

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635720号
(P4635720)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011. 2. 23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010. 12. 3)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 2 D 6/00 (2006. 01)
B 6 2 D 5/04 (2006. 01)
 B 6 2 D 5/30 (2006. 01)
 B 6 2 D 101/00 (2006. 01)
 B 6 2 D 113/00 (2006. 01)

F 1
 B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 5/04
 B 6 2 D 5/30
 B 6 2 D 101/00
 B 6 2 D 113/00

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-156236 (P2005-156236)	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成17年5月27日 (2005. 5. 27)	(74) 代理人	100119644 弁理士 綾田 正道
(65) 公開番号	特開2006-327503 (P2006-327503A)	(72) 発明者	宮坂 匠吾 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(43) 公開日	平成18年12月7日 (2006. 12. 7)	(72) 発明者	久保川 範規 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
審査請求日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)	(72) 発明者	江口 孝彰 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操作入力手段と反力アクチュエータを有する操舵部と、
 操向輪と転舵アクチュエータを有する転舵部と、
 前記操作入力手段から前記操向輪に至る操舵系の途中に設けられ、正常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に切り離し、異常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に連結するクラッチと、
 正常時には、前記操作入力手段の操作量に応じて、前記反力アクチュエータと前記転舵アクチュエータの駆動制御を行う操舵制御手段と、
 を備えた車両用操舵装置において、
 前記反力アクチュエータの異常を検出する反力アクチュエータ異常検出手段を備え、
 前記操舵制御手段は、
前記反力アクチュエータの異常が検出されてから少なくとも異常と確定するまでの間、前記転舵アクチュエータへの制御指令を一定値に保持する保持転舵制御を実行し、
前記反力アクチュエータの異常と確定した場合、前記操作入力手段の操作方向と前記操向輪の転舵方向とが一致しないときは、前記保持転舵制御を中止し、前記クラッチにより前記操作入力手段と前記操向輪とが機械的に連結されるまでの間、前記操作入力手段の操作量に基づき前記転舵アクチュエータを駆動制御して前記操向輪を転舵する連結時転舵制御を実行する
 ことを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用操舵装置において、
前記操舵制御手段は、前記反力アクチュエータの異常と確定した場合、前記操作入力手段の操作方向と前記操向輪の転舵方向とが逆相であるとき、前記連結時転舵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 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、
前記操舵制御手段は、前記連結時転舵制御時、前記操作入力手段の操作量と、前記操作入力手段と前記操向輪とが機械的に連結されたときのギア比とに基づいて前記操向輪を転舵することを特徴とする車両用操舵装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、
前記操舵制御手段は、前記連結時転舵制御時、前記操作入力手段の操作量に基づき、前記操作入力手段と前記操向輪とのギア比を可変することを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の車両用操舵装置において、
前記操舵制御手段は、前記連結時転舵制御時、前記操作入力手段と前記操向輪とが機械的に連結されたときのギア比に対し、前記操作入力手段の操作量に対して前記操向輪の転舵量が小さくなるようにギア比を可変することを特徴とする車両用操舵装置。

20

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の車両用操舵装置において、
前記操舵制御手段は、前記連結時転舵制御時、前記操作入力手段の操作量と前記操向輪の転舵量とが機械的に連結されているときの関係に近づけるようにギア比を可変することを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 7】

操作入力手段と反力アクチュエータを有する操舵部と、
操向輪と転舵アクチュエータを有する転舵部と、
前記操作入力手段から前記操向輪に至る操舵系の途中に設けられ、正常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に切り離し、異常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に連結するクラッチと、
正常時には、前記操作入力手段の操作量に応じて、前記反力アクチュエータと前記転舵アクチュエータの駆動制御を行う操舵制御手段と、
を備えた車両用操舵装置において、
前記反力アクチュエータの異常を検出してから少なくとも異常と確定するまでの間、前記転舵アクチュエータへの制御指令を一定値に保持する保持転舵制御を実行し、
前記反力アクチュエータの異常と確定した場合、前記操作入力手段の操作方向と前記操向輪の転舵方向とが一致しないときは、前記保持転舵制御を中止し、前記クラッチにより前記操作入力手段と前記操向輪とが機械的に連結されるまでの間、前記操作入力手段の操作量に基づき前記操向輪を転舵する連結時転舵制御を実行する
ことを特徴とする車両用操舵装置。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドライバの操舵入力を受ける操舵部と、操向輪を転舵する転舵部との間に機械的なつながりが無いステア・バイ・ワイヤシステム等に採用される車両用操舵装置の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

従来、反力アクチュエータが一重系のステア・バイ・ワイヤ（SBW）システムでは、反力アクチュエータの異常時、反力アクチュエータ駆動電流をゼロとし、クラッチを締結し

50

て操舵部と転舵部とを機械的に連結し、バックアップモードへ移行することで、反力アクチュエータ異常時の転舵機能を維持している（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2004-209393号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記従来技術にあっては、反力アクチュエータを停止してからクラッチが締結するまでの間、操舵反力がゼロとなる反力抜けが発生するため、ドライバが操舵を行っている場合には、ドライバの意図しない操舵オーバーシュートが発生する。また、クラッチが完全に締結するまで操向輪はフリーの状態となり、セルフアライニングトルクによって直進方向へと戻る。よって、操向輪の変位による中立ずれが発生し、ドライバの所望する走行ラインに対し、車両の軌跡がずれるという問題があった。

10

【0004】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、反力アクチュエータの異常検出からバックアップモードへ移行するまでの過渡状態において、ドライバの意図しない操舵オーバーシュート、操向輪の変位量および車両の軌跡のずれを最小限に抑えることが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】

