

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7662423号
(P7662423)

(45)発行日 令和7年4月15日(2025.4.15)

(24)登録日 令和7年4月7日(2025.4.7)

(51)国際特許分類

F I

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

請求項の数 7 (全23頁)

| | | | |
|----------|-------------------------------|----------|---------------------------------|
| (21)出願番号 | 特願2021-95074(P2021-95074) | (73)特許権者 | 000001247 |
| (22)出願日 | 令和3年6月7日(2021.6.7) | | 株式会社ジェイテクト |
| (65)公開番号 | 特開2022-187191(P2022-187191 A) | (73)特許権者 | 000003207 |
| (43)公開日 | 令和4年12月19日(2022.12.19) | | トヨタ自動車株式会社 |
| 審査請求日 | 令和6年5月29日(2024.5.29) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| | | (74)代理人 | 100105957 |
| | | | 弁理士 恩田 誠 |
| | | (74)代理人 | 100068755 |
| | | | 弁理士 恩田 博宣 |
| | | (72)発明者 | 内野 義友輝 |
| | | | 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 |
| | | (72)発明者 | 並河 勲 |
| | | | 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 |
| | | | 最終頁に続く |

(54)【発明の名称】 操舵制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両のステアリングホイールに操舵反力を付与するべく動作する操舵アクチュエータと、当該操舵アクチュエータとの間の動力伝達路が分離した構造とされ、車両の転舵輪を転舵させるべく動作する転舵アクチュエータを含む操舵装置を制御対象とする操舵制御装置であって、

前記ステアリングホイールの回転位置と前記転舵輪の転舵位置との位置関係が所定の対応関係となるように、前記操舵アクチュエータ、及び前記転舵アクチュエータの少なくともいずれかの動作を制御する同期制御を実行する制御部を含み、

前記制御部は、

車両の電源がオン状態にされた際の前記位置関係の前記所定の対応関係に対するずれ量の絶対値の大きさを判断するずれ量判断処理と、

前記ずれ量判断処理の判断結果に基づいて、前記転舵アクチュエータを動作させて前記転舵位置を補正処理する転舵側同期制御、及び前記操舵アクチュエータを動作させて前記回転位置を補正処理する操舵側同期制御の少なくともいずれかの前記同期制御を実行する同期制御処理と、を含む処理を実行するように構成されており、

前記同期制御処理では、前記ずれ量の絶対値が当該ずれ量の大小について小さい値である第1範囲の値である場合に前記転舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が当該ずれ量の大小について前記第1範囲の値よりも大きい値である第2範囲の値である場合に前記操舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が前記第1範囲の値と前記第2範囲の値

との間の値である第 3 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御の少なくともいずれかを実行するように構成されている操舵制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲、及び前記第 3 範囲の値である場合に前記操舵側同期制御を実行するように構成されており、

前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲、及び前記第 3 範囲の値である場合の前記操舵側同期制御は、前記ステアリングホイールを一方向に回転させる 1 動作による補正処理として実行されるように構成されている請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲、及び前記第 3 範囲の値である場合に前記操舵側同期制御を実行するように構成されており、

前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲の値である場合の前記操舵側同期制御は、前記ステアリングホイールを一方向に回転させた後に当該一方向とは反対方向に回転させる 2 動作による補正処理として実行され、

前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値である場合の前記操舵側同期制御は、前記ステアリングホイールを一方向に回転させる 1 動作による補正処理として実行されるように構成されている請求項 1 に記載の操舵制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値であるなかで当該第 3 範囲の値の大小について小さい値である第 4 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御のうちの前記操舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値であるなかで当該第 3 範囲の値の大小について前記第 4 範囲の値よりも大きい値である第 5 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御のいずれも実行するように構成されている請求項 1 ~ 請求項 3 のうちいずれか一項に記載の操舵制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 5 範囲の値である場合の前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御として、前記ずれ量の絶対値が前記第 1 範囲の値となるまでの間は前記操舵側同期制御を実行するとともに、前記ずれ量の絶対値が前記第 1 範囲の値となった後は前記転舵側同期制御を実行するように構成されている請求項 4 に記載の操舵制御装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御のいずれも実行するように構成されている請求項 1 ~ 請求項 3 のうちいずれか一項に記載の操舵制御装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記転舵側同期制御を実行する際に車両の電源がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始後に前記転舵位置を補正処理するとともに、前記操舵側同期制御を実行する際に車両の電源がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始前に前記回転位置を補正処理するように構成されている請求項 1 ~ 請求項 6 のうちいずれか一項に記載の操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操舵制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両のステアリングホイールと車両の転舵輪との間の動力伝達路を分離した、いわゆるステアバイワイヤ式の操舵装置が存在する。こうした操舵装置は、ステアリングホイールに操舵反力を付与するべく動作する操舵アクチュエータと、転舵輪を転舵させるべ

10

20

30

40

50

く動作する転舵アクチュエータとを備えている。車両の走行時、操舵装置を制御対象とする操舵制御装置は、操舵アクチュエータに対する給電制御を通じて操舵反力を発生させるとともに、転舵アクチュエータに対する給電制御を通じて転舵輪を転舵させる。

【 0 0 0 3 】

ステアバイワイヤ式の操舵装置では、ステアリングホイールの回転位置が転舵輪の転舵位置からの制約を受けない。このため、車両の電源がオフ状態でステアリングホイールに何らかの外力が加わった際、ステアリングホイールが回転するおそれがある。このとき、転舵輪は転舵しないため、ステアリングホイールの回転位置と転舵輪の転舵位置との位置関係が所定の対応関係に対してずれる状況が生じる。

【 0 0 0 4 】

そこで、例えば、特許文献 1 の操舵制御装置では、車両の電源がオン状態にされたとき、ステアリングホイールの回転位置の補正処理が実行される。操舵制御装置は、車両の電源がオフ状態にされたときのステアリングホイールの回転位置を記憶している。操舵制御装置は、車両の電源がオフ状態にされたときのステアリングホイールの回転位置と車両の電源がオン状態にされたときのステアリングホイールの回転位置との比較を通じてステアリングホイールの回転位置のずれ量を演算する。そして、操舵制御装置は、ずれ量がゼロ値になるように操舵アクチュエータを動作させる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】 特開 2 0 0 6 - 3 2 1 4 3 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 の操舵制御装置が実行する補正処理によれば、確かにステアリングホイールと転舵輪との位置関係のずれが改善される。こうしたステアリングホイールと転舵輪との位置関係を補正する方法としては、特許文献 1 の操舵制御装置が実行する補正処理の方法に限るものではなく他にもより有用な方法の提案の余地を残している。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決する操舵制御装置は、車両のステアリングホイールに操舵反力を付与するべく動作する操舵アクチュエータと、当該操舵アクチュエータとの間の動力伝達路が分離した構造とされ、車両の転舵輪を転舵させるべく動作する転舵アクチュエータとを含む操舵装置を制御対象としており、前記ステアリングホイールの回転位置と前記転舵輪の転舵位置との位置関係が所定の対応関係となるように、前記操舵アクチュエータ、及び前記転舵アクチュエータの少なくともいずれかの動作を制御する同期制御を実行する制御部を含み、前記制御部は、車両の電源がオン状態にされた際の前記位置関係の前記所定の対応関係に対するずれ量の絶対値の大きさを判断するずれ量判断処理と、前記ずれ量判断処理の判断結果に基づいて、前記転舵アクチュエータを動作させて前記転舵位置を補正処理する転舵側同期制御、及び前記操舵アクチュエータを動作させて前記回転位置を補正処理する操舵側同期制御の少なくともいずれかの前記同期制御を実行する同期制御処理と、を含む処理を実行するように構成されており、前記同期制御処理では、前記ずれ量の絶対値が当該ずれ量の大小について小さい値である第 1 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が当該ずれ量の大小について前記第 1 範囲の値よりも大きい値である第 2 範囲の値である場合に前記操舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が前記第 1 範囲の値と前記第 2 範囲の値との間の値である第 3 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御の少なくともいずれかを実行するように構成されている。

【 0 0 0 8 】

上記構成によれば、転舵側同期制御は、ステアリングホイールを回転させないなかでス

10

20

30

40

50

テアリングホイールと転舵輪との位置関係を補正処理できるメリットを有する。こうしたメリットは、上記ずれ量の絶対値が第 1 範囲の値で比較的に小さい場面で活用できる。また、操舵側同期制御は、ステアリングホイールと転舵輪との位置関係を容易に補正処理できるメリットを有する。こうしたメリットは、上記ずれ量の絶対値が第 2 範囲の値で比較的に大きい場面で活用できる。そして、上記ずれ量の絶対値が第 3 範囲の値の場面では、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御の少なくともいずれかを実行するように定めることで、要求される効果に応じてそれぞれのメリットを活用できる。したがって、ステアリングホイールと転舵輪との位置関係を補正処理する方法として、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用した方法を提案することができる。

【 0 0 0 9 】

10

上記操舵制御装置において、前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲、及び前記第 3 範囲の値である場合に前記操舵側同期制御を実行するように構成されており、前記ずれ量の絶対値が前記第 2 範囲の値である場合の前記操舵側同期制御は、前記ステアリングホイールを一方方向に回転させた後に当該一方方向とは反対方向に回転させる 2 動作による補正処理として実行され、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値である場合の前記操舵側同期制御は、前記ステアリングホイールを一方方向に回転させる 1 動作による補正処理として実行されるように構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

上記構成によれば、操舵側同期制御の 2 動作による補正処理は、ステアリングホイールを比較的に大きく回転させたとしても運転者に違和感を与え難いメリットを有する。これに対して、操舵側同期制御の 1 動作による補正処理は、ステアリングホイールの回転位置の補正処理を 2 動作による補正処理と比較して短時間で完了できるメリットを有する。この場合、操舵側同期制御が実行され得る場面について、上記ずれ量の絶対値が大きい第 2 範囲の値の場面では、2 動作による補正処理のメリットを活用できる。また、操舵側同期制御が実行され得る場面について、上記ずれ量の絶対値が小さい第 3 範囲の値の場面では、1 動作による補正処理のメリットを活用できる。これは、操舵側同期制御の各動作による補正処理のメリットを活用するのに効果的である。

