

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

前記車両が登り走行しているときに、水平走行時に比べて前記操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が減少するように前記伝達比を変更する一方、

前記車両が下り走行しているときに、水平走行時に比べて前記操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が増加するように前記伝達比を変更する伝達比変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。

【請求項 2】

前記走行状態としての車速に対応させて前記伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させて伝達比変更用ゲインを記憶した伝達比変更用マップとを備え、

前記伝達比変更手段は、前記勾配に応じて前記伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、前記車速に応じて前記伝達比決定用マップにて決定された前記伝達比に乗じることで前記伝達比を変更するように構成されたことを特徴とする請求項1に記載の操舵システム。

【請求項 3】

ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

前記車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段を備え、該レスポンス変更手段は、前記車両が登り走行しているときには水平走行時に比べて前記レスポンスを上げる一方、前記車両が下り走行しているときには水平走行時に比べて前記レスポンスを下げることを特徴とする操舵システム。

【請求項 4】

前記走行状態としての車速に対応させて前記ハンドルの操作量に対する前記操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させてレスポンス変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、

前記レスポンス変更手段は、前記勾配に応じて前記レスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、前記ハンドルの操舵速度に応じて前記レスポンス決定用マップにて決定された前記制御ゲインに乘じることで、前記レスポンスを変更することを特徴とする請求項3に記載の操舵システム。

【請求項 5】

車両に備えたハンドルの操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、

前記車両が登り走行しているときに、水平走行時に比べて前記アシスト力を減少させる一方、前記車両が下り走行しているときに、水平走行時に比べて前記アシスト力を増加させるアシスト力変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。

【請求項 6】

前記操舵トルクに対応させて前記アシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させてアシスト力変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、

前記アシスト力変更手段は、前記勾配に応じて前記アシスト力変更用マップにて決定されたアシスト力変更用ゲインを、前記操舵トルクに応じて前記アシスト力決定用マップにて決定された前記アシスト力の指令値に乘じることで、前記アシスト力を変更することを特徴とする請求項5に記載の操舵システム。

【請求項 7】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

10

20

30

40

50

前記操舵輪へのトルク配分が増加したときに、前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量が減少するように前記伝達比を変更する一方、前記操舵輪へのトルク配分が減少したときに、前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量が増加するように前記伝達比を変更する伝達比変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。

【請求項 8】

前記走行状態としての車速に対応させて前記伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、前記トルク配分に対応させて伝達比変更用ゲインを記憶した伝達比変更用マップとを備え、

前記伝達比変更手段は、前記トルク配分に応じて前記伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、前記車速に応じて前記伝達比決定用マップにて決定された前記伝達比に乗じることで前記伝達比を変更するように構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載の操舵システム。10

【請求項 9】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

前記車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段を備え、該レスポンス変更手段は、前記操舵輪へのトルク配分が増加したときは前記レスポンスを上げる一方、前記操舵輪へのトルク配分が減少したときには前記レスポンスを下げるなどを特徴とする操舵システム。20

【請求項 10】

前記走行状態としての車速に対応させて前記ハンドルの操作量に対する前記操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、前記トルク配分に対応させてレスポンス変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、

前記レスポンス変更手段は、前記トルク配分に応じて前記レスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、前記ハンドルの操舵速度に応じて前記レスポンス決定用マップにて決定された制御ゲインに乗じることで、前記レスポンスを変更することを特徴とする請求項 9 に記載の操舵システム。20

【請求項 11】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルの操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、

前記操舵輪へのトルク配分が増加したときに、前記アシスト力を減少させる一方、前記操舵輪へのトルク配分が減少したときに前記アシスト力を増加させるアシスト力変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。30

【請求項 12】

前記操舵トルクに対応させて前記アシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、前記トルク配分に対応させてアシスト力変更用ゲインを記憶したアシスト力変更用マップとを備え、

前記アシスト力変更手段は、前記トルク配分に応じて前記アシスト力変更用マップにて決定された前記アシスト力変更用ゲインを、前記操舵トルクに応じて前記アシスト力決定用マップにて決定された前記アシスト力の指令値に乗じることで、前記アシスト力を変更することを特徴とする請求項 11 に記載の操舵システム。40

【請求項 13】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

前記走行状態としての車速に対応させて前記伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、前記トルク配分に対応させて第 1 の伝達比変更用ゲインを記憶した第 1 の伝達比変更用マップと、50

登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2の伝達比変更用ゲインを記憶した第2の伝達比変更用マップと、

前記トルク配分及び前記勾配に応じて前記第1及び第2の伝達比変更用マップにて決定された第1及び第2の伝達比変更用ゲインを、前記車速に応じて前記伝達比決定用マップにて決定された前記伝達比に乘じる伝達比変更手段とを備え、

前記第1の伝達比変更用ゲインは、前記伝達比に乘じられることで、前記操舵輪へのトルク配分が増加したときに、前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量を減少させる一方、前記操舵輪へのトルクの配分が減少したときに、前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量を増加させるように設定され、

前記第2の伝達比変更用ゲインは、前記伝達比に乘じられることで、前記登り走行時に前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量を減少させる一方、前記下り走行時に前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量を増加させるように設定されたことを特徴とする操舵システム。10

【請求項14】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、

前記車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段と、20

前記車両の車速に対応させて前記ハンドルの操作量に対する前記操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、

前記トルク配分に対応させて第1のレスポンス変更用ゲインを記憶し、前記操舵輪へのトルク配分が大きくなるに従って前記第1のレスポンス変更用ゲインが大きくなるように設定された第1のレスポンス変更用マップと、20

登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2のレスポンス変更用ゲインを記憶し、登り走行の勾配が大きくなるに従って前記第2のレスポンス変更用ゲインが大きくなりかつ下り走行の勾配が大きくなるに従って前記第2のレスポンス変更用ゲインが小さくなるように設定された第2のレスポンス変更用マップと、

前記トルク配分と前記勾配に応じて前記第1及び第2のレスポンス変更用マップにて決定された前記第1及び第2のレスポンス変更用ゲインを、前記ハンドルの操舵速度に応じて前記レスポンス決定用マップにて決定された前記制御ゲインに乘じることで、前記レスポンスを変更するレスポンス変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。30

【請求項15】

操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドル操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、

前記走行状態としての車速に対応させて前記アシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、

前記トルク配分に対応させて第1のアシスト力変更用ゲインを記憶し、前記操舵輪への配分が大きくなるに従って前記第1のアシスト力変更用ゲインが小さくなるように設定した第1のアシスト力変更用マップと、40

登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2のアシスト力変更用ゲインを記憶し、登り走行の勾配が大きくなるに従って前記第2のアシスト力変更用ゲインが徐々に小さくなりかつ下り走行の勾配が大きくなるに従って前記第2のアシスト力変更用ゲインが徐々に大きくなるように設定した第2のレスポンス変更用マップとを備え、

前記トルク配分及び前記勾配に応じて前記第1及び第2のアシスト力変更用マップにて決定された前記第1及び第2のアシスト力変更用ゲインを、前記車速に応じて前記アシスト力決定用マップにて決定された前記アシスト力の指令値に乘じることで、前記アシスト力を変更するアシスト力変更手段を備えたことを特徴とする操舵システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、車両の走行状態に応じ、ハンドル操作に対する操舵輪の従動の態様を変更することが可能な操舵システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、この種の操舵システムとして、例えば、ハンドル操作のアシスト力を車速に応じて変更する電動パワーステアリング装置や(特許文献1参照)、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車速に応じて変更する操舵系伝達比可変装置(特許文献2参照)が知られている。また、近年、走行状態に応じて2輪駆動と4輪駆動とに切り替え可能な車両が開発されており(特許文献3参照)、このような車両にも上記した電動パワーステアリング装置や操舵系伝達比可変装置等の操舵システムが装備されることが予想される。

10

【特許文献1】特開2001-253357号公報(段落[0008]~[0010])

【特許文献2】特許第3232032号公報(段落[0020]、[0024])

【特許文献3】特開2003-127690号公報(段落[0002]、第1図)

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ところで、車両が走行する路面の勾配が変化した場合、及び、2輪駆動と4輪駆動との間で駆動方式が変化した場合には、操舵により操舵輪が路面から受ける摩擦抵抗が変化する。しかしながら、上記した従来の操舵システムでは、路面の勾配及び駆動方式の変化に対する操舵系の制御を行っていないかったので、路面の勾配又は駆動方式が変わった場合にハンドル側で受ける操舵抵抗やハンドル操作に対する車両旋回の応答性が変化し、操舵フィーリングに対してドライバーが違和感を抱く事態が生じ得た。