【0005】

上述の目的を達成するため、本発明では、
操作入力手段と反力アクチュエータを有する操舵部と、
操向輪と転舵アクチュエータを有する転舵部と、
前記操作入力手段から前記操向輪に至る操舵系の途中に設けられ、正常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に切り離し、異常時に前記操作入力手段と前記操向輪とを機械的に連結するクラッチと、
正常時には、前記操作入力手段の操作量に応じて、前記反力アクチュエータと前記転舵アクチュエータの駆動制御を行う操舵制御手段と、
を備えた車両用操舵装置において、
前記反力アクチュエータの異常を検出する反力アクチュエータ異常検出手段を備え、
前記操舵制御手段は、前記反力アクチュエータの異常が検出されてから少なくとも異常と確定するまでの間、前記転舵アクチュエータへの制御指令を一定値に保持する保持転舵制御を実行し、前記反力アクチュエータの異常と確定した場合、前記操作入力手段の操作方向と前記操向輪の転舵方向とが一致しないときは、前記保持転舵制御を中止し、前記クラッチにより前記操作入力手段と前記操向輪とが機械的に連結されるまでの間、前記操作入力手段の操作量に基づき前記転舵アクチュエータを駆動制御して前記操向輪を転舵する連結時転舵制御を実行することを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0006】

例えば、操作入力手段が保舵状態のときには、保持転舵制御を実行することで、ドライバの意図しない操舵オーバーシュートと操向輪の変位量および車両の軌跡のずれを抑制できるが、操作入力手段の操作方向と操向輪の転舵方向とが逆方向の場合に保持転舵制御を実行すると、操舵角と転舵角とのずれがより拡大され、操作入力手段に応じた車両の走行ラインから車両の軌跡がずれてしまう。

40

【0007】

一方、操作入力手段の操作方向と操向輪の転舵方向とが逆方向の場合には、連結転舵制御を実行することで、操向輪の変位量および車両の軌跡のずれを抑制できるが、操作入力手段が保舵状態の場合に連結転舵制御を実行すると、操向輪が内側へ切れ込み、結果車両の軌跡は内側へ巻き込んでしまう。

【0008】

本発明にあっては、操作入力手段の操舵状態に応じて保持転舵制御と連結時転舵制御と

50

を切り替えることにより、各々の状況に応じて、ドライバの意図しない操舵オーバーシュート、操向輪の変位量および車両の軌跡のずれを最小限に抑えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、実施例1、2に基づいて説明する。

【実施例1】

【0010】

まず、構成を説明する。

図1は、実施例1の車両用操舵装置が適用されたステア・バイ・ワイヤシステム（以下、「SBWシステム」という。）を示す全体構成図である。実施例1の車両用操舵装置は、(1)反力装置（操舵部）、(2)バックアップ装置、(3)転舵装置（転舵部）、(4)制御コントローラにより構成されている。以下、それぞれの構成を詳しく説明する。

【0011】

(1)反力装置

反力装置は、ハンドル（操作入力手段）1と、操舵角センサ2と、コラムシャフト3と、反力モータ（反力アクチュエータ）4と、反力モータ角センサ5と、を有して構成されている。

【0012】

操舵角センサ2は、ハンドル1の回転角である操舵角を検出する。反力モータ4は、コラムシャフト3に路面反力等を模擬する操舵反力を付加する。反力モータ角センサ5は、反力モータ4の回転角を検出する。

【0013】

(2)バックアップ装置

反力装置(1)と転舵装置(3)とを機械的に分離・連結することを可能とするバックアップ装置は、ケーブルコラム7とクラッチ6により構成されている。

【0014】

ケーブルコラム7は、クラッチ6が締結されるバックアップモード時、反力装置(1)と転舵装置(3)との間に介在する部材との干渉を避けて迂回しながらも、トルクを伝達するコラムシャフト機能を発揮する機械式バックアップ機構である。ケーブルコラム7は、2つのリールに端部がリールに固定された2本のインナーケーブルを互いに逆方向へ巻き付け、2つのリールケースに2本のインナーケーブルを内挿したアウターチューブの両端を固定することにより構成されている。

【0015】

クラッチ6は、コラムシャフト3とケーブルコラム7との間に介装され、実施例1では電磁クラッチを用いている。このクラッチ6は、締結されたとき、コラムシャフト3とピニオンシャフト8とが連結され、ハンドル1に加えられた操舵トルクは、ステアリング機構12に機械的に伝達される。

【0016】

(3)転舵装置

転舵装置は、ピニオンシャフト8と、ホイールギア9と、転舵モータ（転舵アクチュエータ）10、10と、転舵モータ角センサ11、11と、ステアリング機構12と、ラック軸力センサ13、13と、操向輪14、14により構成されている。

【0017】

転舵モータ10、10は、ホイールギア9を介してピニオンシャフト8に転舵トルクを出力する。転舵モータ角センサ11、11は、転舵モータ10、10の回転角を検出する。ステアリング機構12は、ピニオンシャフト8の回転に応じて操向輪14、14を転舵する。ラック軸力センサ13、13は、ステアリング機構12に入力されるラック軸力を検出する。

【0018】

(4)制御コントローラ

制御コントローラは、反力モータ4を駆動制御する反力コントローラ17と、転舵モータ10, 10を駆動制御する転舵コントローラ18, 18から構成され、双方向通信線19を介して情報交換可能に接続されている。

【0019】

反力コントローラ17および転舵コントローラ18, 18には、操舵角センサ2と、反力モータ角センサ5と、ラック軸力センサ13, 13と、車速を検出する車速センサ15と、ヨーレートセンサ16と、からの検出値が入力される。