20

【 0 0 1 1 】

上記操舵制御装置において、前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値であるなかで当該第 3 範囲の値の大小について小さい値である第 4 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御のうちの前記操舵側同期制御を実行し、前記ずれ量の絶対値が前記第 3 範囲の値であるなかで当該第 3 範囲の値の大小について前記第 4 範囲の値よりも大きい値である第 5 範囲の値である場合に前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御のいずれも実行するように構成されていることが好ましい。

30

【 0 0 1 2 】

上記構成によれば、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御の少なくともいずれかが実行される場面について、上記ずれ量の絶対値が大きい第 5 範囲の値の場面では、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用できる。また、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御の少なくともいずれかが実行される場面について、上記ずれ量の絶対値が小さい第 4 範囲の値の場面では、操舵側同期制御のメリットを活用できる。これは、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用するのに効果的である。

40

【 0 0 1 3 】

上記操舵制御装置において、前記制御部は、前記ずれ量の絶対値が前記第 5 範囲の値である場合の前記転舵側同期制御、及び前記操舵側同期制御として、前記ずれ量の絶対値が前記第 1 範囲の値となるまでの間は前記操舵側同期制御を実行するとともに、前記ずれ量の絶対値が前記第 1 範囲の値となった後は前記転舵側同期制御を実行するように構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のいずれも実行されるなかで上記ずれ量の絶対値が大きい第 5 範囲の値の場面では、上記ずれ量の絶対値が比較的に大

50

きい場面で活用できる操舵側同期制御のメリットをより好適に活用できる。これは、ステアリングホイールと転舵輪との位置関係を容易に補正処理する観点で効果的である。

【 0 0 1 5 】

上記操舵制御装置において、前記制御部は、前記転舵側同期制御を実行する際に車両の電源がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始後に前記転舵位置を補正処理するとともに、前記操舵側同期制御を実行する際に車両の電源がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始前に前記回舵位置を補正処理するように構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

上記構成によれば、転舵側同期制御は、車両の電源がオン状態にされた後、車両の走行開始までの時間を短くできるメリットを有する。こうしたメリットは、上記ずれ量の絶対値が第 1 範囲の値で比較的にかさい場面により効果的に活用できる。また、操舵側同期制御は、車両の挙動が運転者に違和感を与え難いメリットを有する。こうしたメリットは、上記ずれ量の絶対値が第 2 範囲の値で比較的にかさい場面により効果的に活用できる。この場合、ステアリングホイールと転舵輪との位置関係の補正処理について、車両の電源がオン状態にされてから車両の走行を開始するまでの期間を短縮する効果と、車両の挙動が運転者に違和感を与え難くする効果とを共に発揮することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明の操舵制御装置によれば、ステアリングホイールと転舵輪との位置関係を補正処理する方法として、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 ステアバイワイヤ式の操舵装置の概略構成図。

【 図 2 】 同期制御について起動時同期処理の流れを示すフローチャート。

【 図 3 】 同期制御について通常時補正処理の流れを示すフローチャート。

【 図 4 】 同期制御の処理内容を説明する図。

【 図 5 】 (a) , (b) は同期制御について処理パターン A の動作態様を説明する図。

【 図 6 】 (a) , (b) は同期制御について処理パターン B の動作態様を説明する図。

【 図 7 】 (a) ~ (c) は同期制御について処理パターン C の動作態様を説明する図。

【 図 8 】 (a) ~ (c) は同期制御について処理パターン D の動作態様を説明する図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、操舵制御装置の一実施形態を図面に従って説明する。

図 1 に示すように、操舵制御装置 1 の制御対象である操舵装置 2 は、ステアバイワイヤ式の車両用の操舵装置として構成されている。操舵装置 2 は、操舵部 4 と、転舵部 6 とを備えている。操舵部 4 は、車両のステアリングホイール 3 を介して運転者により操舵される。転舵部 6 は、運転者により操舵部 4 に入力される操舵に応じて車両の左右の転舵輪 5 を転舵させる。なお、本実施形態の操舵装置 2 は、操舵部 4 と、転舵部 6 との間の動力伝達路が機械的に常時分離した構造を有している。つまり、後述の操舵アクチュエータ 1 2 と、後述の転舵アクチュエータ 3 1 との間の動力伝達路は、機械的に常時分離した構造とされている。

【 0 0 2 0 】

操舵部 4 は、ステアリング軸 1 1 と、操舵アクチュエータ 1 2 とを備えている。ステアリング軸 1 1 は、ステアリングホイール 3 に連結されている。操舵アクチュエータ 1 2 は、駆動源である操舵側モータ 1 3 と、操舵側減速機構 1 4 とを有している。操舵側モータ 1 3 は、ステアリング軸 1 1 を介してステアリングホイール 3 に対して操舵に抗する力である操舵反力を付与する反力モータである。操舵側モータ 1 3 は、例えば、ウォームアンドホイールからなる操舵側減速機構 1 4 を介してステアリング軸 1 1 に連結されている。本実施形態の操舵側モータ 1 3 には、例えば、三相のブラシレスモータが採用されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

転舵部 6 は、ピニオン軸 2 1 と、転舵軸としてのラック軸 2 2 と、ラックハウジング 2 3 とを備えている。ピニオン軸 2 1 とラック軸 2 2 とは、所定の交差角をもって連結されている。ピニオン軸 2 1 に形成されたピニオン歯 2 1 a とラック軸 2 2 に形成されたラック歯 2 2 a とを噛み合わせることでラックアンドピニオン機構 2 4 が構成されている。つまり、ピニオン軸 2 1 は、転舵輪 5 の転舵位置である転舵角 i に換算可能な回転軸に相当する。ラックハウジング 2 3 は、ラックアンドピニオン機構 2 4 を収容している。なお、ピニオン軸 2 1 のラック軸 2 2 と連結される側と反対側の一端は、ラックハウジング 2 3 から突出している。また、ラック軸 2 2 の両端は、ラックハウジング 2 3 の軸方向の両端から突出している。そして、ラック軸 2 2 の両端には、ボールジョイントからなるラックエンド 2 5 を介してタイロッド 2 6 が連結されている。タイロッド 2 6 の先端は、それぞれ左右の転舵輪 5 が組み付けられた図示しないナックルに連結されている。

10

【 0 0 2 2 】

転舵部 6 は、転舵アクチュエータ 3 1 を備えている。転舵アクチュエータ 3 1 は、駆動源である転舵側モータ 3 2 と、伝達機構 3 3 と、変換機構 3 4 とを備えている。転舵側モータ 3 2 は、伝達機構 3 3、及び変換機構 3 4 を介してラック軸 2 2 に対して転舵輪 5 を転舵させる転舵力を付与する。転舵側モータ 3 2 は、例えば、ベルト伝達機構からなる伝達機構 3 3 を介して変換機構 3 4 に対して回転を伝達する。伝達機構 3 3 は、例えば、ボールねじ機構からなる変換機構 3 4 を介して転舵側モータ 3 2 の回転をラック軸 2 2 の往復動に変換する。本実施形態の転舵側モータ 3 2 には、例えば、三相のブラシレスモータ

20

【 0 0 2 3 】

このように構成された操舵装置 2 では、運転者によるステアリング操舵に応じて転舵アクチュエータ 3 1 からラック軸 2 2 にモータトルクが転舵力として付与されることで、転舵輪 5 の転舵角 i が変更される。このとき、操舵アクチュエータ 1 2 からは、運転者の操舵に抗する操舵反力がステアリングホイール 3 に付与される。つまり、操舵装置 2 では、操舵アクチュエータ 1 2 から付与されるモータトルクである操舵反力により、ステアリングホイール 3 の操舵に必要な操舵トルク T_h が変更される。

【 0 0 2 4 】

ちなみに、ピニオン軸 2 1 を設ける理由は、ピニオン軸 2 1 と共にラック軸 2 2 をラックハウジング 2 3 の内部に支持するためである。すなわち、操舵装置 2 に設けられる図示しない支持機構によって、ラック軸 2 2 は、その軸方向に沿って移動可能に支持されるとともに、ピニオン軸 2 1 へ向けて押圧される。これにより、ラック軸 2 2 はラックハウジング 2 3 の内部に支持される。ただし、ピニオン軸 2 1 を使用せずにラック軸 2 2 をラックハウジング 2 3 に支持する他の支持機構を設けてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

< 操舵装置 2 の電氣的構成 >

図 1 に示すように、操舵側モータ 1 3、及び転舵側モータ 3 2 は、操舵制御装置 1 に接続されている。操舵制御装置 1 は、操舵側モータ 1 3、及び転舵側モータ 3 2 の作動を制御する。操舵制御装置 1、すなわち操舵装置 2 には、主電源 4 1 が接続されている。主電源 4 1 は、車両に搭載された二次電池であり、各モータ 1 3、3 2 が動作するべく供給される電力の電力源になるとともに、操舵制御装置 1、すなわち操舵装置 2 が動作するべく供給される電力の電力源になる。

40

【 0 0 2 6 】

操舵制御装置 1 には、イグニッションスイッチ等の車両の起動スイッチ 4 2 のオンオフ状態を示す起動信号 S_{ig} が入力される。起動スイッチ 4 2 は、操舵制御装置 1 と主電源 4 1 との間に設けられている。起動スイッチ 4 2 は、エンジン等の車両の走行用駆動源を作動させて車両の動作が可能になるように各種の機能を起動する際に操作される。起動スイッチ 4 2 の操作を通じて主電源 4 1 からの電力の供給、及び遮断が切り替えられる。本実施形態において、操舵装置 2 の動作の状態は、車両の動作の状態と関連付けられている。

50

【 0 0 2 7 】

また、操舵制御装置 1 には、各種のセンサの検出結果が入力される。各種のセンサには、例えば、車速センサ 4 3、トルクセンサ 4 4、操舵側回転角センサ 4 5、及び転舵側回転角センサ 4 6 が含まれる。