20

【0004】

本発明に係る操舵システムは、上記事情に鑑みてなされたもので、操舵フィーリングの安定を図ることが可能な操舵システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

上記目的を達成するためになされた請求項1の発明に係る操舵システムは、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、車両が登り走行しているときに、水平走行時に比べて操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が減少するように伝達比を変更にする一方、車両が下り走行しているときに、水平走行時に比べて操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が増加するように伝達比を変更する伝達比変更手段を備えたところに特徴を有する。

30

【0006】

請求項2の発明は、請求項1に記載の操舵システムにおいて、走行状態としての車速に対応させて伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させて伝達比変更用ゲインを記憶した伝達比変更用マップとを備え、伝達比変更手段は、勾配に応じて伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乘じることで伝達比を変更するように構成されたところに特徴を有する。

40

【0007】

請求項3の発明に係る操舵システムは、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段を備え、該レスポンス変更手段は、車両が登り走行しているときには水平走行時に比べてレスポンスを上げる一方、車両が下り走行しているときには水平走行時に比べてレスポンスを下げるところに特徴を有する。

【0008】

請求項4の発明は、請求項3に記載の操舵システムにおいて、走行状態としての車速に

50

対応させてハンドルの操作量に対する操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させてレスポンス変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、レスポンス変更手段は、勾配に応じてレスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定された制御ゲインに乘じることで、レスポンスを変更するところに特徴を有する。

【0009】

請求項5の発明に係る操舵システムは、車両に備えたハンドルの操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、車両が登り走行しているときに、水平走行時に比べてアシスト力を減少させる一方、車両が下り走行しているときに、水平走行時に比べてアシスト力を増加させるアシスト力変更手段を備えたところに特徴を有する。
10

【0010】

請求項6の発明は、請求項5に記載の操舵システムにおいて、操舵トルクに対応させてアシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させてアシスト力変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、アシスト力変更手段は、勾配に応じてアシスト力変更用マップにて決定されたアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乘じることで、アシスト力を変更するところに特徴を有する。

【0011】

請求項7の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、操舵輪へのトルク配分が増加したときに、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が減少するように伝達比を変更する一方、操舵輪へのトルク配分が減少したときに、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が増加するように伝達比を変更する伝達比変更手段を備えたところに特徴を有する。
20

【0012】

請求項8の発明は、請求項7に記載の操舵システムにおいて、走行状態としての車速に対応させて伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、トルク配分に対応させて伝達比変更用ゲインを記憶した伝達比変更用マップとを備え、伝達比変更手段は、トルク配分に応じて伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乘じることで伝達比を変更するように構成されたところに特徴を有する。
30

【0013】

請求項9の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪とに対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段を備え、該レスポンス変更手段は、操舵輪へのトルク配分が増加したときにはレスポンスを上げる一方、操舵輪へのトルク配分が減少したときにはレスポンスを下げるレスポンス変更手段を備えたところに特徴を有する。
40

【0014】

請求項10の発明は、請求項9に記載の操舵システムにおいて、走行状態としての車速に対応させてハンドルの操作量に対する操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、トルク配分に対応させてレスポンス変更用ゲインを記憶したレスポンス変更用マップとを備え、レスポンス変更手段は、トルク配分に応じてレスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定された制御ゲインに乘じることで、レスポンスを変更するところに特徴を有する。

【0015】

10

20

30

40

50

請求項 11 の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪に対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルの操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、操舵輪へのトルク配分が増加したときに、アシスト力を減少させる一方、操舵輪へのトルク配分が減少したときにアシスト力を増加させるアシスト力変更手段を備えたところに特徴を有する。

【 0 0 1 6 】

請求項 12 の発明は、請求項 11 に記載の操舵システムにおいて、操舵トルクに対応させてアシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、トルク配分に対応させてアシスト力変更用ゲインを記憶したアシスト力変更用マップとを備え、アシスト力変更手段は、トルク配分に応じてアシスト力変更用マップにて決定されたアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乗じることで、アシスト力を変更するところに特徴を有する。10

【 0 0 1 7 】

請求項 13 の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪に対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、走行状態としての車速に対応させて伝達比を記憶した伝達比決定用マップと、トルク配分に対応させて第1の伝達比変更用ゲインを記憶した第1の伝達比変更用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2の伝達比変更用ゲインを記憶した第2の伝達比変更用マップと、トルク配分及び勾配に応じて第1及び第2の伝達比変更用マップにて決定された第1及び第2の伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乘じる伝達比変更手段とを備え、第1の伝達比変更用ゲインは、伝達比に乘じられることで、操舵輪へのトルク配分が増加したときに、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量を減少させる一方、操舵輪へのトルクの配分が減少したときに、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量を増加させるように設定され、第2の伝達比変更用ゲインは、伝達比に乘じられることで、登り走行時に操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量を減少させる一方、下り走行時に操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量を増加させるように設定されたところに特徴を有する。20

【 0 0 1 8 】

請求項 14 の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪に対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドルと操舵輪との間の伝達比を車両の走行状態に応じて変更する操舵システムにおいて、車両のハンドル操作量に対する操舵輪の転舵角のレスポンスを変更するレスポンス変更手段と、車両の車速に対応させてハンドルの操作量に対する操舵輪の転舵角の制御ゲインを記憶したレスポンス決定用マップと、トルク配分に対応させて第1のレスポンス変更用ゲインを記憶し、操舵輪へのトルク配分が大きくなるに従って第1のレスポンス変更用ゲインが大きくなるようには設定された第1のレスポンス変更用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2のレスポンス変更用ゲインを記憶し、登り走行の勾配が大きくなるに従って第2のレスポンス変更用ゲインが大きくなりかつ下り走行の勾配が大きくなるに従って第2のレスポンス変更用ゲインが小さくなるように設定された第2のレスポンス変更用マップと、トルク配分と勾配に応じて第1及び第2のレスポンス変更用マップにて決定された第1及び第2のレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定された制御ゲインに乘じることで、レスポンスを変更するレスポンス変更手段を備えたところに特徴を有する。30

【 0 0 1 9 】

請求項 15 の発明に係る操舵システムは、操舵輪と非操舵輪に対する走行用駆動トルクのトルク配分が走行状態に応じて変更される車両に搭載され、ハンドル操作に対するアシスト力を、操舵トルクに応じて変更する操舵システムにおいて、走行状態としての車速に対応させてアシスト力の指令値を記憶したアシスト力決定用マップと、トルク配分に対応させて第1のアシスト力変更用ゲインを記憶し、操舵輪への配分が大きくなるに従って40

10

20

30

40

50

第1のアシスト力変更用ゲインが小さくなるように設定した第1のアシスト力変更用マップと、登り走行及び下り走行の勾配に対応させて第2のアシスト力変更用ゲインを記憶し、登り走行の勾配が大きくなるに従って第2のアシスト力変更用ゲインが徐々に小さくなりかつ下り走行の勾配が大きくなるに従って第2のアシスト力変更用ゲインが徐々に大きくなるように設定した第2のレスポンス変更用マップとを備え、トルク配分及び勾配に応じて第1及び第2のアシスト力変更用マップにて決定された第1及び第2のアシスト力変更用ゲインを、車速に応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乗じることで、アシスト力を変更するアシスト力変更手段を備えたところに特徴を有する。

【発明の効果】

10

【0020】

[請求項1の発明]

車両が登り走行になると、後輪（非操舵輪）の荷重が増加する一方、前輪（操舵輪）の荷重が減少するので、水平走行時に比べて操舵輪が路面から受ける転舵抵抗が低下する。これに対し、請求項1の操舵システムによれば、登り走行時には水平走行時に比べて、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が減少するように伝達比を変更することにより、転舵抵抗をハンドル側に伝達し易くして操舵フィーリングの変化を抑えることができる。一方、下り走行になると前輪（操舵輪）の荷重が増加するので、水平走行時に比べて転舵抵抗が増加する。これに対し、請求項1の操舵システムによれば、下り走行時には水平走行時に比べて、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が増加するように伝達比を変更することにより、転舵抵抗をハンドル側に伝達し難くして操舵フィーリングの変化を抑えることができる。このようにして、請求項1の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

20

【0021】

[請求項2の発明]

請求項2の操舵システムによれば、登り走行及び下り走行の勾配に応じて伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乗じて伝達比を変更することで、勾配の大小に拘わらず操舵フィーリングの変化を抑えることが可能になる。