【0020】

反力コントローラ17は、各センサ信号に基づいて、反力モータ指令角を設定し、反力モータ4を駆動制御する。転舵コントローラ18, 18は、各センサ信号に基づいて、転舵モータ10, 10の転舵モータ指令角を設定し、転舵モータ10, 10を駆動制御する。

10

【0021】

反力コントローラ17および転舵コントローラ18, 18は、システムの状態をモニタリングし、システムが正常に作動している間は、SBWモード（クラッチ切り離しによるステア・バイ・ワイヤ制御）を維持し、反力モータ4または反力コントローラ17が失陥した場合には、バックアップモード（クラッチ締結による電動パワーステアリング制御）へ移行する（図2の2モータSBW→2モータEPS）。ここで、転舵モータ10, 10および転舵コントローラ18, 18を冗長系としているため、一方の転舵モータ10が失陥した場合でも、失陥していない方の転舵モータ10でSBW制御を継続することができる（図2の2モータSBW→1モータSBW）。なお、反力コントローラ17と2つの転舵コントローラ18, 18が失陥した場合には、マニュアルステアリングモード（モータ制御無し）へ移行する。

20

【0022】

次に、作用を説明する。

[反力モータ異常検出時の転舵制御処理]

図3は、実施例1の転舵コントローラ18で実行される反力モータ異常検出時の転舵制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0023】

ステップS1では、正常制御時の転舵モータ指令角とバックアップモード移行時の転舵モータ指令角とのオフセット値を算出し、ステップS2へ移行する。実施例1では、バックアップモード移行時の転舵モータ指令角を、クラッチ6を締結してハンドル1と操向輪14, 14とが機械的に連結された場合の、ステアリング機構12のメカギア比（ハンドル1の操舵角に対する操向輪14, 14の転舵角の比）とする。

30

【0024】

ステップS2では、反力モータ角センサ5の検出値や反力モータ4の実電流値等に基づき、反力モータ4の異常が検出されたか否かを判定する（反力アクチュエータ異常検出手段に相当）。YESの場合にはステップS3へ移行し、NOの場合にはステップS12へ移行する。

【0025】

ステップS3では、転舵モータ指令角を異常検出時のものに保持し、ステップS4へ移行する。

40

【0026】

ステップS4では、クラッチ6に締結指令を出力し、ステップS5へ移行する。

【0027】

ステップS5では、反力モータ異常検出後、所定時間 ΔT が経過したか否かを判定する。YESの場合にはステップS6へ移行し、NOの場合にはステップS13へ移行する。

【0028】

ステップS6では、反力モータ異常を確定し、反力モータ電流を遮断してステップS7へ移行する。

【0029】

50

ステップS7では、操舵状態判断ロジックを実行する。具体的には、ハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが逆相である場合にはステップS8へ移行する。保舵状態が所定時間 ΔT 経過したか、またはハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが同相である場合にはステップS15へ移行する。

【0030】

ステップS8では、ハンドル1の操舵角とメカギア比を用いて転舵モータ指令角を算出し、ステップS9へ移行する。

【0031】

ステップS9では、反力モータ4および反力コントローラ17の異常が確定した際のオフセット値を転舵モータ指令角に加算し、ステップS10へ移行する。

10

【0032】

ステップS10では、ステップS4でクラッチ締結指令を出力後、クラッチ締結に要する所定時間経過したか否かを判定する。YESの場合にはステップS11へ移行し、NOの場合にはステップS10を繰り返す。

【0033】

ステップS11では、各モータをバックアップモードへ移行し、リターンへ移行する。

【0034】

ステップS12では、正常時のSBW制御を継続する。

【0035】

ステップS13では、クラッチ6にクラッチ解放指令を出力し、ステップS14へ移行する。

20

【0036】

ステップS14では、正常時のSBW制御に復帰する。

【0037】

ステップS15では、転舵モータ指令角を、反力モータ異常確定時の転舵モータ指令角に保持し、ステップS10へ移行する。

【0038】

[反力モータ異常検出時の転舵制御作動]

反力モータ4の異常発生時、ハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが同相である場合には、図3のフローチャートにおいて、ステップS1→ステップS2→ステップS3→ステップS4→ステップS5→ステップS6→ステップS7→ステップS15→ステップS10→ステップS11へと進む流れとなる。よって、転舵角が、反力モータ異常確定時の転舵角に維持されるため、バックアップモードへ移行する過渡状態において、ドライバの操舵オーバーシュートおよびセルフアライニングトルクに起因するハンドル1と操向輪14、14との中立位置ずれを抑制でき、車両の軌跡がハンドル1に応じた走行ラインからずれるのを抑制できる。

30

【0039】

反力モータ4の異常発生時、ハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが逆相である場合には、図3のフローチャートにおいて、ステップS1→ステップS2→ステップS3→ステップS4→ステップS5→ステップS6→ステップS7→ステップS8→ステップS9→ステップS10→ステップS11へと進む流れとなる。よって、クラッチ6が完全に締結されるまでの一定時間、ハンドル1の操舵角に応じて操向輪14、14を転舵させる正常時制御と同様の制御を継続するため、操向輪14、14の変位量および車両の軌跡がハンドル1に応じた走行ラインからずれるのを最小限に抑えることができる。

40

【0040】

また、ハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが逆相である場合には、ハンドル1の操舵角とメカギア比とから求まる転舵モータ指令角に応じて操向輪14、14が転舵される。すなわち、可変ギア比を正常時制御と同様に設定した場合、ハンドル1が操向輪14、14につられて大きく回転してしまうという問題が発生するが、可変ギア比を変化させることにより、ハンドル1が操向輪14、14につられることがなくなり、スムーズにバックアップモードへ移行することが可能となる。

50

【0041】

[保舵状態での反力モータ故障]