【 0 0 2 8 】

車速センサ 4 3 は、車両の走行速度である車速 V を検出する。トルクセンサ 4 4 は、運転者のステアリング操舵によりステアリング軸 1 1 に付与されたトルクを示す値である操舵トルク T_h を検出する。操舵側回転角センサ 4 5 は、操舵側モータ 1 3 の回転軸の角度である回転角 s を 3 6 0 度の範囲内で検出する。転舵側回転角センサ 4 6 は、転舵側モータ 3 2 の回転軸の角度である回転角 t を 3 6 0 度の範囲内で検出する。

10

【 0 0 2 9 】

具体的には、トルクセンサ 4 4 は、ステアリング軸 1 1 における操舵側減速機構 1 4 よりもステアリングホイール 3 側の部分に設けられている。トルクセンサ 4 4 は、ステアリング軸 1 1 の途中に設けられた図示しないトーションバーの捩れに基づいて操舵トルク T_h を検出する。なお、操舵トルク T_h は、例えば右方向に操舵した場合に正の値、左方向に操舵した場合に負の値として検出する。

【 0 0 3 0 】

また、操舵側回転角センサ 4 5 は、操舵側モータ 1 3 に設けられている。操舵側モータ 1 3 の回転角 s は、操舵角 h の演算に使用される。操舵側モータ 1 3 と、ステアリング軸 1 1 とは、操舵側減速機構 1 4 を介して連動する。このため、操舵側モータ 1 3 の回転角 s と、ステアリング軸 1 1 の回転角、ひいてはステアリングホイール 3 の回転位置を示す回転角である操舵角 h との間には相関がある。したがって、操舵側モータ 1 3 の回転角 s に基づき操舵角 h を求めることができる。なお、回転角 s は、例えば右方向に操舵した場合に正の値、左方向に操舵した場合に負の値として検出する。

20

【 0 0 3 1 】

また、転舵側回転角センサ 4 6 は、転舵側モータ 3 2 に設けられている。転舵側モータ 3 2 の回転角 t は、ピニオン角 p の演算に使用される。転舵側モータ 3 2 と、ピニオン軸 2 1 とは、伝達機構 3 3、変換機構 3 4、及びラックアンドピニオン機構 2 4 を介して連動する。このため、転舵側モータ 3 2 の回転角 t と、ピニオン軸 2 1 の回転角度であるピニオン角 p との間には相関がある。したがって、転舵側モータ 3 2 の回転角 t に基づきピニオン角 p を求めることができる。また、ピニオン軸 2 1 は、ラック軸 2 2 に噛合されている。このため、ピニオン角 p とラック軸 2 2 の移動量との間にも相関関係がある。すなわち、ピニオン角 p は、転舵輪 5 の転舵位置を示す転舵角 i を反映する値である。なお、回転角 t は、例えば右方向に操舵した場合に正の値、左方向に操舵した場合に負の値として検出する。

30

【 0 0 3 2 】

< 操舵制御装置 1 の機能 >

図 1 に示すように、操舵制御装置 1 は、操舵側制御部 5 0 と、転舵側制御部 6 0 とを有している。操舵側制御部 5 0 は、操舵側モータ 1 3 への給電を制御する。転舵側制御部 6 0 は、転舵側モータ 3 2 への給電を制御する。

40

【 0 0 3 3 】

操舵制御装置 1 について、操舵側制御部 5 0、及び転舵側制御部 6 0 は、図示しない中央処理装置等の CPU やメモリを備えている。操舵側制御部 5 0、及び転舵側制御部 6 0 は、所定の演算周期毎にメモリに記憶されたプログラムを CPU が実行する。これにより、各種の処理が実行される。操舵側制御部 5 0、及び転舵側制御部 6 0 は、シリアル通信等のローカルネットワーク 4 7 を介して情報の送受信を相互に行う。本実施形態において、操舵側制御部 5 0、及び転舵側制御部 6 0 は、制御部の一例である。

【 0 0 3 4 】

具体的には、操舵側制御部 5 0 には、操舵トルク T_h 、車速 V 、及び回転角 s が入力される。操舵側制御部 5 0 は、操舵トルク T_h 、及び車速 V に基づいて、操舵反力の目標

50

値である目標反力トルクを演算する。そして、操舵側制御部 50 は、目標反力トルクに応じたモータトルクが発生するように操舵側モータ 13 を制御する。これにより、操舵部 4 に操舵反力が付与される。

【0035】

また、操舵側制御部 50 は、回転角 δ を、例えば、車両が直進しているときのステアリングホイール 3 の位置であるステアリング中立位置からの操舵側モータ 13 の回転数をカウントすることにより、360 度を超える範囲を含む積算角に換算する。そして、操舵側制御部 50 は、換算して得られた積算角に操舵側減速機構 14 の回転速度比に基づき換算係数を乗算することで、操舵角 h を演算する。こうして得られた操舵角 h は、ローカルネットワーク 47 を通じて転舵側制御部 60 に出力される。

10

【0036】

また、転舵側制御部 60 には、車速 V 、回転角 t 、及び操舵角 h が入力される。転舵側制御部 60 は、回転角 t を、例えば、車両が直進しているときのラック軸 22 の位置であるラック中立位置からの転舵側モータ 32 の回転数をカウントすることにより、360°を超える範囲を含む積算角に換算する。そして、転舵側制御部 60 は、換算して得られた積算角に、伝達機構 33 の回転速度比と、変換機構 34 のリードと、ラックアンドピニオン機構 24 の回転速度比に基づく換算係数を乗算することで、ピニオン軸 21 の実際の回転角であるピニオン角 p を演算する。

【0037】

また、転舵側制御部 60 は、操舵角 h に基づいて、ピニオン角 p の目標値である目標ピニオン角 p^* を演算する。この場合、転舵側制御部 60 は、操舵角 h に対応する目標ピニオン角 p^* を舵角比に基づき演算する。なお、舵角比とは、操舵角 h と、転舵角 i を反映するピニオン角 p との比のことであり、例えば、操舵角 h 、及び車速 V に応じて変化する。転舵側制御部 60 は、ピニオン角 p が目標ピニオン角 p^* に追従するようにフィードバック制御を実行することにより、転舵力の目標値である目標転舵トルクを演算する。そして、転舵側制御部 60 は、目標転舵トルクに応じたモータトルクが発生するように転舵側モータ 32 を制御する。これにより、転舵部 6 に転舵力が付与される。つまり、転舵側制御部 60 は、操舵角 h と転舵角 i との位置関係が舵角比に応じて定める所定の対応関係となるように、操舵装置 2 を制御する。

20

【0038】

< 起動スイッチ 42 がオフ状態 >

起動スイッチ 42 がオフ状態である間にステアリングホイール 3 に何らかの外力が加わった際、ステアリングホイール 3 が回転する場合がある。この場合、転舵側制御部 60 は、起動スイッチ 42 がオフ状態であるので、転舵側モータ 32 の制御を通じて転舵輪 5 を転舵させることはない。その結果、操舵角 h と転舵角 i との位置関係が所定の対応関係からずれてしまう。これは、起動スイッチ 42 がオフ状態である間に転舵輪 5 に何らかの外力が加わった際、転舵輪 5 が転舵する場合についても同様である。

30

【0039】

そこで、操舵制御装置 1 は、操舵角 h と転舵角 i 、すなわち操舵角 h とピニオン角 p との位置関係が所定の対応関係でない場合、当該位置関係が所定の対応関係となるように同期制御を実行するように構成されている。操舵制御装置 1 は、操舵側同期制御と、転舵側同期制御との少なくともいずれかの同期制御を実行する。

40

【0040】

操舵側同期制御は、操舵側モータ 13 の制御を通じて操舵アクチュエータ 12 を動作させる制御である。つまり、操舵側同期制御は、操舵角 h とピニオン角 p との位置関係が所定の対応関係となるようにステアリングホイール 3 の回転位置を補正処理する。なお、操舵側同期制御は、起動スイッチ 42 がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始前のタイミングで操舵側制御部 50 が実行する処理の一つである起動時同期処理として実行される。

【0041】

50

転舵側同期制御は、転舵側モータ 32 の制御を通じて転舵アクチュエータ 31 を動作させる制御である。つまり、転舵側同期制御は、操舵角 h とピニオン角 p との位置関係が所定の対応関係となるように転舵輪 5 の転舵位置を補正処理する。なお、転舵側同期制御は、起動スイッチ 42 がオン状態にされた後、且つ、車両の走行開始後のタイミングで転舵側制御部 60 が実行する処理の一つである通常時補正処理として実行される。

【0042】

< 起動時同期処理 >

図 2 は、操舵側制御部 50 による起動時同期処理の処理手順のフローチャートの一例である。操舵側制御部 50 は、制御周期毎に周期処理を実行することによって、以下の起動時同期処理を実行する。また、起動時同期処理の開始契機は、起動スイッチ 42 がオン状態にされて操舵制御装置 1 への電力の供給の開始である。

10

【0043】

起動時同期処理において、操舵側制御部 50 は、ずれ量 Δ を算出する（ステップ S10）。この処理は、起動スイッチ 42 がオン状態にされた際の操舵角 h とピニオン角 p との位置関係の所定の対応関係に対するずれの程度を判断する際の指標となる状態変数を検出するための処理である。本実施形態において、ずれ量 Δ は、起動スイッチ 42 がオン状態にされた際の操舵角 h とピニオン角 p との位置関係の所定の対応関係に対するずれ量の絶対値の大きさである。例えば、ずれ量 Δ は、操舵角 h と、ピニオン角 p に対応する値として舵角比に基づき得られる転舵変換角 p_s との差分の絶対値として算出される。なお、転舵側制御部 60 は、ピニオン角 p に対応する転舵変換角 p_s を舵角比に基づき演算することで得られる。