30

【0022】

[請求項3の発明]

車両が登り走行になると、前輪（操舵輪）の荷重が減少するので、ハンドル操作に対する車両旋回の応答性が下がる。これに対し、請求項3の操舵システムによれば、登り走行時には水平走行時に比べてハンドル操作に対する操舵輪の追従のレスポンスを上げることにより、車両旋回の応答性の変化を抑えることができる。一方、車両が下り走行になると、ハンドル操作に対する車両旋回の応答性が上がる。これに対し、請求項3の操舵システムによれば、下り走行時には水平走行時に比べてハンドル操作に対する操舵輪の追従のレスポンスを下げることにより、車両旋回の応答性の変化を抑えることができる。このようにして、請求項3の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

40

【0023】

[請求項4の発明]

請求項4の操舵システムによれば、前記操舵輪の転舵に必要な前記ハンドル操作量が増加するように応じてレスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定されたリードステアゲインに乘じてレスポンスを変更することで、勾配の大小に拘わらず操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

【0024】

[請求項5の発明]

車両が登り走行になると、水平走行時に比べて操舵輪が路面から受ける転舵抵抗が低下

50

してハンドル操作が軽くなる。これに対し、請求項 5 の操舵システムによれば、登り走行時には水平走行時に比べてハンドル操作に対するアシスト力を減少させることにより、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。一方、車両が下り走行になると、操舵輪が路面から受ける転舵抵抗が増加してハンドルが重たくなる。これに対し、請求項 5 の操舵システムによれば、下り走行時には水平走行時に比べてハンドル操作に対するアシスト力を増加させることにより、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。このようにして、請求項 5 の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

【 0 0 2 5 】

[請求項 6 の発明]

請求項 6 の操舵システムによれば、登り走行及び下り走行の勾配に応じてアシスト力変更用マップにて決定されたアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乗じてアシスト力を変更することで、勾配の大小に拘わらず操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

10

【 0 0 2 6 】

[請求項 7 の発明]

操舵輪へのトルク配分が増加すると、旋回初期のヨーイングの発生が鈍くなり、走行方向が変わり難くなる傾向があることが知られている。これに対し、請求項 7 の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が増加したときには、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が減少するように伝達比を変更する。これにより、少ないハンドル操作で操舵輪が転舵するようにして、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。一方、操舵輪へのトルク配分が減少すると、走行方向が変わり易くなる。これに対し、請求項 7 の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が減少したときには、操舵輪の転舵に必要なハンドル操作量が増加するように伝達比を変更する。これにより、操舵輪を転舵させるために多くのハンドル操作が必要となるようにして、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。このようにして、請求項 7 の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

20

【 0 0 2 7 】

[請求項 8 の発明]

請求項 8 の操舵システムによれば、操舵輪及び非操舵輪へのトルク配分に応じて伝達比変更用マップにて決定された伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乗じて伝達比を変更することで、操舵輪へのトルク配分の増減に拘わらず、操舵フィーリングの変化を抑えることが可能になる。

30

【 0 0 2 8 】

[請求項 9 の発明]

操舵輪へのトルクの配分が増加すると、ハンドル操作に対する車両旋回の応答性が下がる。これに対し、請求項 9 の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が増加したときには、ハンドルの操作に対する操舵輪の追従のレスポンスを上げることにより、車両旋回の応答性の変化を抑えることができる。一方、操舵輪へのトルク配分が減少すると、ハンドル操作に対する車両旋回の応答性の低下が抑えられる。これに対し、請求項 9 の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が減少したときには、ハンドルの操作に対する操舵輪の追従のレスポンスを下げることにより、車両旋回の応答性の変化を抑えることができる。このようにして、請求項 9 の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

40

【 0 0 2 9 】

[請求項 10 の発明]

請求項 10 の操舵システムによれば、レスポンス変更手段は、操舵輪と非操舵輪へのトルク配分に応じてレスポンス変更用マップにて決定されたレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定されたリードステアゲインに乘じてレスポンスを変更することで、操舵輪へのトルク配分の増減に拘わらず、操舵フィ

50

ーリングの変化を抑えることができる。

【0030】

[請求項11の発明]

操舵輪へのトルク配分が増加すると、操舵輪の駆動力が増して操舵輪の転舵抵抗が低下する。これに対し、請求項11の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が増加したときには、アシスト力を下げるにより、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。一方、操舵輪へのトルクの配分が減少すると、操舵輪の駆動力も減少して操舵輪の転舵抵抗が増加する。これに対し、請求項11の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分が減少したときには、アシスト力を上げることにより、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。このようにして、請求項11の操舵システムによれば、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

10

【0031】

[請求項12の発明]

請求項12の操舵システムによれば、アシスト力変更手段は、操舵輪と非操舵輪へのトルク配分に応じてアシスト力変更用マップにて決定されたアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乗じてアシスト力を変更することで操舵輪へのトルク配分の増減に拘わらず、操舵フィーリングの変化を抑えることが可能になる。

20

【0032】

[請求項13の発明]

請求項13の操舵システムによれば、操舵輪及び非操舵輪へのトルク配分に応じて第1の伝達比変更用マップにて決定された第1の伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乗じて伝達比を変更することで、操舵輪へのトルク配分の増減による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

【0033】

また、登り走行及び下り走行の勾配に応じて第2の伝達比変更用マップにて決定された第2の伝達比変更用ゲインを、車速に応じて伝達比決定用マップにて決定された伝達比に乗じて伝達比を変更することで、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

30

【0034】

このように請求項13の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分の増減及び、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができ、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

【0035】

[請求項14の発明]

請求項14の操舵システムによれば、操舵輪及び非操舵輪へのトルク配分に応じて第1のレスポンス変更用マップにて決定された第1のレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定されたリードステアゲインに乗じてレスポンスを変更することで、操舵輪へのトルク配分の増減による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

40

【0036】

また、登り走行及び下り走行の勾配に応じて第2のレスポンス変更用マップにて決定された第2のレスポンス変更用ゲインを、ハンドルの操舵速度に応じてレスポンス決定用マップにて決定されたリードステアゲインに乗じてレスポンスを変更することで、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

【0037】

このように請求項14の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分の増減及び、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができ、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

【0038】

50

[請求項 15 の発明]

請求項 15 の操舵システムによれば、操舵輪及び非操舵輪へのトルク配分に応じて第1のアシスト力変更用マップにて決定された第1のアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乘じてアシスト力を変更することで、操舵輪へのトルク配分の増減による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。また、登り走行及び下り走行の勾配に応じて第2のアシスト力変更用マップにて決定された第2のアシスト力変更用ゲインを、操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップにて決定されたアシスト力の指令値に乘じてアシスト力を変更することで、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができる。

【0039】

このように請求項 15 の操舵システムによれば、操舵輪へのトルク配分の増減及び、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができ、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

以下、本発明の一実施形態を図 1 ~ 図 13 に基づいて説明する。

図 1 には、本発明に係る操舵システム 30 を搭載した車両 10 の操舵系及び走行用駆動系の主要部が示されている。先ずは、走行用駆動系の構成について説明する。この車両 10 は、フロント側(図 1 の左側)にエンジン 11 が搭載されている。エンジン 11 と一体化された図示しないトランスアスカルには、トランスミッション、トランスファー及びフロントディファレンシャルが備えられ、エンジン 11 の駆動力が、トランスミッション及びフロントディファレンシャルを介して前輪駆動シャフト 13, 13 に伝達され、前輪 14, 14(本発明に係る「操舵輪」に相当する)が駆動される。

【0041】

トランスアスカルのトランスファーには、前側プロペラシャフト 18 の前端部が連結されている。また、前側プロペラシャフト 18 の後端部には、トルク伝達装置 20 を間に挟んで後側プロペラシャフト 19 の前端部が連結されている。さらに、後側プロペラシャフト 19 の後端部は、リヤディファレンシャル 17 に連結されており、リヤディファレンシャル 17 から左右両方向に伸びた後輪駆動シャフト 16, 16 の先端に後輪 15, 15(本発明に係る「非操舵輪」に相当する)が取り付けられている。

【0042】

トルク伝達装置 20 は、前側プロペラシャフト 18 が連結された部分が入力部をなす一方、後側プロペラシャフト 19 が連結された部分が出力部をなし、それら入力部と出力部との間にクラッチ機構が備えられている。そして、電気駆動によってクラッチ機構の係合力を変更することで、エンジン 11 から前輪 14 と後輪 15 とに伝達される車輪駆動トルクの配分が変更される。