一般的に、定常旋回時など、保舵状態で走行している際には、ドライバはハンドルに対し路面反力に釣り合うトルクを受動的にかけることにより、保舵状態を維持している。この状態で反力モータおよびその制御装置（反力コントローラ）の異常を検知し、反力モータ電流を遮断して反力モータの出力トルクがゼロになると、ハンドルは異常発生直前にドライバがかけていたトルクにより、切り増し方向に動くことになる。これにより、ドライバの意図しない操舵オーバーシュートが発生する。

【0042】

正常時の転舵制御に用いる操舵側の角度として、反力モータの回転角を用いている場合、反力モータが失陥した際には、反力モータの回転角を制御に用いることができない。図4において、時点Aでクラッチに締結指令を出力してから、時点Cでバックアップ装置のクラッチが完全に連結するまでの間、操向輪はセルフアライニングトルクにより直進方向に戻る。つまり、ドライバは保舵状態を維持しているにもかかわらず、操向輪はその意図に沿うように動作せず、ドライバに違和感を与える上、車両の軌跡が走行ラインから大きくずれてしまう。

10

【0043】

反力モータが失陥した際、操舵角または反力モータの回転角が使える場合には、転舵制御は、操舵角または反力モータの回転角に応じて転舵するため、意図しない操舵オーバーシュートにも応じて転舵されることとなり、車両はより大きく旋回してしまう。

20

【0044】

[操舵状態での反力モータ故障]

一方、図5に示すように、操舵角と転舵角との間に位相差が発生するような操舵を行っている状況（以下、操舵状態と呼ぶ）で走行している際に、反力モータおよびその制御装置に異常が発生すると、反力モータの発生するトルクがゼロになり、また、操向輪に関してはクラッチが完全に連結するまでの間はセルフアライニングトルクにより直進方向に戻される。つまり、操向輪はドライバの意図であるハンドル操作と連動すること無しに動作することになり、ドライバに違和感を与える上、車両の軌跡が走行ラインから大きくずれてしまう。すなわち、操舵状態においては、ドライバのハンドルを切った方向に操向輪を転舵させる制御を行う方が望ましい。

30

【0045】

[保舵状態での保持転舵制御作用]

そこで、反力モータおよびその制御装置が何かしらの失陥をした場合、その制御装置により失陥を検知したと同時に転舵モータを現在の位置に保持する制御を行う（以下、保持転舵制御と呼ぶ）。これを実現する方法としては、例えば、図6のように、転舵モータ指令角を反力失陥時の値に固定する方法がある。この制御を行った場合、保舵状態で走行しているとき、反力モータの異常を検出し、バックアップモードへ移行する際、反力モータの発生トルクがゼロになるので、ハンドルが切り増し方向に動いてしまう（ハンドルを切っている方向と操向輪の向いている方向が同相）が、操向輪については、保持転舵制御を行うことによってハンドルの操作の如何にかかわらず、反力モータ異常検出時の転舵角に保持されるため、変位量は減少し、車両の軌跡も走行ラインからずれることがなくなる。

40

【0046】

[操舵状態での保持転舵制御の問題]

しかし、操舵状態で走行しているときには、操舵角と転舵角との間に位相差があるので、ハンドルを切っている方向と操向輪の向いている方向とが逆相となる状況が起こり得る。そういった状況下で反力モータの異常を検出し、バックアップモードへ移行する際、操向輪の保持転舵制御を行うと、ハンドルを切っている方向と車両の進む方向とが異なることとなり、走行ラインから車両の軌跡がずれてしまう。その上、ドライバの操舵意図が操向輪の転舵と連動していないため、違和感を与えることになる（図7）。

【0047】

50

〔操舵状態での連結時転舵制御作用〕

この問題を解決するために、反力モータおよびその制御装置の異常を検出し、バックアップモードへ移行する際の過渡状態において、クラッチを締結する指令を出してから完全に締結するまでのある一定時間は、正常時制御と同様に、操舵角に応じた転舵角制御を継続する制御を行う（以下、連結時転舵制御と呼ぶ）。この連結時転舵制御を行うことによって、操舵状態で走行しているときに反力モータおよびその制御装置の異常を検出し、バックアップモードへ移行する際に、転舵モータはハンドルの操舵角に応じて転舵されるため（反力モータの回転角が使える場合は使っても良い。）、操向輪の変位量および車両の軌跡が走行ラインからずれるのを最小限に抑えることができる（図9）。

【0048】

10

〔保舵状態での連結時転舵制御の問題〕

ただし、連結時転舵制御を行った場合、保舵状態で走行しているときに反力モータおよびその制御装置の異常を検出し、バックアップモードへ移行する際に、ハンドルの切り増し分を操向輪の転舵角指令値として与えてしまうため、操向輪が内側へ切れ込み、結果車両の軌跡は内側へ巻き込んでしまう（図8）。

【0049】

〔保持転舵制御と転舵制御の切り替え作用〕

これに対し、実施例1の車両用操舵装置では、上記保持転舵制御と連結時転舵制御とを切り替え、操向輪14、14を保持させた方が望ましい状況では保持転舵制御を行い、ドライバがハンドル1を切った方向に操向輪14、14を転舵させた方が望ましい状況では連結時転舵制御を行うようにする。これにより、各々の状況において操向輪14、14の変位量および車両の軌跡のずれを最小限に抑えることが可能となる。保持転舵制御を行っている場合の時系列に沿った車両挙動は、図6に示した通りである。また、連結時転舵制御を行っている場合の時系列に沿った車両挙動は、図9に示した通りである。