20

【0044】

本実施形態の操舵側制御部 50 は、起動スイッチ 42 がオフ状態である間においても、主電源 41 が接続されていれば、起動スイッチ 42 がオフ状態にされた時点での操舵角 h の値を保持するとともに、操舵側モータ 13 の回転を監視している。そして、操舵側制御部 50 は、起動スイッチ 42 がオフ状態である間に操舵側モータ 13 が回転していた場合には、その回転分だけ変化した操舵角 h を、次に起動スイッチ 42 がオン状態にされたときに演算する。これは、転舵側制御部 60 についても同様である。つまり、転舵側制御部 60 は、起動スイッチ 42 がオフ状態である間においても、主電源 41 が接続されていれば、起動スイッチ 42 がオフ状態にされた時点でのピニオン角 p の値を保持するとともに、転舵側モータ 32 の回転を監視している。そして、転舵側制御部 60 は、起動スイッチ 42 がオフ状態である間に転舵側モータ 32 が回転していた場合には、その回転分だけ変化したピニオン角 p を、次に起動スイッチ 42 がオン状態にされたときに演算する。こうして起動スイッチ 42 がオン状態にされたときに演算されるピニオン角 p は、舵角比に基づき演算される転舵変換角 p_s として操舵側制御部 50 に出力される。

30

【0045】

続いて、操舵側制御部 50 は、ずれ量 Δ が第 1 閾値 Δ_1 以下（ $\Delta \leq \Delta_1$ ）であるかを判断する（ステップ S11）。この処理は、操舵側同期制御の実行の要否を判断するためのずれ量判断処理に相当する。

【0046】

本実施形態において、第 1 閾値 Δ_1 は、ずれ量 Δ を有した状態で車両を走行開始させたとしても、当該車両の挙動が運転者に違和感を与え難いとして実験的に求められる範囲の値のなかで最大値が設定されている。本実施形態において、第 1 閾値 Δ_1 以下の値は、第 1 範囲の値に相当する。

40

【0047】

上記ステップ S11 において、操舵側制御部 50 は、ずれ量 Δ が第 1 閾値 Δ_1 以下であることを判断する場合（ステップ S11：YES）、操舵側同期制御の実行が不要であると判断する。操舵側制御部 50 は、上記ステップ S11：YES の判断結果に基づいて、起動時同期処理が完了したとして当該起動時同期処理を終了する。この場合、操舵側制御部 50 は、起動時同期処理の完了を示す情報として同期処理完了フラグ FLAG を生成し

50

、当該同期処理完了フラグ F L G をローカルネットワーク 4 7 を通じて操舵側制御部 6 0 に出力する。その後、操舵側制御部 5 0 は、ステアバイワイヤ式の操舵装置 2 について通電時の操舵側制御を実行することになる。

【 0 0 4 8 】

一方、上記ステップ S 1 1 において、操舵側制御部 5 0 は、ずれ量 が第 1 閾値 1 以下でないことを判断する場合（ステップ S 1 1 : N O ）、操舵側同期制御の実行が必要であると判断する。操舵側制御部 5 0 は、上記ステップ S 1 1 : N O の判断結果に基づいて、ずれ量 が第 1 閾値 1 と第 2 閾値 2 との和よりも大きい（ $> 1 + 2$ ）か否かを判断する（ステップ S 1 2 ）。この処理は、操舵側同期制御の実行が必要であることを判断するなかで、操舵側同期制御の具体的な補正処理の内容を決定するためのずれ量判断処理に相当する。

10

【 0 0 4 9 】

本実施形態において、第 2 閾値 2 は、ずれ量をゼロ値に近付けるべくステアリングホイール 3 を回転させたとしても、当該ステアリングホイール 3 の回転が運転者に違和感を与え難いとして実験的に求められる範囲の値のなかで最大値が設定されている。つまり、各閾値 1 , 2 の和よりも大きい値は、そのまま車両を走行開始させる、又はずれ量をゼロ値に近付けるべくステアリングホイール 3 を回転させるいずれであっても運転者に違和感を与え易いことを示す。本実施形態において、各閾値 1 , 2 の和よりも大きい値は、第 2 範囲の値に相当する。

【 0 0 5 0 】

20

上記ステップ S 1 2 において、操舵側制御部 5 0 は、ずれ量が各閾値 1 , 2 の和よりも大きいことを判断する場合（ステップ S 1 2 : Y E S ）、操舵側同期制御として通常同期制御を実行すると決定する。この場合、操舵側制御部 5 0 は、ずれ量がゼロ値（ $= 0$ ）となるように通常同期制御を実行する（ステップ S 1 3 ）。この処理は、ずれ量判断処理に相当する上記ステップ S 1 1 , S 1 2 の判断結果に基づいて実行される同期制御処理に相当する。通常同期制御は、車両の走行開始前にずれ量がゼロ値となるようにステアリングホイール 3 を回転させるなかで当該ステアリングホイール 3 の回転位置を補正処理する。本実施形態において、通常同期制御は、ステアリングホイール 3 を一方向に回転させた後に当該一方向とは反対方向に回転させる 2 動作による補正処理として定められている。

30

【 0 0 5 1 】

具体的には、通常同期制御について、操舵側制御部 5 0 は、ずれ量がゼロ値となる操舵角 h である同期目標操舵角 h^* を演算する。この場合、操舵側制御部 5 0 は、ずれ量の算出に用いた転舵変換角 p_s の値を同期目標操舵角 h^* として演算する。

【 0 0 5 2 】

また、操舵側制御部 5 0 は、同期目標操舵角 h^* に至る際に中継することになる操舵角 h である中継目標操舵角 h_r^* を演算する。この場合、操舵側制御部 5 0 は、操舵角 h 、及び同期目標操舵角 h^* のうちの正の値側に位置する角度よりもさらに正の値側に所定量だけずらした角度を中継目標操舵角 h_r^* として演算する。

【 0 0 5 3 】

40

そして、操舵側制御部 5 0 は、操舵角 h が中継目標操舵角 h_r^* に一致するようにフィードバック制御を実行することにより、ステアリングホイール 3 が回転するように操舵側モータ 1 3 を制御する。これは、通常同期制御についての 1 段階目の通常同期制御であるといえる。これにより、ステアリングホイール 3 に操舵角 h の正の値側への回転力が付与される。つまり、操舵側制御部 5 0 は、ステアリングホイール 3 が右方向の一方向に回転するように、操舵アクチュエータ 1 2 の動作を制御する。

【 0 0 5 4 】

続いて、操舵角 h が中継目標操舵角 h_r^* に一致すると、操舵側制御部 5 0 は、操舵角 h が同期目標操舵角 h^* に一致するようにフィードバック制御を実行することにより、ステアリングホイール 3 がさらに回転するように操舵側モータ 1 3 を制御する。こ

50

れは、通常同期制御についての１段階目の続きで実行される２段階目の通常同期制御であるといえる。これにより、ステアリングホイール３に操舵角 h の負の値側への回転力が付与される。つまり、操舵側制御部５０は、ステアリングホイール３が左方向である右方向とは反対方向に回転するように、操舵アクチュエータ１２の動作を制御する。

【００５５】

その後、操舵角 h が同期目標操舵角 h^* に一致すると、操舵側制御部５０は、通常同期制御、すなわち上記ステップＳ１３の処理を終了し、起動時同期処理が完了したとして当該起動時同期処理を終了する。この場合、操舵側制御部５０は、上記ステップＳ１１：ＹＥＳの判断時と同様、同期処理完了フラグＦＬＧを生成して転舵側制御部６０に出力した後、ステアバイワイヤ式の操舵装置２について通電時の操舵側制御を実行することになる。

10

【００５６】

一方、上記ステップＳ１２において、操舵側制御部５０は、ずれ量 Δh が各閾値 Δh_1 , Δh_2 の和よりも大きくないことを判断する場合（ステップＳ１２：ＮＯ）、ずれ量 Δh が第１閾値 Δh_1 よりも大きいなかで、各閾値 Δh_1 , Δh_2 の和以下であると判断する。操舵側制御部５０は、上記ステップＳ１２：ＮＯの判断結果に基づいて、ずれ量 Δh が第１閾値 Δh_1 よりも大きく、第２閾値 Δh_2 以下（ $\Delta h_1 < \Delta h \leq \Delta h_1 + \Delta h_2$ ）であるか否かを判断する（ステップＳ１４）。この処理は、ずれ量 Δh が各閾値 Δh_1 , Δh_2 の和以下であるなかで、さらに小さい値の範囲であるか否かを判断するためのずれ量判断処理に相当する。

【００５７】

20

本実施形態において、第１閾値 Δh_1 よりも大きく、第２閾値 Δh_2 以下の値は、そのまま車両を走行開始させると運転者に違和感を与え易いが、ずれ量 Δh をゼロ値に近付けるべくステアリングホイール３を回転させても運転者に違和感を与え難いことを示す。本実施形態において、各閾値 Δh_1 , Δh_2 の和以下の値は、第３範囲の値に相当する。また、第１閾値 Δh_1 よりも大きく、第２閾値 Δh_2 以下の値は、第３範囲の値であるなかで大小について小さい値である第４範囲の値に相当する。

【００５８】

上記ステップＳ１４において、操舵側制御部５０は、ずれ量 Δh が第１閾値 Δh_1 よりも大きく、第２閾値 Δh_2 以下であることを判断する場合（ステップＳ１４：ＹＥＳ）、操舵側同期制御として第１簡易同期制御を実行すると決定する。この場合、操舵側制御部５０は、ずれ量 Δh がゼロ値（ $\Delta h = 0$ ）となるように第１簡易同期制御を実行する（ステップＳ１５）。この処理は、ずれ量判断処理に相当する上記ステップＳ１１，Ｓ１２，Ｓ１４の判断結果に基づいて実行される同期制御処理に相当する。第１簡易同期制御は、車両の走行開始前にずれ量 Δh がゼロ値となるようにステアリングホイール３を回転させるなかで当該ステアリングホイール３の回転位置を補正処理する。本実施形態において、第１簡易同期制御は、ステアリングホイール３を一方向に回転させる１動作による補正処理として定められている。

30

【００５９】

具体的には、第１簡易同期制御について、操舵側制御部５０は、ずれ量 Δh がゼロ値となる操舵角 h である同期目標操舵角 h^* を演算する。この場合、操舵側制御部５０は、上記通常同期制御の実行時と同様、ずれ量 Δh の算出に用いた転舵変換角 p_s の値を同期目標操舵角 h^* として演算する。