【0043】

トルク伝達装置 20 は、ITCC-ECU 49(図 3 参照)にて決定される 4WD ステータスに基づいて制御される。4WD ステータスは、エンジン 11 から前輪 14 と後輪 15 とに伝達される走行用駆動トルクの配分に係るデータである。4WD ステータスは、例えば一定の車速で直進する定常走行時には、前輪 14 及び後輪 15 へのトルク配分が 100 : 0 となるように設定されている。すると、この 4WD ステータスに応じてトルク伝達装置 20(詳細にはクラッチ機構)が断絶状態になり、エンジン 11 から前輪 14 に伝達されるトルク配分が 100 % となり、エンジン 11 から後輪 15 に伝達されるトルク配分が 0 % になる。即ち、前輪 14 のみが駆動される 2 輪駆動状態になる。

【0044】

そして、ITCC-ECU 49 は、前輪 14 のスリップが検出されたとき等には、4WD ステータスを 100 : 0 から 50 : 50 の間で変更する。すると、この 4WD ステータスに基づいてトルク伝達装置 20 が、所謂半クラッチ状態又は完全結合状態となる。これにより、後輪 15 にもエンジン 11 からトルクが伝達され、トルク伝達装置 20 が完全結

10

20

30

40

50

合状態になったときには、エンジン 1 1 から前輪 1 4 及び後輪 1 5 に伝達される走行用駆動トルクの配分が 50 : 50 になり、完全な 4 輪駆動状態になる。

【 0 0 4 5 】

次に、操舵系の構成について説明する。本実施形態の操舵システム 3 0 には、電動パワーステアリング装置 3 2 と、伝達比可変操舵システム用のアクチュエータ 3 3 と、これら各装置 3 2 , 3 3 を制御するための E P S - E C U 4 0 及び伝達比可変操舵 E C U 4 1 とが備えられている。

【 0 0 4 6 】

伝達比可変操舵システム用のアクチュエータ 3 3 は、サーボモータ 3 8 (図 3 参照) と、図示しない減速機ユニットとからなる。詳細には、サーボモータ 3 8 のステータと減速機ユニットのボディとが一体化されてアクチュエータ 3 3 の入力部が構成され、サーボモータ 3 8 のロータと減速機ユニットの入力回転部とが一体化されてアクチュエータ 3 3 の出力部が構成されている。また、アクチュエータ 3 3 の入力部には、ハンドル 3 1 と一緒に回転する入力側ステアリングシャフト 3 4 が連結されている。さらに、アクチュエータ 3 3 の出力部には、出力側ステアリングシャフト 3 5 が連結され、その出力側ステアリングシャフト 3 5 の先端が電動パワーステアリング装置 3 2 の入力用ピニオンギヤに連結されている。

【 0 0 4 7 】

サーボモータ 3 8 のステータとロータがハンドル 3 1 の操舵に応じて相対回転することで、アクチュエータ 3 3 の入力部に対して出力部が相対回転する。そして、ハンドル 3 1 の回転角にアクチュエータ 3 3 の前記相対回転量 (以下、これを「 A C T 角」という) を加えた角度が、電動パワーステアリング装置 3 2 の入力用ピニオンギヤ (図示せず) に付与される。

【 0 0 4 8 】

なお、入力側ステアリングシャフト 3 4 の中間部分には、ハンドル 3 1 の操舵角を検出するための操舵角センサ 3 6 が備えられている。また、出力側ステアリングシャフト 3 5 の先端部には、操舵トルクを検出するためのトルクセンサ 3 7 が備えられている。そして、このトルクセンサ 3 7 の軸心部には、前記した入力用ピニオンギアが回転可能に設けられている。

【 0 0 4 9 】

電動パワーステアリング装置 3 2 には、車両 1 0 の左右方向に延びたラック (図示せず) が備えられ、このラックに前記した入力用ピニオンギヤが噛合している。そして、ラックの両端部から延びたタイロッド 3 2 R , 3 2 L が前輪 1 4 , 1 4 にそれぞれ連結されている。また、電動パワーステアリング装置 3 2 には、中心部が貫通したサーボモータ 3 9 (図 3 参照) が備えられ、そのサーボモータ 3 9 のロータとラックとがボールネジ機構 (図示しない) によって連結されている。このような構成により、前輪 1 4 , 1 4 を転舵する際のハンドル 3 1 の操作に必要な力をサーボモータ 3 9 の動力によってアシストする。

【 0 0 5 0 】

伝達比可変操舵 E C U 4 1 は、図 2 に示した伝達比可変操舵 E C U 用メインプログラム P G 1 を所定周期で実行することで、図 3 の上段側のブロック線図で示した制御系によるアクチュエータ 3 3 の A C T 角の制御を行う。即ち、伝達比可変操舵 E C U 用メインプログラム P G 1 が実行されると、図 2 に示すように、伝達比可変操舵 E C U 4 1 は、車速、前後 G 、横 G 、舵角等の各センサ値を取り込み (S 1 0) 、次いで、車内 L A N を用いて I T C C - E C U 4 9 から 4 W D ステータスを取り込む (S 2 0) 。そして、伝達比可変操舵制御ルーチン (S 3 0) を実行して、伝達比可変操舵制御 A C T 指令角 1 0 を求め、次いで、リードステア制御ルーチン (S 4 0) を実行して、リードステア A C T 指令角 2 0 を求め、次いで、スタビリティ制御ルーチン (S 5 0) を実行して、スタビリティ制御 A C T 指令角 3 0 を求める。そして、これら各 A C T 指令角 1 0 , 2 0 , 3 0 を加算した A C T 指令角 4 0 を求め (S 6 0) 、アクチュエータ 3 3 における前記した A C T 角が、 A C T 指令角 4 0 になるようにフィードフォアード制御及びフィードバ

10

20

30

40

50

ック制御を行う(S70)。

【0051】

なお、伝達比可変操舵ECU41に取り込まれる車速は、図1に示すように前輪14及び後輪15に備えた車速センサ14A, 15Aの検出値を平均して求める。また、「横G」は、コーナーリング時に車両10にかかる遠心力であって、これも車両10に備えた加速度ピックアップによって検出される。また、「前後G」は、車両10に備えた加速度ピックアップによって検出され、この「前後G」に基づいて車両が登り走行中であるか下り走行中であるかが判断される。つまり、車速の変化と前後Gと坂路勾配とは互いに関連して変化するので、車速の変化と前後Gとによって坂路勾配を推定することができる。例えば、車速が一定であるのに後ろ向きのGが発生していれば車両が登り走行中であると判断できる。

【0052】

伝達比可変操舵制御ルーチン(S30)を実行するために、伝達比可変操舵ECU41(図5参照)に備えた図示しないROMには、伝達比決定用マップ、第1の伝達比変更用マップ及び第2の伝達比変更用マップが記憶されている。伝達比決定用マップには、車速Vと伝達比R1とが対応して記憶されている。本実施形態における伝達比R1は、ハンドル31の操作量を100とし、前輪14の転舵量を101とすると、

【0053】

$$\text{伝達比 } R_1 = 100 / 101$$

【0054】

により求められる。これにより、伝達比R1が大きくなると、前輪14の転舵に必要なハンドル31の操舵量が多くなり(これを、以下、適宜「ステアリングギヤがスローになる」という)、伝達比R1が小さくなると、前輪14の転舵に必要なハンドル31の操舵量が少なくなる(これを、以下、適宜、「ステアリングギヤがクイックになる」という)。

【0055】

第1の伝達比変更用マップには、前記した4WDステータスと第1の伝達比変更用ゲインg10とが対応して記憶されている。この第1の伝達比変更用マップには、4WDステータスにて特定される前輪14へのトルク配分が減少するに従って、第1の伝達比変更用ゲインg10が減少するよう設定されている。より具体的には、例えば、前輪14へのトルク配分が100%のときには、第1の伝達比変更用ゲインg10は例えれば1に設定されている。また、前輪14へのトルク配分が100%から減少するに従って第1の伝達比変更用ゲインg10が1より小さくなり、4WDステータスが50%になって完全な4輪駆動状態になると、第1の伝達比変更用ゲインg10は1以下の所定値になる。

【0056】

第2の伝達比変更用マップには、車両10が登り走行か水平走行か下り走行かに応じて、第2の伝達比変更用ゲインg11が記憶されている。ここで、登り走行時用の第2の伝達比変更用ゲインg11の値は、水平走行時用の値(例えは、1)より小さく設定され、下り走行時用の値は水平走行時用の値より大きく設定されている。