20

【0050】

ここで、上記保持転舵制御と連結時転舵制御の切り替え条件に関して、例えば、操舵角速度を用い、ある一定値以下であれば保舵状態、逆にある一定値を超えると操舵状態と判断する方法、または操舵角速度に加えて、操舵トルク、転舵トルク（ラック軸力）を用い、ある一定値以下であれば保舵状態、それを上回れば操舵中と判断し、保舵状態、または操舵中かつ操舵トルクと転舵トルクが同相の場合は保持転舵制御を行い、操舵中で操舵トルクと転舵トルクが逆相となった場合は連結時転舵制御を行うといった方法がある。

30

【0051】

次に、効果を説明する。

実施例1の車両用操舵装置にあっては、以下に列举する効果が得られる。

【0052】

(1) ハンドル1と反力モータ4を有する反力装置(1)と、操向輪14、14と転舵モータ10、10を有する転舵装置(3)と、ハンドル1から操向輪14、14に至る操舵系の途中に設けられ、正常時にハンドル1と操向輪14、14とを機械的に切り離し、異常時にハンドル1と操向輪14、14とを機械的に連結するクラッチ6と、正常時には、ハンドル1の操作量に応じて、反力モータ4と転舵モータ10、10の駆動制御を行う操舵制御手段（反力コントローラ17、転舵コントローラ18、18）と、を備えた車両用操舵装置において、反力モータ4の異常を検出する反力アクチュエータ異常検出手段（ステップS2）を備え、操舵制御手段は、反力アクチュエータ異常検出手段が異常検出してから異常と確定するまでの間、転舵モータ10、10への制御指令（転舵モータ指令角）を一定値に保持する保持転舵制御を実行し（ステップS15）、ハンドル1が所定の操舵状態のとき、保持転舵制御を中止し、操舵状態に応じた連結時転舵制御を実行する（ステップS9）。よって、各々の状況においてドライバの意図しない操舵オーバーシュート、操向輪14、14の変位量および車両の軌跡のずれを最小限に抑えることが可能となる。

40

【0053】

(2) 操舵制御手段は、ハンドル1の操作方向と操向輪14、14の転舵方向とが一致し

50

ないときには、連結時転舵制御を実行するため、ハンドル1と操向輪14, 14とが逆相の場合に保持転舵制御を継続することで、操舵角と転舵角とのずれがより拡大するのを防止でき、操向輪14, 14の変位量および車両の軌跡が走行ラインからずれるのを最小限に抑えることが可能となる。

【0054】

(3) 操舵制御手段は、連結時転舵制御時、ハンドル1の操作量と、ハンドル1と操向輪14, 14とが機械的に連結されたときのギア比（メカギア比）とに基づいて操向輪14, 14を転舵する（ステップS8）。すなわち、バックアップモードへの移行時、クラッチ6は完全に繋がっていないものの、トルクの伝達が行われる。そのような状況下で可変ギア比を正常時制御と同じ値とした場合、ハンドル1が操向輪14, 14につられて大きく回転してしまうという問題が発生するが、可変ギア比を変化させることより、ハンドル1が操向輪14, 14につられることがなくなり、スムーズにバックアップモードへ移行することができる。

10

【実施例2】

【0055】

実施例2は、連結時転舵制御では可変ギア比を反力モータ異常検出時よりも小さくする例である。なお、構成については図1に示した実施例1と同様であるため、説明を省略する。

【0056】

次に、作用を説明する。

20

〔反力モータ異常検出時の転舵制御処理〕

図10は、実施例2の転舵コントローラ18で実行される反力モータ異常検出時の転舵制御処理の流れを示すフローチャートである。なお、図3に示した実施例1と同一処理を行うステップには、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【0057】

ステップS21では、ハンドル1の操舵角と減速した可変ギア比を用いて転舵モータ指令角を算出し、ステップS9へ移行する。すなわち、実施例2では、反力モータ4の異常発生時、ハンドル1の操作方向と操向輪14, 14の転舵方向とが逆相である場合には、ハンドル1の操舵角と可変ギア比とから求まる転舵モータ指令角に応じて操向輪14, 14が転舵され、このとき、可変ギア比は、反力モータ故障検出時よりも小さな値とし、時間の経過と共に徐々にメカギア比に近づける。

30

【0058】

〔連結時転舵制御における大可変ギア比の問題〕

SBWシステムでは、ハンドルの操舵角に対する操向輪の転舵角の比であるギア比を可変にすることが可能である。例えば、低速域では可変ギア比は1対1よりも高いギア比とし、少量のハンドル操作で大舵角を切ることができるという特徴がある。しかし、連結時転舵制御を行う場合、通常時の可変ギア比を用いると問題が発生する。バックアップモードへ移行する過渡状態において、クラッチは完全には繋がっていないものの、トルクの伝達が行われる。この状況において、可変ギア比で増速された転舵角指令によって転舵モータが駆動されると、クラッチを介してハンドルを切り増し方向に大きく動かすことになる。これにより大きな転舵角指令が送られ、転舵モータが駆動され、ハンドルはより大きく回されることになる（図11）。

40

【0059】

〔ギア比可変作用〕

実施例2では、バックアップモードへの移行状態においては、可変ギア比を変化させ、それをハンドル1の操舵角に乗じた値を転舵モータ指令角とする。ただし、この際の変ギアの変化について、上記理由により反力モータ4およびその制御装置の異常検出時の値よりも小さな値とする。これにより、操舵状態におけるバックアップモード移行時、ハンドル1が大きく回されるという問題は解決される。

【0060】

50

また、バックアップモードに移行する際に可変ギア比を変化させるとき、転舵角をハンドル1と操向輪14、14とが機械的に連結されたときのメカギア比（ラック&ピニオンのギア比）の転舵角に近づけるように、可変ギア比で減速する。これにより、反力モータ4およびその制御装置の異常を検出した際の正常制御時の転舵モータ指令角から連結時転舵制御を行う際の転舵モータ指令角への値の急変は回避される（図12）。また、可変ギア比で減速するのみでも良い。