40

【００６０】

そして、操舵側制御部５０は、操舵角 h が同期目標操舵角 h^* に一致するようにフィードバック制御を実行することにより、ステアリングホイール３が回転するように操舵側モータ１３を制御する。これにより、ステアリングホイール３に同期目標操舵角 h^* に向かう側への回転力が付与される。つまり、操舵側制御部５０は、ステアリングホイール３が左右方向のいずれか一方向に回転するように、操舵アクチュエータ１２の動作を制御する。

【００６１】

50

その後、操舵角 δ が同期目標操舵角 δ^* に一致すると、操舵側制御部 50 は、第 1 簡易同期制御、すなわち上記ステップ S 15 の処理を終了し、起動時同期処理が完了したとして当該起動時同期処理を終了する。この場合、操舵側制御部 50 は、上記ステップ S 11 : YES の判断時と同様、同期処理完了フラグ FLG を生成して転舵側制御部 60 に出力した後、ステアバイワイヤ式の操舵装置 2 について通電時の操舵側制御を実行することになる。

【0062】

一方、上記ステップ S 14 において、操舵側制御部 50 は、ずれ量 δ_{diff} が第 1 閾値 δ_{th1} よりも大きく、第 2 閾値 δ_{th2} 以下でないことを判断する場合（ステップ S 14 : NO）、操舵側同期制御として第 2 簡易同期制御を実行すると決定する。この処理は、ずれ量 δ_{diff} が第 2 閾値 δ_{th2} よりも大きく、各閾値 δ_{th1} , δ_{th2} の和以下である、すなわち各閾値 δ_{th1} , δ_{th2} の和以下のなかで、さらに大きい値であることを判断するためのずれ量判断処理に相当する。

【0063】

本実施形態において、第 2 閾値 δ_{th2} よりも大きく、各閾値 δ_{th1} , δ_{th2} の和以下の値は、そのまま車両を走行開始させる、又はずれ量 δ_{diff} をゼロ値に近付けるべくステアリングホイール 3 を回転させるいずれであっても運転者に違和感を与え易いことを示す。ただし、第 1 閾値 δ_{th1} よりも大きい値の範囲は、第 2 閾値 δ_{th2} 以下の範囲に収まる。つまり、第 1 閾値 δ_{th1} 以下の範囲でそのまま車両を走行開始させても運転者に違和感を与え難いとともに、第 1 閾値 δ_{th1} よりも大きい値の範囲でずれ量 δ_{diff} をゼロ値に近付けるべくステアリングホイール 3 を回転させても運転者に違和感を与え難いことを示す。本実施形態において、第 2 閾値 δ_{th2} よりも大きく、各閾値 δ_{th1} , δ_{th2} の和以下の値は、第 3 範囲の値であるなかで大小について第 4 範囲の値よりも大きい値である第 5 範囲の値に相当する。

【0064】

そして、操舵側制御部 50 は、上記ステップ S 14 : NO を判断する場合、ずれ量 δ_{diff} が第 1 閾値 δ_{th1} ($\delta_{\text{diff}} = \delta_{\text{th1}}$) となるように第 2 簡易同期制御を実行する（ステップ S 16）。この処理は、ずれ量判断処理に相当する上記ステップ S 11, S 12, S 14 の判断結果に基づいて実行される同期制御処理に相当する。第 2 簡易同期制御は、車両の走行開始前にずれ量 δ_{diff} が第 1 閾値 δ_{th1} となるようにステアリングホイール 3 を回転させるなかで当該ステアリングホイール 3 の回転位置を補正処理する。本実施形態において、第 2 簡易同期制御は、上記第 1 簡易同期制御と同様、ステアリングホイール 3 を一方向に回転させる 1 動作による補正処理として定められている。

【0065】

具体的には、第 2 簡易同期制御について、操舵側制御部 50 は、ずれ量 δ_{diff} が第 1 閾値 δ_{th1} となる操舵角 δ である同期目標操舵角 δ^* を演算する。この場合、操舵側制御部 50 は、ずれ量 δ_{diff} の算出に用いた転舵変換角 p_s の値を、操舵角 δ 側に第 1 閾値 δ_{th1} だけずらした値を同期目標操舵角 δ^* として演算する。

【0066】

そして、操舵側制御部 50 は、操舵角 δ が同期目標操舵角 δ^* に一致するようにフィードバック制御を実行することにより、ステアリングホイール 3 が回転するように操舵側モータ 13 を制御する。これにより、ステアリングホイール 3 に同期目標操舵角 δ^* に向かう側への回転力が付与される。つまり、操舵側制御部 50 は、ステアリングホイール 3 が左右方向のいずれか一方向に回転するように、操舵アクチュエータ 12 の動作を制御する。

【0067】

その後、操舵角 δ が同期目標操舵角 δ^* に一致すると、操舵側制御部 50 は、第 2 簡易同期制御、すなわち上記ステップ S 16 の処理を終了し、起動時同期処理が完了したとして当該起動時同期処理を終了する。この場合、操舵側制御部 50 は、上記ステップ S 11 : YES の判断時と同様、同期処理完了フラグ FLG を生成して転舵側制御部 60 に出力した後、ステアバイワイヤ式の操舵装置 2 について通電時の操舵側制御を実行するこ

10

20

30

40

50

とになる。

【0068】

< 通常時補正処理 >

図3は、転舵側制御部60による通常時補正処理の処理手順のフローチャートの一例である。転舵側制御部60は、制御周期毎に周期処理を実行することによって、以下の通常時補正処理を実行する。また、通常時補正処理の開始契機は、起動スイッチ42がオン状態にされて操舵制御装置1への電力の供給の開始後、同期処理完了フラグFLGの入力である。つまり、通常時補正処理の開始契機は、操舵側制御部50による起動時同期処理の完了である。なお、転舵側制御部60は、同期処理完了フラグFLGの入力後からステアバイワイヤ式の操舵装置2について通電時の転舵側制御を実行している。つまり、通常時補正処理は、転舵側制御部60が実行する通電時の転舵側制御の処理の一つとして実行される。

10

【0069】

通常時補正処理において、転舵側制御部60は、オフセット量 $offset$ を算出する(ステップS20)。この処理は、起動時同期処理の結果として残ったずれ量 を判断する際の指標となる状態変数を検出するための処理である。

【0070】

本実施形態において、オフセット量 $offset$ は、起動スイッチ42がオン状態にされて操舵側制御部50による起動時同期処理の完了後の操舵角 h とピニオン角 p との位置関係の所定の対応関係に対するずれ量の方向を考慮した大きさである。例えば、オフセット量 $offset$ は、操舵角 h に対応する値として舵角比に基づき得られる目標ピニオン角 p^* からピニオン角 p を減算して算出される。なお、オフセット量 $offset$ の算出に用いられる操舵角 h は、起動時同期処理の完了後の最初の制御周期で操舵側制御部50がローカルネットワーク47に対して出力する操舵角 h である。

20

【0071】

続いて、転舵側制御部60は、オフセット量 $offset$ がゼロ値($offset = 0$)であるか否かを判断する(ステップS21)。この処理は、転舵側同期制御の実行の要否を判断するための処理である。本実施形態において、オフセット量 $offset$ は、基本的に第1閾値 1 以下のずれ量 に対応する値である。これは、起動時同期処理の結果として残るずれ量 が基本的に第1閾値 1 以下であるからである。つまり、オフセット量 $offset$ は、当該オフセット量 $offset$ を有した状態で車両を走行開始させたとしても、当該車両の挙動が運転者に違和感を与え難い範囲の値である。

30

【0072】

上記ステップS21において、転舵側制御部60は、オフセット量 $offset$ がゼロ値であることを判断する場合(ステップS21: YES)、転舵側同期制御の実行が不要であると判断する。転舵側制御部60は、上記ステップS21: YESの判断結果に基づいて、通常時補正処理が完了したとして当該通常時補正処理を終了する。

【0073】

一方、上記ステップS21において、転舵側制御部60は、オフセット量 $offset$ がゼロ値でないことを判断する場合(ステップS21: NO)、転舵側同期制御の実行が必要であると判断する。この場合、転舵側制御部60は、オフセット量 $offset$ がゼロ値($offset = 0$)となるように転舵側制御として転舵オフセット制御を実行する(ステップS22)。この処理は、ずれ量判断処理に相当する起動時同期処理の上記ステップS11, S12, S14の判断結果に基づいて実行される同期制御処理に相当する。転舵オフセット制御は、車両の走行開始後にオフセット量 $offset$ がゼロ値となるように転舵輪5を転舵させるなかで当該転舵輪5の転舵位置を補正処理する。

40

【0074】

具体的には、転舵オフセット制御について、転舵側制御部60は、操舵角 h に対応する値として舵角比に基づき得られる目標ピニオン角 p^* からオフセット量 $offset$ を減算して得られる補償後の目標ピニオン角 p^* を演算する。

50

【 0 0 7 5 】

そして、転舵側制御部 60 は、オフセット量 $offset$ がゼロ値になるまでの間、通電時の転舵側制御として、ピニオン角 p が補償後の目標ピニオン角 p^* を追従するようにフィードバック制御を実行する。これにより、オフセット量 $offset$ がゼロ値でなくても、当該オフセット量 $offset$ を有した状態で車両が走行開始することができる。つまり、転舵側制御部 60 は、オフセット量 $offset$ を有した状態で車両が走行開始することができるように、転舵アクチュエータ 31 の動作を制御する。

【 0 0 7 6 】

また、転舵側制御部 60 は、車速 V に基づき検出される車両の走行開始を条件として、オフセット量 $offset$ がゼロ値になるまでの間、当該オフセット量 $offset$ を徐々にゼロ値に近付けていくように減少処理する。この場合、転舵側制御部 60 は、例えば、ピニオン角 p の変化量である転舵速度や車速 V が大きいほど減少量を増加させたりする。

10

【 0 0 7 7 】

その後、オフセット量 $offset$ がゼロ値に一致すると、転舵側制御部 60 は、転舵オフセット制御、すなわち上記ステップ S 22 の処理を終了し、通常時補正処理が完了したとして当該通常時補正処理を終了する。