【0057】

伝達比可変操舵ECU41は、これら各マップを参照して伝達比可変操舵制御ルーチン(S30)を実行する。伝達比可変操舵ECU41は、図4に示すように、車速に応じて伝達比決定用マップから伝達比R1を決定し(S31)、4WDステータスに応じて第1の伝達比変更用マップから第1の伝達比変更用ゲインg10を決定し(S32)、前後G(坂路勾配)に応じて第2の伝達比変更用ゲインg11を決定する(S33)。次いで、ステアリングギヤ比補正演算部41a(図5参照)にて、伝達比R1にゲインg10, g11を乗じることで伝達比を補正する(S34)。そして、その補正した伝達比($= R_1 \times g_{10} \times g_{11}$)とハンドル31の操舵角とから、ACT指令角演算部41b(図5参照)にて、伝達比可変操舵制御ACT指令角10を演算して(S35)この伝達比可変操舵制御用のルーチン(S30)を抜ける。

10

20

30

40

50

【0058】

さて、本実施形態では、伝達比 R 1 に第 1 及び第 2 の伝達比変更ゲイン g_{10}, g_{11} を乗じて補正を行う上記ステップ S 3 4 の処理手段が本発明に係る「伝達比変更手段」に相当する。ここで、前輪 1 4 へのトルク配分が減少すると（即ち、2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に近づくと）、第 1 の伝達比変更用ゲイン g_{10} も減少するから、ステップ S 3 4 にて補正を行うことで、2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に近づいたときには、「ステアリングギヤ」が「クイック」側に変更される。

【0059】

また、登り走行になると、第 2 の伝達比変更用ゲイン g_{11} が水平走行時用の値（例えば、1）より小さくなるから、ステップ S 3 4 にて補正が行われ、「ステアリングギヤ」が「クイック」側に変更される。これと同様に、下り走行時には「ステアリングギヤ」が「スロー」側に変更される。

【0060】

ところで、ステップ 3 4 では、車速と伝達比決定用マップとから決定された伝達比 R 1 に、ゲイン g_{10}, g_{11} を乗じているが、伝達比決定用マップ全体にゲイン g_{10}, g_{11} を乗じて該マップ自体を補正し、その補正後の伝達比決定用マップと車速とから伝達比 R 1 を決定してもよい。ここで、図 6 には、補正前の伝達比決定用マップをグラフ化した基準曲線 f_1 が示されている。この基準曲線 f_1 は、「ステアリングギヤ」を「クイック」側に変更した場合には、同図の下方側の曲線 f_2 となり、「ステアリングギヤ」を「スロー」側に変更した場合には、同図の上方側の曲線 f_3 になる。

【0061】

リードステア制御ルーチン（S 4 0）を実行するために、伝達比可変操舵 ECU 4 1（図 8 参照）に備えた図示しない ROM には、レスポンス決定用マップ、第 1 のレスポンス変更用マップ及び第 2 のレスポンス変更用マップが記憶されている。レスポンス決定用マップには、前記ハンドルの操作量に対する前記操舵輪の転舵角の制御ゲインであるリードステアゲイン g_1 （以下、「LS ゲイン g_1 」という）と車速とが対応して設定されている。

【0062】

第 1 のレスポンス変更用マップには、4WDステータスと第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} とが対応して記憶されている。ここで、第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} は、4WDステータスにて特定される前輪 1 4 へのトルク配分が減少するに従って、大きくなるように設定されている。より具体的には、例えば前輪 1 4 へのトルク配分が 100% のときには、第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} は例えれば 1 に設定されている。また、前輪 1 4 へのトルク配分が 100% から減少するに従って第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} が 1 より大きくなり、4WDステータスが 50% になって完全な 4 輪駆動状態になると、第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} は 1 以上の所定値になる。

【0063】

第 2 のレスポンス変更用マップには、車両 1 0 が登り走行か水平走行か下り走行かに応じて、第 2 のレスポンス変更用ゲイン g_{21} が記憶されている。ここで、登り走行時の第 2 のレスポンス変更用ゲイン g_{21} の値は、水平走行時の値（例えば、1）より大きく設定され、下り走行時用の値は水平走行時の値より小さく設定されている。

【0064】

伝達比可変操舵 ECU 4 1 は、これら各マップを参照してリードステア制御ルーチン（S 4 0）を実行する。伝達比可変操舵 ECU 4 1 は、図 7 に示すように、車速に応じてレスポンス決定用マップから LS ゲイン g_1 を決定し（S 4 1）、4WDステータスに応じて第 1 のレスポンス変更用マップから第 1 のレスポンス変更用ゲイン g_{20} を決定し（S 4 2）、前後 G に応じて第 2 のレスポンス変更用ゲイン g_{21} を決定する（S 4 3）。次いで、リードステアゲイン補正演算部 4 1 c（図 8 参照）にて LS ゲイン g_1 にゲイン g_{20}, g_{21} を乗じることで LS ゲインを補正する（S 4 4）。そして、その補正した LS ゲイン（= $g_1 \times g_{20} \times g_{21}$ ）とハンドル 3 1 の操舵速度とからリードステア A C

10

20

30

40

50

T 指令角演算部 4 1 d (図 8 参照) にてリードステア A C T 指令角 2 0 を演算して (S 4 5) 、このリードステア制御用のルーチン (S 4 0) を抜ける。

【 0 0 6 5 】

さて、本実施形態では、 L G ゲイン g 1 に第 1 及び第 2 のレスポンス変更用ゲイン g 2 0 , g 2 1 を乗じて補正を行う上記ステップ S 4 4 の処理手段が本発明に係る「レスポンス変更手段」に相当する。ここで、前輪 1 4 へのトルク配分が減少すると（即ち、2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に近づくと）、第 1 のレスポンス変更用ゲイン g 2 0 が大きくなるから、ステップ S 4 4 にて補正を行うことで、2 輪駆動状態から 4 輪駆動状態に近づいたときには、レスポンスが上がる側に変更される。

【 0 0 6 6 】

また、第 2 のレスポンス変更用ゲイン g 2 1 は、登り走行時用の値は、水平走行時用の値（例えば、1）より大きく設定されているので、ステップ S 4 4 にて補正を行うことで、登り走行時にはレスポンスが上がる側に変更され、下り走行時にはレスポンスが下がる側に変更される。

【 0 0 6 7 】

ところで、ステップ 4 4 は、車速とレスポンス決定用マップとから決定された L S ゲイン g 1 にゲイン g 2 0 , g 2 1 を乗じているが、レスポンス決定用マップ全体をゲイン g 2 0 , g 2 1 を乗じて補正してから、その補正されたレスポンス決定用マップと車速とから L S ゲイン g 1 を決定してもよい。ここで、図 9 には、補正する前のレスポンス決定用マップをグラフ化した基準曲線 f 1 0 が示されている。この基準曲線 f 1 0 は、レスポンスが上がる側に変更された場合には、同図の上方側の曲線 f 1 2 となり、レスポンスが下がる側に変更された場合には、同図の下方側の曲線 f 1 1 になる。

【 0 0 6 8 】

E P S - E C U 4 0 は、図 1 0 に示した E P S - E C U 用メインプログラム P G 2 を所定周期で実行することで、図 3 の下段側のブロック線図で示した制御系により電動パワーステアリング装置 3 2 のアシスト力を制御する。即ち、E P S - E C U 用メインプログラム P G 2 が実行されると、図 1 0 に示すように、E P S - E C U 4 0 は、車速、前後 G 、横 G 、舵角等の各センサ値を取り込み (S 8 0) 、次いで、車内 L A N によるデータ通信を行って I T C C - E C U 4 9 から 4 W D ステータスを取り込む (S 9 0) 。そして、アシスト制御ルーチン (S 1 0 0) を実行して駆動電流指令値 I 1 を演算する。次いで、各補所制御（トルク慣性補償制御、ハンドル戻し制御及びダンパ補償制御）用のルーチンを実行して、補償用の駆動電流指令値 I 2 , I 3 , I 4 を求める (S 1 1 0) 。そして、駆動電流指令値 I 1 に補償用の駆動電流指令値 I 2 , I 3 , I 4 を加算して電流指令値を求め、電動パワーステアリング装置 3 2 のサーボモータ 3 9 に流される電流が、その電流指令値になるように電流フィードバック制御を行う (S 1 2 0) 。

【 0 0 6 9 】

アシスト制御ルーチン (S 1 0 0) を実行するために、E P S - E C U 4 0 （図 1 2 参照）に備えた図示しない R O M には、アシスト力決定用マップと、第 1 及び第 2 のアシスト力変更用マップとが記憶されている。