【0061】

なお、補足として、正常時のSBWモード、バックアップEPSモード、SBWからバックアップモードへの移行時の3つの状態において、転舵側と操舵側の制御の状態を図12にまとめた。

10

【0062】

次に、効果を説明する。

実施例2の車両用操舵装置にあっては、実施例1の効果(1)、(2)に加え、以下に列挙する効果が得られる。

【0063】

(4) 操舵制御手段は、連結時転舵制御時、ハンドル1の操作量に基づき、ハンドル1と操向輪14、14とのギア比を可変するため、ハンドル1が転舵角につられることがなく、スムーズにバックアップモードへ移行することができる。

【0064】

(5) 操舵制御手段は、連結時転舵制御時、ハンドル1と操向輪14、14とが機械的に連結されたときのギア比に対し、ハンドル1の操作量に対して操向輪14、14の転舵量が小さくなるようにギア比を可変するため、高速域では可変ギア比を減速される値に設定しているようなSBWシステムにおいて、バックアップモードでのギア比の方が高い場合、スムーズな移行を行うことができる。

20

【0065】

(6) 操舵制御手段は、連結時転舵制御時、ハンドル1の操作量と操向輪14、14の転舵量とが機械的に連結されているときの関係に近づけるようにギア比を可変するため、バックアップモード移行後のハンドル1と操向輪14、14の中立位置ずれを小さくできると共に、スムーズにバックアップモードへ移行することが可能となる。

【0066】

30

（他の実施例）

以上、本発明を実施するための最良の形態を、実施例1、2に基づいて説明したが、本発明の具体的な構成は、実施例1、2に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】実施例1の車両用操舵装置が適用されたステア・パイ・ワイヤシステムを示す全体構成図である。

【図2】実施例1の故障検出時のシステム状態遷移図である。

【図3】実施例1の転舵コントローラ18で実行される反力モータ異常検出時の転舵制御処理の流れを示すフローチャートである。

40

【図4】保舵状態での反力モータ故障を示すタイムチャートである。

【図5】操舵状態での反力モータ故障を示すタイムチャートである。

【図6】実施例1の保舵状態での保持転舵制御作用を示すタイムチャートである。

【図7】操舵状態での保舵転舵制御の問題を示すタイムチャートである。

【図8】保舵状態での連結時転舵制御の問題を示すタイムチャートである。

【図9】実施例1の操舵状態での連結時転舵制御作用を示すタイムチャートである。

【図10】実施例2の転舵コントローラ18で実行される反力モータ異常検出時の転舵制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】連結時転舵制御において可変ギア比大の場合の問題を示すタイムチャートであ

50

る。

【図 1 2】 実施例 2 のギア比可変作用を示すタイムチャートである。

【図 1 3】 正常時のSBWモード、バックアップEPSモード、SBWからバックアップモードへの移行時の 3 つの状態において、転舵側と操舵側の制御の状態を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 8 】

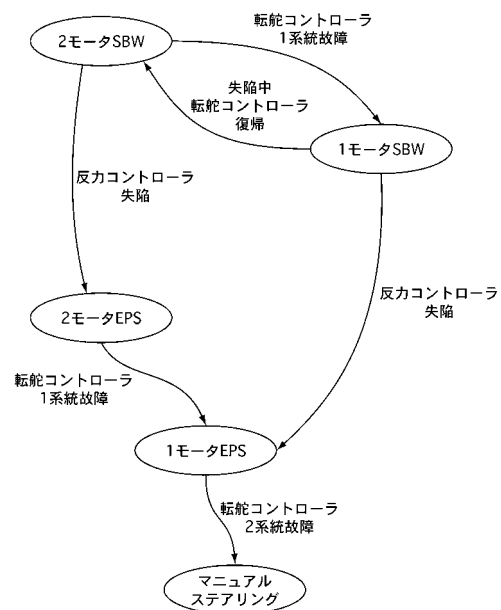
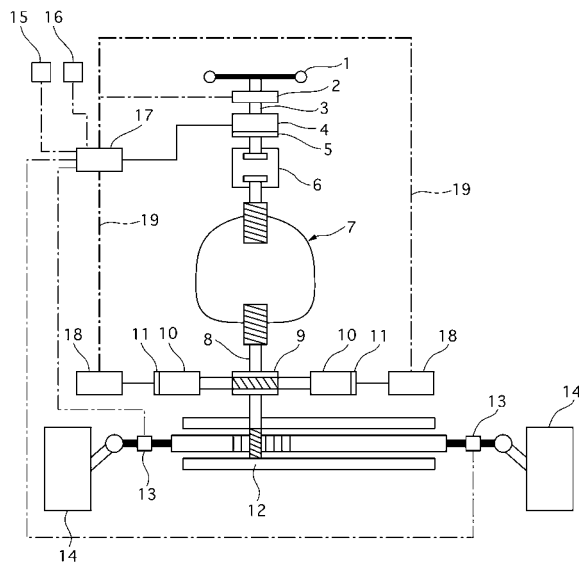
- 1 ハンドル（操作入力手段）
- 2 操舵角センサ
- 3 コラムシャフト
- 4 反力モータ（反力アクチュエータ）
- 5 反力モータ角センサ
- 6 クラッチ
- 7 ケーブルコラム
- 8 ピニオンシャフト
- 9 ホイールギア
- 10, 10 転舵モータ（転舵アクチュエータ）
- 11, 11 転舵モータ角センサ
- 12 ステアリング機構
- 13, 13 ラック軸力センサ
- 14, 14 操向輪
- 15 車速センサ
- 16 ヨーレートセンサ
- 17 反力コントローラ
- 18, 18 転舵コントローラ
- 19 双方向通信線