【 0 0 7 8 】

< 同期制御の処理内容 >

図 4 に示すように、操舵制御装置 1 は、ずれ量 Δ の大きさに基づいて、4 種類の処理パターン A, B, C, D で同期制御を実行する。

20

【 0 0 7 9 】

< 処理パターン A >

同期制御は、ずれ量 Δ が第 1 閾値 Δ_1 以下 (図 4 中「 Δ_1 」) の場合、処理パターン A で実行される。この場合、起動時同期処理にて操舵側同期制御を実行しない (図 4 中「なし」) で、通常時補正処理にて転舵側同期制御として転舵オフセット制御を実行することになる。

【 0 0 8 0 】

< 処理パターン A の動作態様 >

例えば、図 5 (a) に示すように、起動スイッチ 42 がオン状態にされた直後、操舵角 h は、ピニオン角 p に対応する値として舵角比に基づき得られる転舵変換角 $p \rightarrow s$ に対して正の値側である右方向にずれていることを前提とする。すなわち、上記転舵変換角 $p \rightarrow s$ に対するステアリングホイール 3 の回転位置のずれ量 Δ は、第 1 閾値 Δ_1 以下の値を有する角度 $Ra \rightarrow h$ である。この場合、ステアリングホイール 3 についての操舵側同期制御は実行されないで、ずれ量 Δ として角度 $Ra \rightarrow h$ を有した状態で車両を走行開始させることになる。

30

【 0 0 8 1 】

そして、図 5 (b) に示すように、車両の走行開始時、オフセット量 $offset$ は、ずれ量 Δ の角度 $Ra \rightarrow h$ に対応する値として得られる角度 $Ra \rightarrow p$ である。続いて、車両の走行開始直後、転舵輪 5 についての転舵オフセット制御が実行されることで、オフセット量 $offset$ として角度 $Ra \rightarrow p$ がゼロ値となるように転舵輪 5 の転舵位置がステアリングホイール 3 の回転位置と所定の対応関係となるように補正される。例えば、ステアリングホイール 3 の回転位置がずれ量 Δ が角度 $Ra \rightarrow h$ の回転位置で保持されるのであれば、転舵輪 5 が角度 $Ra \rightarrow p$ だけ正の値側である右方向に転舵される。

40

【 0 0 8 2 】

< 処理パターン B >

同期制御は、ずれ量 Δ が第 1 閾値 Δ_1 よりも大きい、第 2 閾値 Δ_2 以下 ($\Delta_1 < \Delta \leq \Delta_2$) の場合、処理パターン B で実行される。この場合、起動時同期処理にて第 1 簡易同期制御を実行して、通常時補正処理にて転舵側同期制御を実行しない (図 4 中「なし」) ことになる。

【 0 0 8 3 】

50

< 処理パターン B の動作態様 >

例えば、図 6 (a) に示すように、起動スイッチ 4 2 がオン状態にされた直後、操舵角 h は、ピニオン角 p に対応する値として舵角比に基づき得られる転舵変換角 p_s に対して正の値側である右方向にずれていることを前提とする。すなわち、上記転舵変換角 p_s に対するステアリングホイール 3 の回転位置のずれ量は、第 1 閾値 1 よりも大きい、第 2 閾値 2 以下の値を有する角度 Rb_h である。この場合、車両が走行開始される前に第 1 簡易同期制御が実行されることで、ずれ量がゼロ値となるようにステアリングホイール 3 を回転させることになる。

【 0 0 8 4 】

そして、図 6 (b) に示すように、ステアリングホイール 3 についての第 1 簡易同期制御が実行されることで、ずれ量として角度 Rb_h がゼロ値となるようにステアリングホイール 3 の回転位置が転舵輪 5 の転舵位置と所定の対応関係となるように補正される。つまり、ステアリングホイール 3 の回転位置が角度 Rb_h だけ負の値側である左方向に回転される。

【 0 0 8 5 】

< 処理パターン C >

同期制御は、ずれ量が第 2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1, 2 の和以下 ($2 < 1 + 2$) の場合、処理パターン C で実行される。この場合、起動時同期処理にて第 2 簡易同期制御を実行して、通常時補正処理にて転舵オフセット制御を実行することになる。

【 0 0 8 6 】

< 処理パターン C の動作態様 >

例えば、図 7 (a) に示すように、起動スイッチ 4 2 がオン状態にされた直後、操舵角 h は、ピニオン角 p に対応する値として舵角比に基づき得られる転舵変換角 p_s に対して正の値側である右方向にずれていることを前提とする。すなわち、上記転舵変換角 p_s に対するステアリングホイール 3 の回転位置のずれ量は、第 2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1, 2 の和以下の値を有する角度 Rc_h である。この場合、車両が走行開始される前に第 2 簡易同期制御が実行されることで、ずれ量が第 1 閾値 1 となるようにステアリングホイール 3 を回転させることになる。

【 0 0 8 7 】

そして、図 7 (b) に示すように、ステアリングホイール 3 についての第 2 簡易同期制御が実行されることで、ずれ量が第 1 閾値 1 となるようにステアリングホイール 3 の回転位置が転舵輪 5 の転舵位置と所定の対応関係となるように補正される。つまり、ステアリングホイール 3 の回転位置がずれ量として第 1 閾値 1 が残るように負の値側である左方向に回転される。ここで、ステアリングホイール 3 についての操舵側同期制御が完了されたとして、ずれ量として第 1 閾値 1 を有した状態で車両を走行開始させることになる。

【 0 0 8 8 】

その後、図 7 (c) に示すように、車両の走行開始時、オフセット量 $offset$ は、ずれ量の第 1 閾値 1 に対応する値として得られる角度 $1s_p$ である。続いて、車両の走行開始直後、転舵輪 5 についての転舵オフセット制御が実行されることで、上記図 5 (b) で説明したのと同様、転舵輪 5 の転舵位置がステアリングホイール 3 の回転位置と所定の対応関係となるように補正される。つまり、ステアリングホイール 3 の回転位置がずれ量が第 1 閾値 1 の回転位置で保持されるのであれば、転舵輪 5 が角度 $1s_p$ だけ正の値側である右方向に転舵される。

【 0 0 8 9 】

< 処理パターン D >

同期制御は、ずれ量が各閾値 1, 2 の和よりも大きい ($1 + 2 <$) 場合、処理パターン D で実行される。この場合、起動時同期処理にて通常同期制御を実行して、通常時補正処理にて転舵側同期制御を実行しない (図 4 中「なし」) ことになる。

10

20

30

40

50

【0090】

< 処理パターンDの動作態様 >

例えば、図8(a)に示すように、起動スイッチ42がオン状態にされた直後、操舵角 h は、ピニオン角 p に対応する値として舵角比に基づき得られる転舵変換角 $p \rightarrow s$ に対して正の値側である右方向にずれていることを前提とする。すなわち、上記転舵変換角 $p \rightarrow s$ に対するステアリングホイール3の回転位置のずれ量は、各閾値 1 、 2 の和よりも大きい値を有する角度 $Rd \rightarrow h$ である。この場合、車両が走行開始される前に通常同期制御が実行されることで、ずれ量がゼロ値となるようにステアリングホイール3を回転させることになる。

【0091】

そして、図8(b)に示すように、ステアリングホイール3についての1段階目の通常同期制御が実行される。1段階目の通常同期制御により、ずれ量が一旦大きくなるようにステアリングホイール3の回転位置が転舵輪5の転舵位置と所定の対応関係からさらにずれるように補正される。つまり、ステアリングホイール3の回転位置が所定量として角度 $Rd \rightarrow r$ だけずれるように正の値側である右方向に回転される。この場合、ずれ量は、角度 $Rd \rightarrow h$ よりも大きい値である各角度 $Rd \rightarrow h$ 、 $Rd \rightarrow r$ の和となるように一旦大きくなる。

【0092】

続いて、図8(c)に示すように、ステアリングホイール3についての2段階目の通常同期制御が実行される。2段階目の通常同期制御により、ずれ量として一旦大きくなった角度 $Rd \rightarrow h$ 、 $Rd \rightarrow r$ の和がゼロ値となるようにステアリングホイール3の回転位置が転舵輪5の転舵位置と所定の対応関係となるように補正される。この場合、ステアリングホイール3の回転位置が各角度 $Rb \rightarrow h$ 、 $Rd \rightarrow r$ の和だけ負の値側である左方向に回転される。

【0093】

< 本実施形態の作用 >

本実施形態によれば、転舵側同期制御の転舵オフセット制御は、ステアリングホイール3を回転させないなかでステアリングホイール3と転舵輪5との位置関係を補正処理できるメリットを有する。こうしたメリットは、ずれ量が第1閾値 1 以下の値の場面で活用できる。

【0094】

例えば、図4に示すように、ずれ量が第1閾値 1 以下の値の場面では、処理パターンAでの同期制御を定めている。

この場合、図5(a)、(b)に示すように、ずれ量として第1閾値 1 以下を有した状態で車両を走行開始させて、当該走行開始後にステアリングホイール3と転舵輪5との位置関係が所定の対応関係となるように転舵輪5の転舵位置が補正されることになる。つまり、車両の走行開始前に同期制御を実行しないことで、起動スイッチ42がオン状態にされてから車両の走行開始までの期間が短くなる。また、ステアリングホイール3が自動的に回転されないので、運転者に違和感を与えられ難くなる。

【0095】

また、操舵側同期制御の通常同期制御は、ステアリングホイール3と転舵輪5との位置関係を容易に補正処理できるメリットを有する。こうしたメリットは、ずれ量が各閾値 1 、 2 の和よりも大きい値の場面で活用できる。

【0096】

例えば、図4に示すように、ずれ量が各閾値 1 、 2 の和よりも大きい値の場面では、処理パターンDの同期制御を定めている。

この場合、図8(a)~(c)に示すように、車両の走行開始前にステアリングホイール3と転舵輪5との位置関係が所定の対応関係となるようにステアリングホイール3の回転位置が補正されることになる。そして、ステアリングホイール3は、正の値側の右方向に回転した後に負の値側の左方向に回転する2動作を基本的な動作として回転する。つま

10

20

30

40

50

り、ステアリングホイール 3 を回転させればよいので、ステアリングホイール 3 と転舵輪 5 との位置関係を容易に補正処理できる。また、ステアリングホイール 3 を大きく回転させる際には 2 動作を基本的な動作として現れることを運転者に把握させることができるため、ステアリングホイール 3 を比較的に大きく回転させたとしても運転者に違和感が与えられ難くなる。