【 0 0 7 0 】

アシスト力決定用マップには、電動パワーステアリング装置 3 2 のサーボモータ 3 9 に付与する駆動電流指令値 I 1 と操舵トルクとが対応して記憶されている。第 1 のアシスト力変更用マップには、第 1 のアシスト力変更用ゲイン g 4 0 と前記 4 W D ステータスとが対応して記憶されている。ここで、第 1 のアシスト力変更用ゲイン g 4 0 は、4 W D ステータスにて特定される前輪 1 4 へのトルク配分が減少するに従って、小さくなるように設定されている。より具体的には、例えば、4 W D ステータスにおける前輪 1 4 へのトルク配分が 1 0 0 % のときには、第 1 のアシスト力変更用ゲイン g 4 0 は例えば 1 に設定されている。また、前輪 1 4 へのトルク配分が 1 0 0 % から減少するに従って第 1 のアシスト力変更用ゲイン g 4 0 が 1 より小さくなり、4 W D ステータスが 5 0 % になって完全な 4 輪駆動状態になると、第 1 のアシスト力変更用ゲイン g 4 0 は 1 以下の所定値になる。

10

20

30

40

50

【0071】

第2のアシスト力変更用マップには、車両10が登り走行か水平走行か下り走行かに応じた、第2のアシスト力変更用ゲインg41が記憶されている。ここで、登り走行時の第2のアシスト力変更用ゲインg41の値は、水平走行時の値（例えば、1）より小さく設定され、下り走行時の値は水平走行時の値より大きく設定されている。

【0072】

EPS-ECU40は、これら各マップを参照してアシスト制御ルーチン（S100）を実行する。すると、EPS-ECU40は、図11に示すように、トルクセンサ37にて検出した操舵トルクに応じてアシスト力決定用マップから駆動電流指令値I1を決定し（S101）、4WDステータスに応じて第1のアシスト力変更用マップから第1のアシスト力変更用ゲインg40を決定し（S102）、前後Gに応じて第2のアシスト力変更用ゲインg41を決定する（S103）。次いで、アシスト力補正演算部46にて駆動電流指令値I1にゲインg40, g41を乗じることで駆動電流指令値I1を補正し（S104）、このアシスト制御用のルーチン（S100）を抜ける。

10

【0073】

さて、本実施形態では、駆動電流指令値I1を補に第1及び第2のアシスト力変更用ゲインg40, g41を乗じて補正を行う上記ステップS104の処理手段が本発明に係る「アシスト力変更手段」に相当する。ここで、前輪14へのトルク配分が減少すると（即ち、2輪駆動状態から4輪駆動状態に近づくと）、第1のアシスト力変更用ゲインg20が減少するから、ステップS104にて補正を行うことで、2輪駆動状態から4輪駆動状態に近づいたときには、アシスト力が増加する側に変更される。

20

【0074】

また、第2のアシスト力変更用ゲインg41は、登り走行時用の値は、水平走行時用の値（例えば、1）より小さく設定されているので、ステップS104による補正を行うことで、登り走行時にはアシスト力が下がる側に変更され、下り走行時にはアシスト力が上がる側に変更される。

【0075】

ところで、ステップ104は、車速とアシスト力決定用マップとから決定された駆動電流指令値にゲインg40, g41を乗じた駆動電流指令値を決定しているが、アシスト力決定用マップ全体をゲインg40, g41を乗じて補正してから、その補正されたアシスト力決定用マップと車速とから駆動電流指令値を決定してもよい。ここで、図13には、補正する前のアシスト力決定用マップをグラフ化した基準曲線f20が示されている。この基準曲線f20は、アシスト力が増加する側に変更された場合には、同図の上方側の曲線f22となり、アシスト力が減少する側に変更された場合には、同図の下方側の曲線f21になる。

30

【0076】

次に、上記構成からなる本実施形態の動作を説明する。

車両10が走行すると車両の加減速度及び登り走行又は下り走行の勾配に応じて加速度ピックアップによる検出値が変化する。すると、この加速度ピックアップの検出結果を前後Gとして取り込んだ伝達比可変操舵ECU41及びEPS-ECU40が、水平走行、登り走行、下り走行のいずれかを判別する。

40

【0077】

ここで、車両10が登り走行になると、車体重量が後輪15側に多くかかり、前輪14の負担が軽減されるので、これに伴って前輪14が路面から受ける転舵抵抗が低下する。このとき、伝達比可変操舵ECU41は、伝達比R1の変更により、「ステアリングギヤ」を「クイック」にして、転舵抵抗をハンドル31側に伝達し易くすると共に、EPS-ECU40は、電動パワーステアリング装置32によるアシスト力を下げて、ハンドル31の操作を重くする。これにより、ハンドル31側で受ける操舵抵抗の変化を抑えることができる。

【0078】

50

一方、下り走行になると水平走行時に比べて転舵抵抗が増加する。すると、伝達比可変操舵 ECU41 は、伝達比 R1 の変更により、「ステアリングギヤ」を「スロー」して、転舵抵抗がハンドル 31 側に伝達し難くすると共に、EPS-ECU40 は、電動パワーステアリング装置 32 によるアシスト力を上げて、ハンドル 31 の操作を軽くする。これにより、ハンドル 31 側で受ける操舵抵抗の変化を抑えることができる。

【0079】

また、車両 10 が登り走行になると、前輪 14 が路面から受ける転舵抵抗（摩擦）が低下することで、ハンドル操作に対する前輪 14 の追従のレスポンスが低下する。これに対し、伝達比可変操舵 ECU41 は、LSゲイン g1 の変更によりレスポンスを上げ、ハンドル 31 側で受けるレスポンスの変化を抑えることができる。10

【0080】

一方、下り走行になると前輪 14 が路面から受ける転舵抵抗（摩擦）が増加することで、ハンドル 31 の操舵速度に応じてハンドル操作に対する前輪 14 の追従のレスポンスが上がる。すると、伝達比可変操舵 ECU41 は、LSゲイン g1 の変更によりレスポンスを下げ、ハンドル 31 側で受けるレスポンスの変化を抑えることができる。これにより、本実施形態の操舵システム 30 によれば、登り走行か下り走行かに拘わらず、操舵抵抗及びハンドル操作に対する車両旋回の応答性が一定に保持され、操舵フィーリングを安定させることができる。

【0081】

ところで、本実施形態に備えたITCCC-ECU49 は、燃費性を考慮して、一定速度での直進時は、前輪 14 と後輪 15 に対する走行用駆動トルクのトルク配分（4WDステータス）を 100:0 にして、前輪 14, 14 のみによる 2 輪駆動状態になるようにトルク伝達装置 20 を制御する。そして、車速センサにおける検出値の変化等によって前輪 14 のスリップを検出したときに、そのスリップを規制するために、前輪 14 へのトルク配分を 100% から減らし、後輪 15 へのトルク配分を増やすことで 4 輪駆動側に移行する。さらに、スリップの発生が防止されると、前輪 14 へのトルク配分を増加させて、2 輪駆動側に移行する。20

【0082】

ここで、前輪 14 へのトルク配分が増加すると、走行方向が変わり難くなる。このとき、伝達比可変操舵 ECU41 は、伝達比 R1 の変更により「ステアリングギヤ」を「クイック」にする。これにより、少ないハンドル操作で前輪 14 が転舵するようになり、操舵フィーリングの変化が抑えることができる。一方、前輪 14 へのトルク配分が減少すると、走行方向が変わり易くなる。このとき、伝達比可変操舵 ECU41 は、伝達比 R1 の変更により「ステアリングギヤ」を「スロー」にする。これにより、前輪 14 を転舵するために多くのハンドル操作が必要となり、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。30

【0083】

また、前輪 14 へのトルク配分が増加すると、前輪 14 の駆動力が増して前輪 14 の転舵抵抗が低下する。これに対し、EPS-ECU40 は、前輪 14 へのトルク配分が増加したときには、アシスト力を下げるにより、操舵フィーリングの変化が抑えることができる。一方、前輪 14 へのトルクの配分が減少すると、前輪 14 の駆動力も減少して前輪 14 の転舵抵抗が増加する。すると、EPS-ECU40 は、前輪 14 へのトルク配分が減少したときには、アシスト力を上げることにより、操舵フィーリングの変化を抑えることができる。40