10

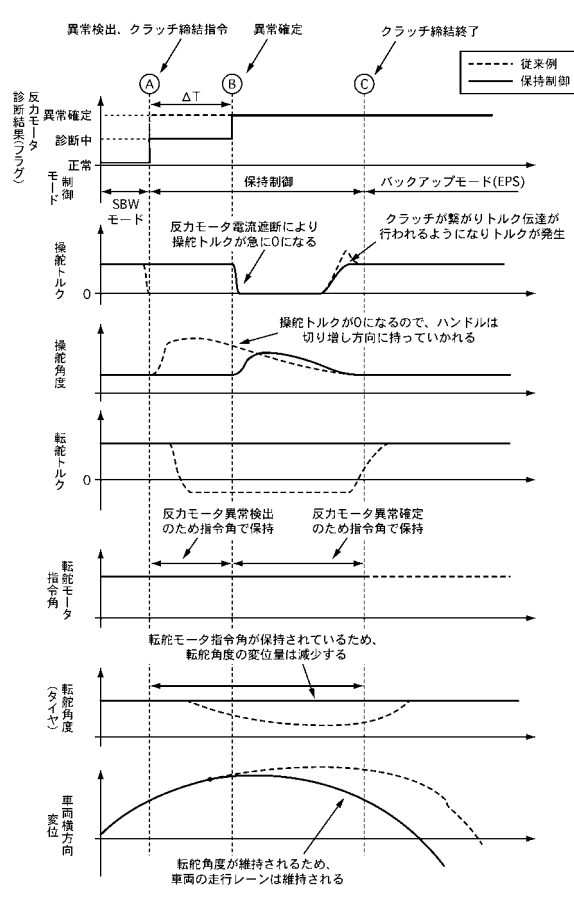
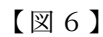
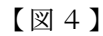
20