【 0 0 9 7 】

そして、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりも大きい、各閾値 1 , 2 の和以下の値の場面では、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御の少なくともいずれかを実行するように定めることで、要求される効果に応じてそれぞれのメリットを活用できる。

【 0 0 9 8 】

具体的には、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりも大きい、各閾値 1 , 2 の和以下の値のなかで、第 2 閾値 2 よりも大きい値の場面では、転舵側同期制御の転舵オフセット制御、及び操舵側同期制御の第 2 簡易同期制御のメリットを活用できる。

【 0 0 9 9 】

例えば、図 4 に示すように、ずれ量 が第 2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1 , 2 の和以下の値の場面では、処理パターン C の同期制御を定めている。

この場合、図 7 (a) , (b) に示すように、車両の走行開始前にステアリングホイール 3 と転舵輪 5 との位置関係のずれ量 が第 1 閾値 1 まで小さくなるようにステアリングホイール 3 の回転位置が補正されることになる。そして、ステアリングホイール 3 は、左右方向の一方向に回転する 1 動作で回転する。

【 0 1 0 0 】

その後、図 7 (c) に示すように、ずれ量 として第 1 閾値 1 を有した状態で車両を走行開始させて、当該走行開始後にステアリングホイール 3 と転舵輪 5 との位置関係が所定の対応関係となるように転舵輪 5 の転舵位置が補正されることになる。

【 0 1 0 1 】

つまり、ステアリングホイール 3 を回転させるにしても当該回転の大きさが最小限に抑えられるので、運転者に違和感が与えられ難くなるとともに、起動スイッチ 4 2 がオン状態にされてから車両の走行開始までの期間が短くなる。

【 0 1 0 2 】

また、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりも大きい、各閾値 1 , 2 の和以下の値のなかで、第 2 閾値 2 以下の値の場面では、操舵側同期制御の第 1 簡易同期制御のメリットを活用できる。

【 0 1 0 3 】

例えば、図 4 に示すように、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりも大きい、第 2 閾値 2 以下の値の場面では、処理パターン B の同期制御を定めている。

この場合、図 6 (a) , (b) に示すように、車両の走行開始前にステアリングホイール 3 と転舵輪 5 との位置関係が所定の対応関係となるようにステアリングホイール 3 の回転位置が補正されることになる。この場合、ステアリングホイール 3 は、左右方向の一方向に回転する 1 動作で回転する。つまり、車両の走行開始前にステアリングホイール 3 を回転させたとしても 2 動作での回転と比較して短時間で回転が完了する。

【 0 1 0 4 】

< 本実施形態の効果 >

(1) 本実施形態では、ステアリングホイール 3 と転舵輪 5 との位置関係を補正処理する方法として、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用した方法を提案することができる。

【 0 1 0 5 】

(2) 操舵側同期制御の通常同期制御の 2 動作による補正処理は、ステアリングホイール 3 を比較的に大きく回転させたとしても運転者に違和感を与え難いメリットを有する。これに対して、操舵側同期制御の各簡易同期制御の 1 動作による補正処理は、ステアリングホイール 3 の回転位置の補正処理を 2 動作による補正処理と比較して短時間で完了でき

10

20

30

40

50

るメリットを有する。この場合、ずれ量 が各閾値 1, 2 の和よりも大きい値の場面では、2 動作による補正処理のメリットを活用できる。また、ずれ量 が各閾値 1, 2 の和以下の値の場面では、1 動作による補正処理のメリットを活用できる。これは、操舵側同期制御の各動作による補正処理のメリットを活用するのに効果的である。

【0106】

(3) ずれ量 が第2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1, 2 の和以下の値の場面では、転舵オフセット制御、及び操舵側同期処理の1 動作による補正処理のメリットを活用できる。また、ずれ量 が第1 閾値 1 よりも大きい、第2 閾値 2 以下の値の場面では、操舵側同期処理の1 動作による補正処理のメリットを活用できる。これは、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のメリットを活用するのに効果的である。

10

【0107】

(4) 特に、ずれ量 が第2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1, 2 の和以下の値の場面では、1 動作による補正処理のメリットをより好適に活用できる。これは、ステアリングホイール3 と転舵輪5 との位置関係を容易に補正処理する観点で効果的である。

【0108】

(5) 転舵側同期制御の転舵オフセット制御は、起動スイッチ4 2 がオン状態にされた後、車両の走行開始までの時間を短くできるメリットを有する。こうしたメリットは、ずれ量 が第1 閾値 1 以下の値の場面でより効果的に活用できる。また、操舵側同期制御の通常同期制御、及び各簡易同期制御は、車両の挙動が運転者に違和感を与えにくいメリットを有する。こうしたメリットは、ずれ量 が第1 閾値 1 よりも大きい値の場面でより効果的に活用できる。この場合、ステアリングホイール3 と転舵輪5 との位置関係の補正処理について、起動スイッチ4 2 がオン状態にされてから車両の走行を開始するまでの期間を短縮する効果と、車両の挙動が運転者に違和感を与え難くする効果とを共に発揮することができる。

20

【0109】

<他の実施形態>

上記実施形態は次のように変更してもよい。また、以下の他の実施形態は、技術的に矛盾しない範囲において、互いに組み合わせることができる。

【0110】

・操舵側同期制御について、通常同期制御は、各簡易同期制御と同様、ステアリングホイール3 を一方向に回転させる1 動作による補正処理として定めることもできる。

30

・操舵側同期制御について、通常同期制御では、操舵角 h 、及び同期目標操舵角 h^* のうちの負の値側に位置する角度よりもさらに負の値側に所定量だけずらした角度を中継目標操舵角 h_{r^*} として演算することもできる。また、通常同期制御では、操舵角 h 、及び同期目標操舵角 h^* の位置関係に応じて中継目標操舵角 h_{r^*} の演算の手法を変更してもよい。また、通常同期制御では、1 段階目の通常同期制御で操舵角 h が同期目標操舵角 h^* を一旦は跨ぐように中継目標操舵角 h_{r^*} を演算することもできる。

【0111】

・操舵側同期制御について、各簡易同期制御は、通常同期制御と同様、ステアリングホイール3 を一方向に回転させた後に当該一方向とは反対方向に回転させる2 動作による補正処理として定めることもできる。

40

【0112】

・操舵側同期制御について、ステアリングホイール3 の回転は、転舵オフセット制御と同様、起動スイッチ4 2 がオン状態にされた後、車両の走行開始後のステアリングホイール3 が操舵されるなかで徐々に反映させるようにしてもよい。

【0113】

・通常時補正処理の転舵オフセット制御について、オフセット量 $offset$ の減少処理は、車両の走行開始後、車両の制動や停止のタイミングで実行することもできる。

・通常時補正処理の転舵オフセット制御について、オフセット量 $offset$ の減少処理は、起動スイッチ4 2 がオン状態にされた後、操舵側制御部5 0 による起動時同期処理の

50

完了後であれば、車両の走行開始前のタイミングで実行することもできる。この場合、転舵オフセット制御は、車両の走行開始前であってもステアリングホイール 3 が操舵される間に実行するようにしてもよい。また、転舵オフセット制御は、起動時同期処理の完了後、状況に関係なく起動時同期処理の続きで実行するようにしてもよい。

【0114】

・同期制御は、ずれ量 が第 2 閾値 2 よりも大きい、各閾値 1, 2 の和以下の場合、処理パターン B、又は処理パターン D で実行されるようにしてもよい。この場合、同期制御を処理パターン C で実行する構成を削除することができる。これは、車両の走行開始前に操舵角 h とピニオン角 p との位置関係を所定の対応関係にできるだけ近づけておきたい要求に応えるのに効果的である。

10

【0115】

・同期制御は、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりも大きい、第 2 閾値 2 以下の場合、処理パターン A、又は処理パターン C で実行されるようにしてもよい。この場合、同期制御を処理パターン B で実行する構成を削除することができる。これは、起動スイッチ 4 2 がオン状態にされてから車両の走行を開始するまでの期間をできるだけ短縮したい要求に応えるのに効果的である。

【0116】

・同期制御は、ずれ量 が第 1 閾値 1 よりもさらに小さい極小閾値 min の場合、転舵側同期制御、及び操舵側同期制御のいずれも実行しないようにしてもよい。例えば、極小閾値 min は、ずれ量 を有した状態で車両を走行開始させたとしても、当該車両の挙動が運転者に違和感をより与え難いとして実験的に求められる範囲の値として設定される。この場合、起動スイッチ 4 2 がオン状態とされた後、同期制御自体が実行されない状況を作り出すことができる。

20

【0117】

・処理パターン C の同期制御では、第 2 簡易同期制御を通じてずれ量の半分の値分だけステアリングホイール 3 の回転位置を補正処理した後、転舵オフセット制御を通じて転舵輪 5 の転舵位置を補正処理するようにしてもよい。また、処理パターン C の同期制御では、第 2 簡易同期制御を通じて第 2 閾値 2 分だけステアリングホイール 3 の回転位置を補正処理した後、転舵オフセット制御を通じて転舵輪 5 の転舵位置を補正処理するようにしてもよい。

30

【0118】

・車室内において、例えば、インスツルメントパネル、所謂、インパネには、操舵側同期制御の実行中である旨を運転者に報知する報知装置を設けるようにしてもよい。報知装置の報知動作としては、文字によるメッセージを表示させたり、音声によるメッセージを発したり、電子音を発生させたりすることが挙げられる。このようにすれば、運転者は、ステアリングホイール 3 が自動的に回転すること、自動的に回転しているステアリングホイール 3 が停止することを認識することができる。これは、操舵側同期制御について、運転者に違和感を与え難くするのに効果的である。