【0084】

さらに、前輪 14 へのトルク配分が増加すると、ハンドル 31 操作に対する車両 10 旋回の応答性が下がる。これに対し、伝達比可変操舵 ECU41 は、LSゲイン g1 の変更によりレスポンスを上げ、ハンドル 31 側で受けるレスポンスの変化を抑えることができる。一方、前輪 14 へのトルク配分が減少すると、ハンドル 31 操作に対する車両 10 旋回の応答性が上がる。これに対し、伝達比可変操舵 ECU41 は、LSゲイン g1 の変更50

によりレスポンスを下げ、ハンドル31側で受けるレスポンスの変化を抑えることができる。

【0085】

このように、本実施形態の操舵システム30によれば、操舵輪へのトルク配分の増減及び、登り走行及び下り走行の勾配による操舵フィーリングの変化を抑えることができ、操舵フィーリングの安定を図ることが可能になる。

【0086】

[他の実施形態]

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に説明するような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

10

【0087】

(1) 前記実施形態では、伝達比可変操舵制御、リードステア制御及びアシスト制御で用いる4WDステータスに係る変更用ゲインを別々に設定していたが、これら伝達比可変操舵制御、リードステア制御及びアシスト制御のうち少なくとも2つの制御の間で4WDステータスに係る変更用ゲインを兼用した構成にしてもよい。

【0088】

(2) 前記実施形態では、伝達比可変操舵制御、リードステア制御及びアシスト制御で用いる前後Gに係る変更用ゲインに関しても、伝達比可変操舵制御、リードステア制御及びアシスト制御のうち少なくとも2つの制御の間で兼用した構成にしてもよい。

20

【0089】

(3) 前記実施形態では、登り走行、下り走行、水平走行に応じて3種類のゲインを備えていたが、登り勾配の大小に対応して複数種類のゲインを設定すると共に、下り勾配の大小に対応して複数種類のゲインを設定してもよい。この構成によれば、勾配が大小に変化しても、操舵フィーリングを安定させることができる。

【0090】

(4) 前記実施形態では、4WDステータスの変化(駆動方式の変化)と前後Gの変化(登り下り走行の勾配の変化)の両方に対して、操舵系の伝達比R1、レスポンス、アシスト力を変更して操舵フィーリングの安定を図っていたが、駆動方式の変化と登り下り走行の勾配のうち何れか一方に対して、操舵系の伝達比、レスポンス、アシスト力を変更して操舵フィーリングの安定を図ってもよい。

30

【0091】

(5) 前記実施形態では、操舵系の伝達比、レスポンス、アシスト力の全てを駆動方式の変化及び走行勾配の変化に対して変更して操舵フィーリングの安定を図っていたが、操舵系の伝達比、レスポンス、アシスト力の少なくとも2つ又は1つを駆動方式の変化又は走行勾配の変化に対して変更し、操舵フィーリングの安定を図る構成にしてもよい。

【0092】

(6) 前記実施形態では、操舵輪と非操舵輪に対する駆動トルクのトルク配分に基づいて、ハンドルと操舵輪との間の伝達比、操舵輪の転舵角のレスポンス、又は、ハンドル操作に対するアシスト力を制御したが、トルク配分に駆動源としてのエンジンから出力される駆動トルクを加味してこれらの制御を行ってもよい。駆動トルクとトルク配分とを参照することにより、タイヤのグリップ限界をより正確に把握することができ、操舵制御の精度を向上することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の一実施形態に係る操舵システムの概念図

【図2】伝達比可変操舵ECU用メインプログラムのフローチャート

【図3】車両に備えた各ECUが行う制御のブロック図

【図4】伝達比可変操舵制御ルーチンのブロック図

【図5】伝達比可変操舵制御ルーチンによる制御のブロック図

50

【図6】伝達比決定用マップに係るグラフ

【図7】リードステア制御ルーチンのフローチャート

【図8】リードステア制御ルーチンによる制御のブロック図

【図9】レスポンス決定用マップに係るグラフ

【図10】E P S - E C U用メインプログラムのフローチャート

【図11】アシスト制御ルーチンのフローチャート

【図12】アシスト制御ルーチンによる制御のブロック図

【図13】アシスト力決定用マップに係るグラフ

【符号の説明】

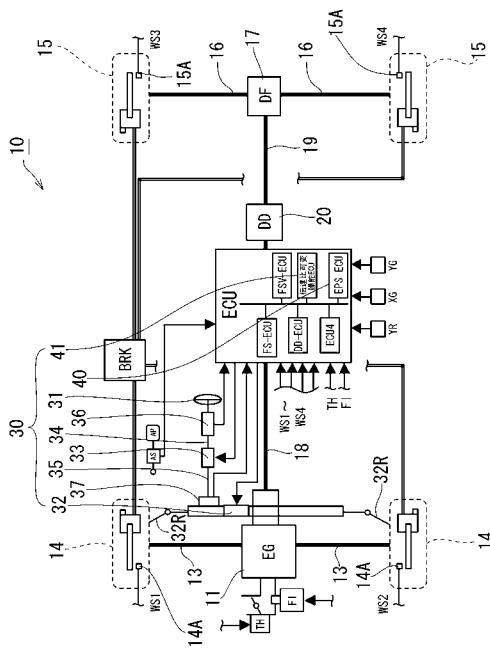
【0094】

10

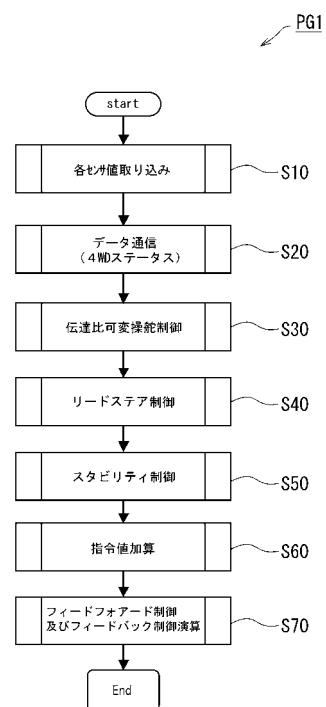
- 1 0 車両
- 1 1 エンジン
- 1 4 前輪（操舵輪）
- 1 5 後輪（非操舵輪）
- 3 0 操舵システム
- 3 1 ハンドル
- R 1 伝達比
- g 1 リードステアゲイン（レスポンス）
- g 1 0 第1の伝達比変更用ゲイン
- g 1 1 第2の伝達比変更用ゲイン
- g 2 0 第1のレスポンス変更用ゲイン
- g 2 1 第2のレスポンス変更用ゲイン
- g 4 0 第1のアシスト力変更用ゲイン
- g 4 1 第2のアシスト力変更用ゲイン