【図 1】

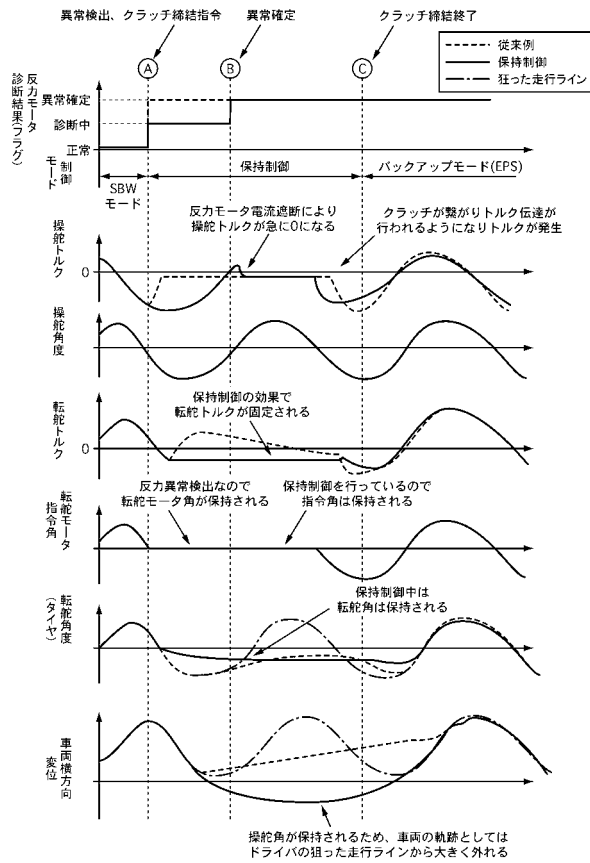
【図 2】



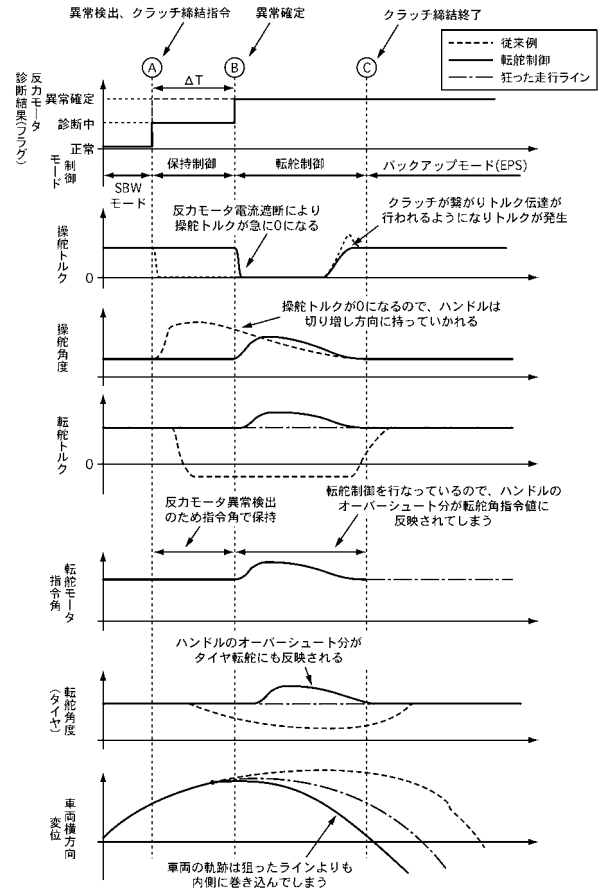
【図 3】



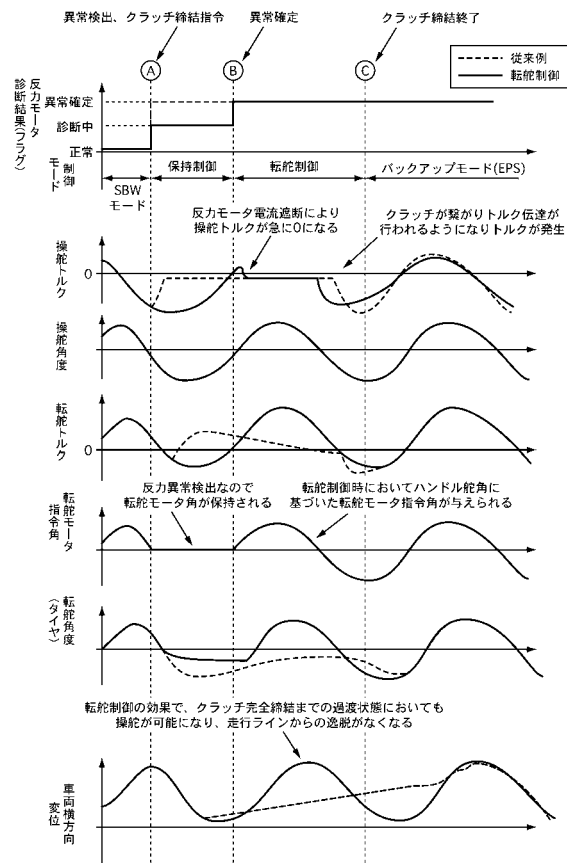
【図 7】



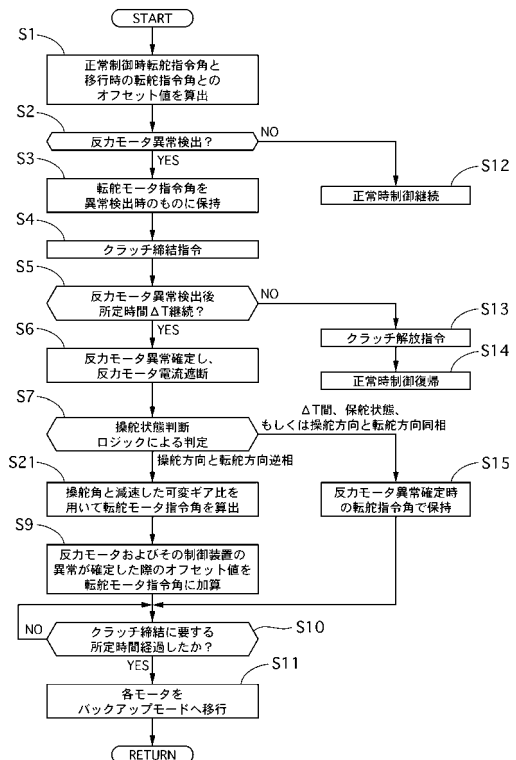
【図 8】



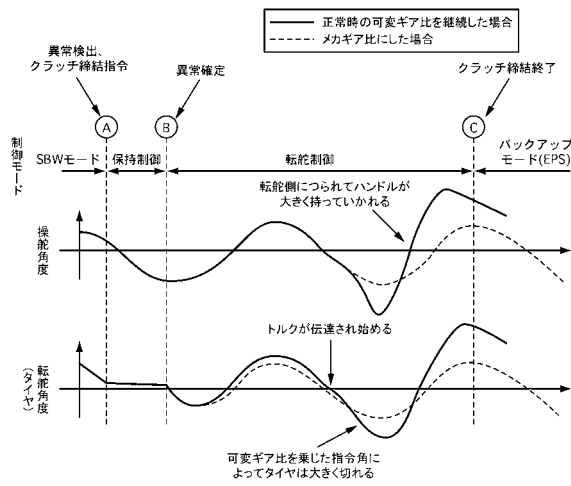
【図 9】



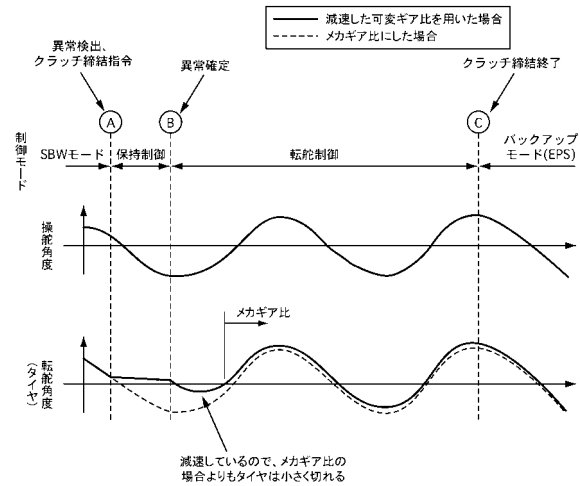
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

制御の種類		制御の内容
正常時SBWモード	転舵制御	操舵角に応じた転舵モータ指令値によって転舵モータを駆動
	反力制御	路面反力に応じたトルクをハンドルに与える
バックアップEPSモード	転舵制御	操舵トルクに応じたアシストトルクを与える
	反力制御	停止
SBWからEPSへの移行モード	転舵制御	転舵モータ角を保持する制御と操舵角に応じた転舵モータ指令値によって転舵モータを駆動する制御との切り替え
	反力制御	異常発生時にクラッチを連結する指令を出し、制御停止

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

審査官 久保田 信也

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 9 6 7 4 5 (J P, A)
特開 2 0 0 4 - 2 1 0 2 0 0 (J P, A)
特開 2 0 0 1 - 3 0 1 6 3 9 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
B 6 2 D 6 / 0 0
B 6 2 D 5 / 0 0 - 5 / 3 2