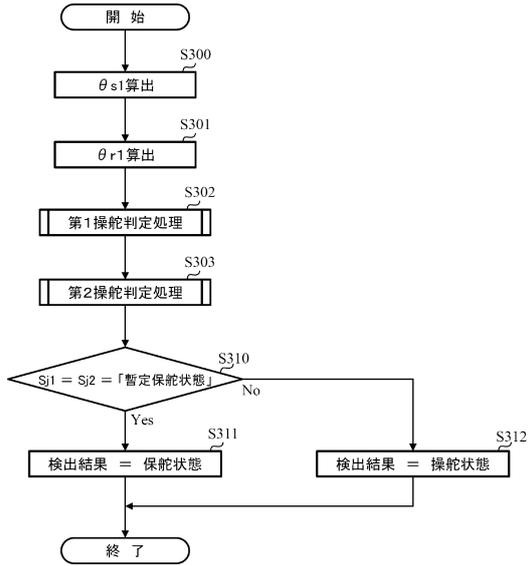
【図22】



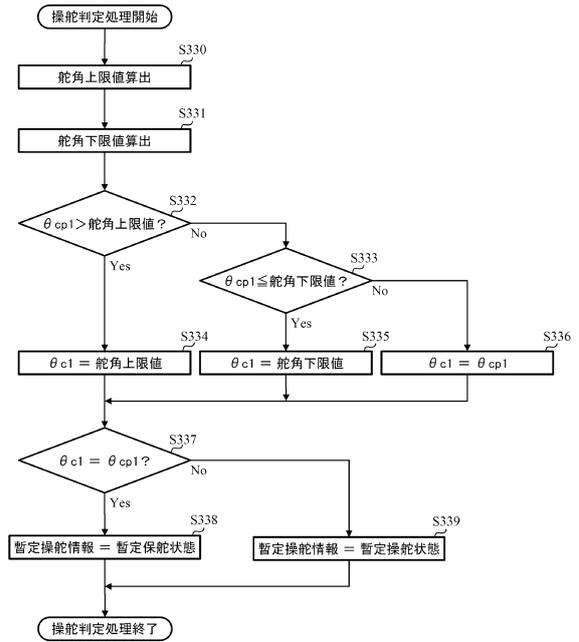
【図23】



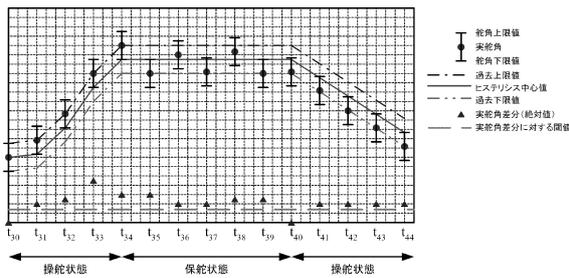
【図 2 4】



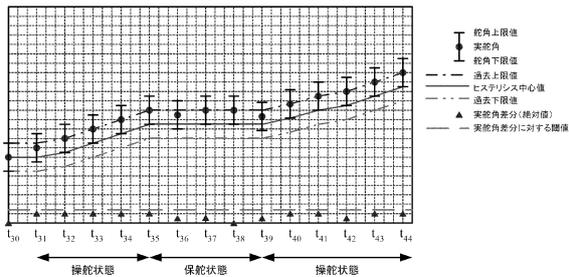
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 特願2015-28324(P2015-28324)
(32)優先日 平成27年2月17日(2015.2.17)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

早期審査対象出願

合議体
審判長 島田 信一
審判官 中川 真一
審判官 氏原 康宏

- (56)参考文献 特開2011-51537(JP,A)
特開2007-118839(JP,A)
特開平6-107206(JP,A)
特開2008-149961(JP,A)
特開2006-298300(JP,A)
特開2003-72573(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D 6/00