

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-228407  
(P2008-228407A)

(43) 公開日 平成20年9月25日(2008.9.25)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 6 0 L 1 5 / 2 0 (2006.01)** B 6 0 L 1 5 / 2 0 Y 5 H 1 1 5  
 B 6 0 L 1 5 / 2 0 J

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2007-60967 (P2007-60967)  
 (22) 出願日 平成19年3月9日(2007.3.9)

(71) 出願人 305027401  
 公立大学法人首都大学東京  
 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号  
 (71) 出願人 800000080  
 タマティーエルオー株式会社  
 東京都八王子市旭町9番1号 八王子スク  
 エアビル11階  
 (74) 代理人 100142136  
 弁理士 深澤 潔  
 (72) 発明者 武藤 信義  
 東京都日野市旭が丘六丁目6番地 首都大  
 学東京日野キャンパス内

最終頁に続く

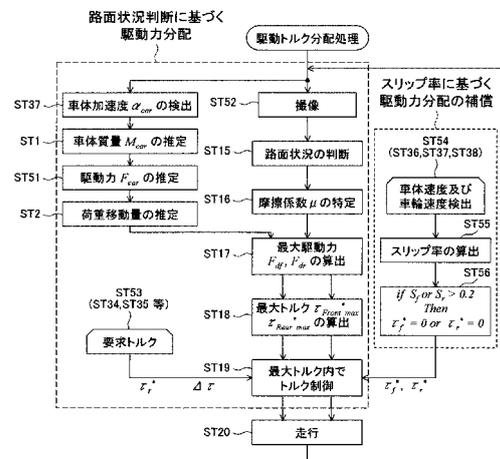
(54) 【発明の名称】 車両の制駆動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 推定した摩擦係数の誤差を補償できる制駆動制御装置を提供する。

【解決手段】 制御装置10は、カメラ20の撮像した画像に基づいて摩擦係数を特定し、その摩擦係数に基づいて、最大制駆動力を推定する。また、制御装置10は、スリップ率が所定の閾値を超えたか否かを判定する。制御装置10は、スリップ率が閾値を超えないときは、最大制駆動力を越えない範囲で、運転者の要求駆動力に応じて目標制駆動力を算出し、スリップ率が閾値を超えたときは、目標制駆動力を0にする。

【選択図】 図8



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

前輪を駆動する前輪駆動源及び後輪を駆動する後輪駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、

運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、

前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、

前記前輪駆動源の最大駆動力と、前記後輪駆動源の最大駆動力とを、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、

前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、

前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記前輪駆動源及び前記後輪駆動源に制御指令を出力する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記前輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出し、

前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、所定の前輪スリップ発生時駆動力を前記前輪駆動源の目標駆動力とし、

前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記後輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出し、

前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、所定の後輪スリップ発生時駆動力を前記後輪駆動源の目標駆動力とし、

前記前輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記前輪駆動源に出力し、

前記後輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記後輪駆動源に出力する

駆動制御装置。

## 【請求項 2】

前記摩擦係数特定手段は、複数の摩擦係数の候補を保持しており、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記複数の摩擦係数の候補から一の摩擦係数の候補を前記路面の摩擦係数として選択することにより、前記路面の摩擦係数を特定する

請求項 1 に記載の駆動制御装置。

## 【請求項 3】

前記情報取得手段は、前記路面の状況が、乾燥路面、湿潤路面、及び、凍結・雪道路面のいずれかであるかを特定可能な情報を取得し、

前記摩擦係数特定手段は、前記複数の摩擦係数の候補として、前記乾燥路面、前記湿潤路面、及び、前記凍結・雪道路面のそれぞれに対応する摩擦係数の候補を保持しており、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の状況を特定し、特定した前記路面の状況に対応する前記摩擦係数の候補を前記路面の摩擦係数として選択する

請求項 2 に記載の駆動制御装置。

## 【請求項 4】

前記最大駆動力算出手段は、前記車両の走行に伴って前記路面の摩擦係数が変化し、当該変化に応じて前記最大駆動力を変化させるときに、前記前輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じてから前記後輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じるまでの時間差に関らず、前記前輪の最大駆動力及び前記後輪の最大駆動力を同時に変化させる

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の駆動制御装置。

## 【請求項 5】

10

20

30

40

50

前記前輪スリップ発生時駆動力及び前記後輪スリップ発生時駆動力はゼロである  
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の駆動制御装置。

【請求項 6】

前記情報取得手段は、前記車両の進行方向における前記路面を撮像する撮像手段であり、

前記摩擦係数特定手段は、前記撮像手段の撮像した画像に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の駆動制御装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出するとき、及び、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出するときの少なくとも一方においては、前記前輪駆動源の目標駆動力及び前記後輪駆動源の目標駆動力の和が前記要求駆動力に最も近づくように、前記目標駆動力を算出する

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の駆動制御装置。

【請求項 8】

前輪を駆動する前輪駆動源及び後輪を駆動する後輪駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、

運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、

前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、

前記前輪駆動源の最大駆動力と、前記後輪駆動源の最大駆動力とを、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、

前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、

前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記前輪駆動源及び前記後輪駆動源に制御指令を出力する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記前輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出し、

前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときの前記前輪駆動源の目標駆動力よりも小さい駆動力を前記前輪駆動源の目標駆動力とし、

前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記後輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出し、