20

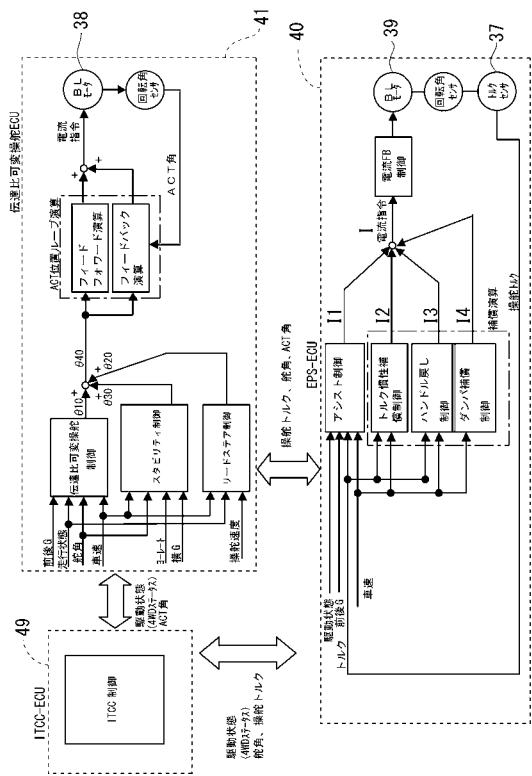
【図1】



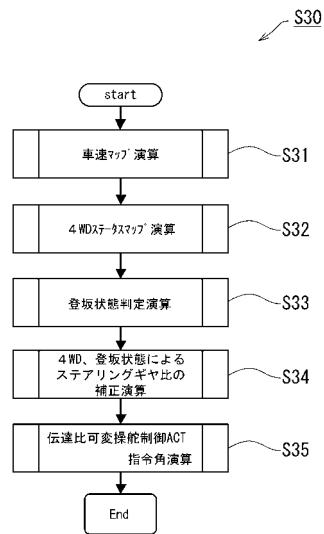
【図2】



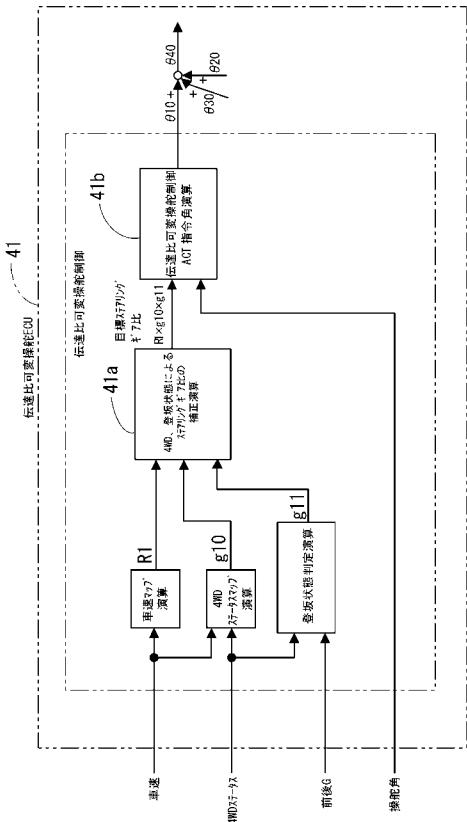
【図3】



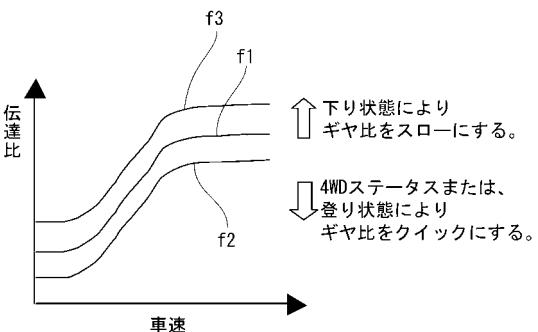
【図4】



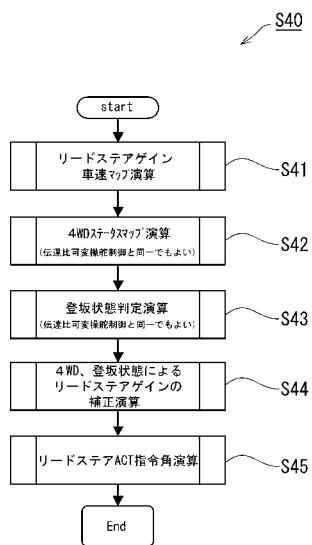
【図5】



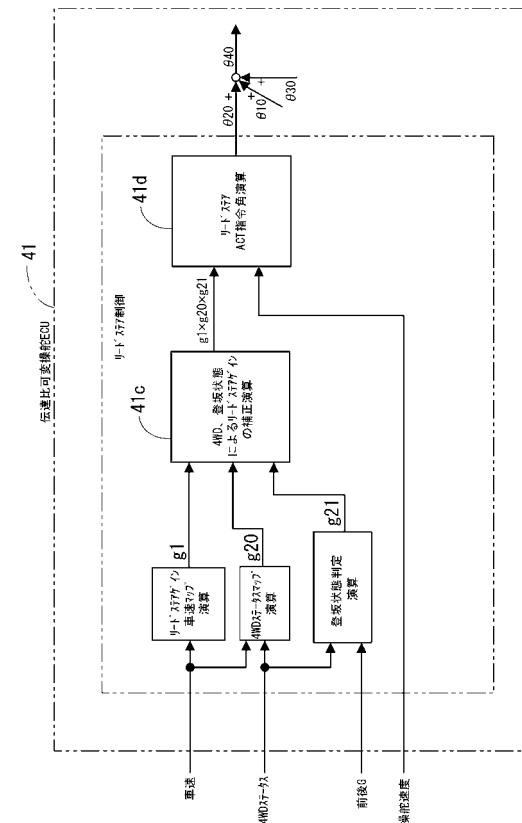
【図6】



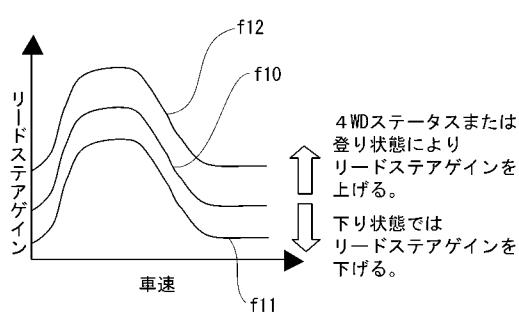
【図7】



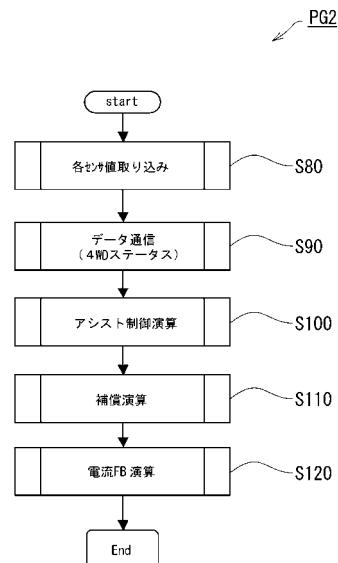
【図8】



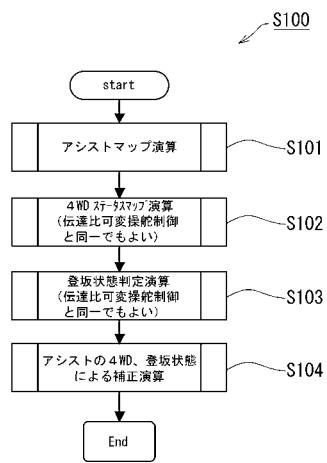
【図9】



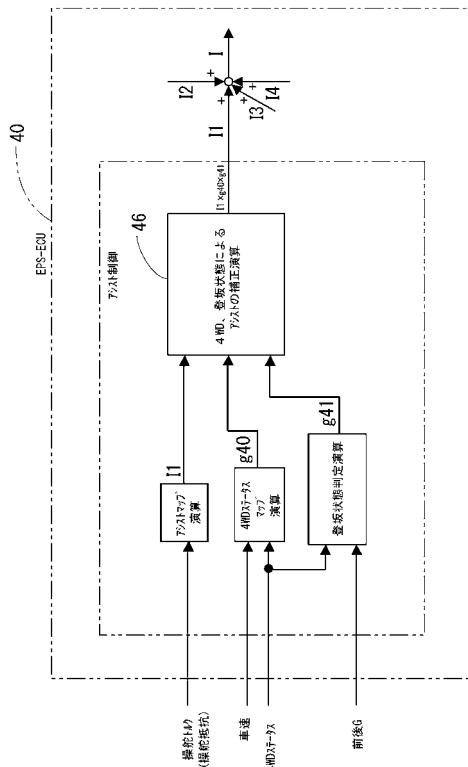
【図10】



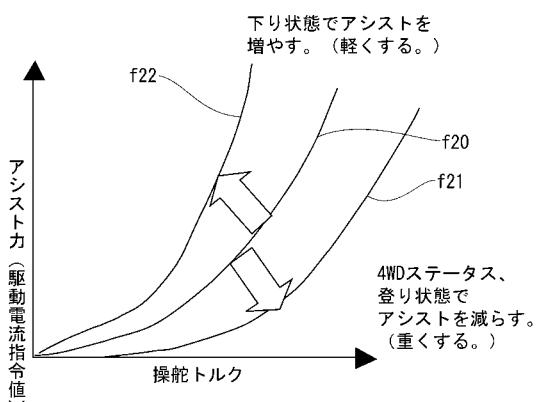
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 111:00	B 6 2 D 111:00	
B 6 2 D 113:00	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 117:00	B 6 2 D 117:00	
B 6 2 D 137:00	B 6 2 D 137:00	

(72)発明者 大野 明浩
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(72)発明者 村上 剛
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

F ターム(参考) 3D032 CC08 DA03 DA09 DA15 DA16 DA23 DA25 DA29 DA33 DD01
DD17 DD18 EB05 EC23 EC31
3D033 CA02 CA03 CA13 CA14 CA16 CA17 CA19 CA20 CA28 CA29
3D232 CC08 DA03 DA09 DA15 DA16 DA23 DA25 DA29 DA33 DD01
DD17 DD18 EB05 EC23 EC31
3D233 CA02 CA03 CA13 CA14 CA16 CA17 CA19 CA20 CA28 CA29