【0119】

・舵角比は、製品仕様などに応じて適宜の値に設定される。舵角比は、例えば、「 $h : i$ 」、すなわち「 $h : p$ 」が「 $1 : 1$ 」、又は「 $1 : 3$ 」でもよい。「 $h : p$ 」が「 $1 : 3$ 」の場合、操舵角 h の 10° の変化に対して、転舵角 i が 30° の変化を伴うことになる。また、「 $h : p$ 」が「 $1 : 1$ 」の場合、転舵変換角 p_s とピニオン角 p とが基本的に一致する。この場合、起動時同期処理のステップ S 10 では、ずれ量 が操舵角 h とピニオン角 p との差分の絶対値として得ることができる。また、通電時の転舵側制御で用いられる目標ピニオン角 p^* が操舵角 h と基本的に一致する。つまり、通常時補正処理のステップ S 20 では、オフセット量 $offset$ が操舵角 h からピニオン角 p を減算して得ることができる。

40

【0120】

・操舵制御装置 1 では、操舵側制御部 50 が操舵側モータ 13 を動作させる機能と転舵

50

側制御部 60 が転舵側モータ 32 を動作させる機能とを集約した機能を有する一の制御部を構成してもよい。この場合、同期制御に関わる処理は、起動時同期処理の上記ステップ S11: YES の判断に相当する処理後に、通常時補正処理の上記ステップ S20, S22 に相当する処理を実行するように構成すればよい。また、同期制御に関わる処理は、起動時同期処理の上記ステップ S16 に相当する処理後に、通常時補正処理の上記ステップ S20, S22 に相当する処理を実行するように構成すればよい。

【0121】

・操舵側制御部 50 では、目標反力トルクを演算する際、ステアリングホイール 3 の動作状態に応じて変化する状態変数を少なくとも用いていれればよい。この場合、操舵側制御部 50 では、車速 V 、又は操舵トルク T_h を用いる代わりに他の要素を用いてもよいし、他の要素を組み合わせて用いるようにしてもよい。

10

【0122】

・操舵側制御部 50 では、操舵トルク T_h に基づき演算される目標操舵トルクに操舵トルク T_h を追従させるトルクフィードバック制御の実行により演算される値を目標反力トルクとして演算してもよい。

【0123】

・操舵側制御部 50 では、操舵トルク T_h に応じたステアリング軸 11 の捩れ分を考慮し、当該捩れ分を回転角 δ に対して加減算等を通じて加味することで操舵角 θ を演算してもよい。

【0124】

20

・操舵角 θ は、ステアリング軸 11 の回転角度を検出するべく当該ステアリング軸 11 に設けられるステアリングセンサの検出結果を用いてもよい。

・ピニオン角 ϕ は、ピニオン軸 21 の回転角度を検出するべく当該ピニオン軸 21 に設けられるピニオン角センサの検出結果を用いてもよい。

【0125】

・上記実施形態において、転舵側モータ 32 は、例えば、ラック軸 22 の同軸上に配置するものや、ラック軸 22 にラックアンドピニオン機構を構成するピニオン軸に対してウォームアンドホイールを介して接続されるものを採用してもよい。

【0126】

・上記実施形態において、操舵制御装置 1 は、1) コンピュータプログラム (ソフトウェア) に従って動作する 1 つ以上のプロセッサ、2) 各種処理のうち少なくとも一部の処理を実行する特定用途向け集積回路 (ASIC) 等の 1 つ以上の専用のハードウェア回路、あるいは、3) それらの組み合わせ、を含む処理回路によって構成することができる。プロセッサは、CPU 並びに、RAM 及び ROM 等のメモリを含み、メモリは、処理を CPU に実行させるように構成されたプログラムコードまたは指令を格納している。メモリすなわち非一時的なコンピュータ可読媒体は、汎用または専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含む。

30

【0127】

・上記実施形態は、操舵装置 2 を、操舵部 4 と転舵部 6 との間が機械的に常時分離したリンクレスの構造としたが、これに限らず、クラッチにより操舵部 4 と転舵部 6 との間が機械的に分離可能な構造としてもよい。また、操舵装置 2 は、転舵部 6 について、左右の転舵輪 5 を独立して転舵させることができる独立転舵可能な構造としてもよい。

40

【符号の説明】

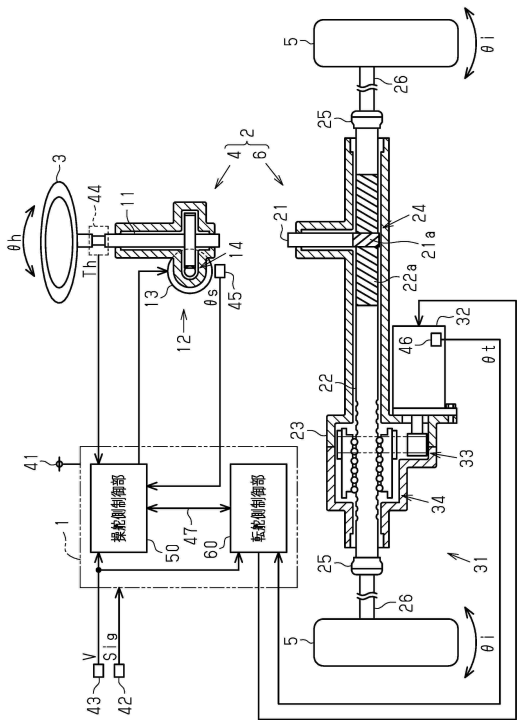
【0128】

- 1 ... 操舵制御装置
- 2 ... 操舵装置
- 3 ... ステアリングホイール
- 5 ... 転舵輪
- 12 ... 操舵アクチュエータ
- 31 ... 転舵アクチュエータ

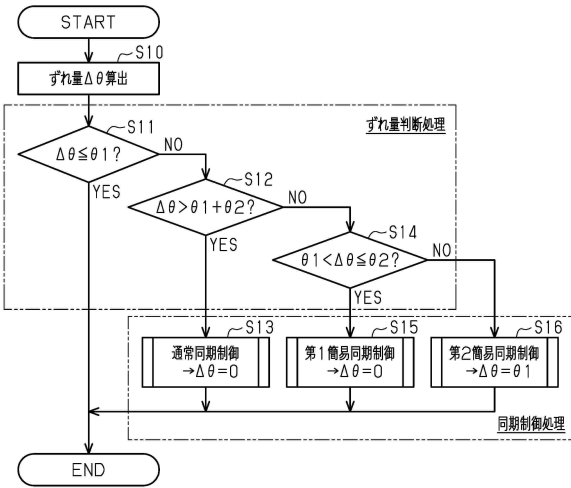
50

5 0 ...操舵側制御部（制御部）
6 0 ...転舵側制御部（制御部）

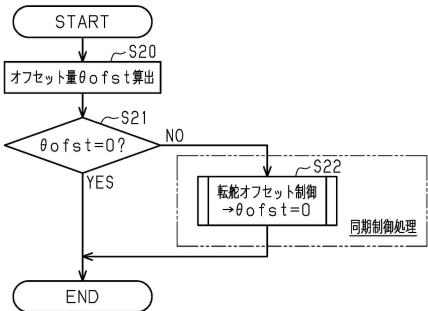
【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

| 処理 パターン | ずれ量 $\Delta\theta$ | 起動時同期処理 | 通常時補正処理 |
|------------|--|----------|-----------|
| A | $\Delta\theta \leq \theta_1$ | なし | 転舵オフセット制御 |
| B | $\theta_1 < \Delta\theta \leq \theta_2$ | 第1簡易同期制御 | なし |
| C | $\theta_2 < \Delta\theta \leq \theta_1 + \theta_2$ | 第2簡易同期制御 | 転舵オフセット制御 |
| D | $\theta_1 + \theta_2 < \Delta\theta$ | 通常同期制御 | なし |

10

20

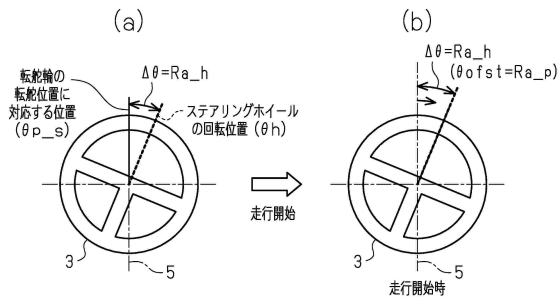
30

40

50

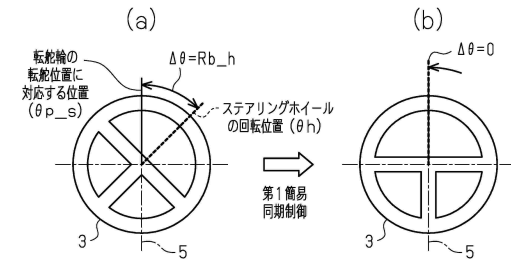
【図 5】

<処理パターンA>



【図 6】

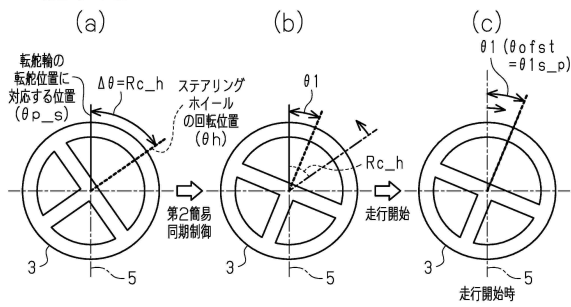
<処理パターンB>



10

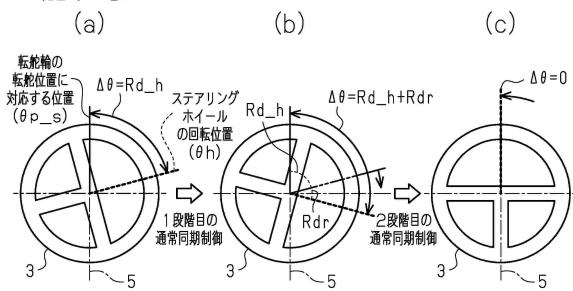
【図 7】

<処理パターンC>



【図 8】

<処理パターンD>



20

30

40

50

フロントページの続き

- 号 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 柴田 憲治
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 佐藤 孝文
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 田邊 学
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 3 9 8 8 9 1 (U S , A 1)
特開 2 0 0 4 - 2 3 1 0 8 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 0 8 9 6 8 (W O , A 1)
特開 2 0 0 7 - 1 5 3 1 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 2 1 4 3 4 (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 4