前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときの前記後輪駆動源の目標駆動力よりも小さい駆動力を前記後輪駆動源の目標駆動力とし、

前記前輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記前輪駆動源に出力し、

前記後輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記後輪駆動源に出力する

駆動制御装置。

【請求項 9】

車輪を駆動する駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、

運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、

前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、

10

20

30

40

50

前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、

前記駆動源の最大駆動力を、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、

前記車輪のスリップ率を算出するスリップ率算出手段と、

前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記駆動源に制御指令を出力する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記スリップ率算出手段の算出した前記スリップ率が所定の閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記駆動源の目標駆動力を算出し

10

、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記閾値を超えたときは、所定のスリップ発生時駆動力を前記駆動源の目標駆動力とし、

前記駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記駆動源に出力する駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の駆動制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

自動車を急発進させたり、凍結・雪路路面のように摩擦係数が非常に低い路面で自動車を発進させた場合に、車輪がスリップすることが知られている。一般に、前輪と後輪とは、これらの車輪が受ける荷重の相違等に起因して、スリップが生じる駆動力が異なっている。

【0003】

一方、前輪及び後輪を独立に駆動可能な自動車が知られている。当該自動車では、前輪及び後輪を互いに異なる駆動力で駆動できることから、運転者に要求された駆動力を前輪及び後輪に適切に分配することにより、車輪のスリップを生じることなく、運転者に要求された駆動力で車両を駆動することができる。

30

【0004】

特許文献1では、前輪用モータ及び後輪用モータを有する自動車において、摩擦係数を推定し、推定した摩擦係数に基づいて、前輪がスリップしない前輪の最大駆動力と、後輪がスリップしない後輪の最大駆動力とを算出し、各車輪においてその最大駆動力を超えないように、運転者に要求された駆動力を前輪及び後輪に分配する技術が開示されている。

【0005】

なお、前輪及び後輪の駆動力を独立に制御する技術ではないが、特許文献2では、車輪の加速度と車体の加速度から車輪のスリップの有無を判定し、スリップが生じたとき目標駆動力を小さくする技術が開示されている。

40

【0006】

また、スリップを防止する技術ではないが、特許文献3では、車両に設けられた撮像手段により車両の進行方向の路面を撮像し、その撮像した画像に基づいて路面の摩擦係数を推定する技術が開示されている。

【特許文献1】特開2007-37217号公報

【特許文献2】特開平8-182118号公報

【特許文献3】特開昭62-155139号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 7 】

特許文献 1 では、スリップしない最大駆動力の算出に必要な摩擦係数を、スリップ速度に対する制動トルクの勾配等に基づいて推定している。スリップを事前に防止する技術でありながら、摩擦係数の推定にスリップが生じることを必要とすることは不合理である。

## 【 0 0 0 8 】

特許文献 1 において、特許文献 3 に記載されているように、撮像手段により撮像された路面の画像により摩擦係数を推定するなど、スリップが生じる前に摩擦係数を推定することが考えられる。しかし、このような摩擦係数の推定方法は一般に誤差が大きく、このような摩擦係数の推定に基づく駆動制御は実現されていないのが実情である。

## 【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 の技術では、スリップを事後的に解消するためのものであるから、車両が凍結・雪路路面のように摩擦係数が非常に低い路面を走行する場合には、必ずスリップが生じることになる。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、推定した摩擦係数の誤差を補償可能な車両の駆動制御装置を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の観点の駆動制御装置は、前輪を駆動する前輪駆動源及び後輪を駆動する後輪駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、前記前輪駆動源の最大駆動力と、前記後輪駆動源の最大駆動力とを、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記前輪駆動源及び前記後輪駆動源に制御指令を出力する制御部と、を有し、前記制御部は、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記前輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、所定の前輪スリップ発生時駆動力を前記前輪駆動源の目標駆動力とし、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記後輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、所定の後輪スリップ発生時駆動力を前記後輪駆動源の目標駆動力とし、前記前輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記前輪駆動源に出力し、前記後輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記後輪駆動源に出力する。

## 【 0 0 1 2 】

好適には、前記摩擦係数特定手段は、複数の摩擦係数の候補を保持しており、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記複数の摩擦係数の候補から一の摩擦係数の候補を前記路面の摩擦係数として選択することにより、前記路面の摩擦係数を特定する。

## 【 0 0 1 3 】

好適には、前記情報取得手段は、前記路面の状況が、乾燥路面、湿潤路面、及び、凍結・雪道路面のいずれかであることを特定可能な情報を取得し、前記摩擦係数特定手段は、前記複数の摩擦係数の候補として、前記乾燥路面、前記湿潤路面、及び、前記凍結・雪道路面のそれぞれに対応する摩擦係数の候補を保持しており、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の状況を特定し、特定した前記路面の状況に対応する前記摩擦係数

10

20

30

40

50

の候補を前記路面の摩擦係数として選択する。

【0014】

好適には、前記最大駆動力算出手段は、前記車両の走行に伴って前記路面の摩擦係数が変化し、当該変化に応じて前記最大駆動力を変化させるときに、前記前輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じてから前記後輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じるまでの時間差に関らず、前記前輪の最大駆動力及び前記後輪の最大駆動力を同時に変化させる。

【0015】

好適には、前記前輪スリップ発生時駆動力及び前記後輪スリップ発生時駆動力はゼロである。

【0016】

好適には、前記情報取得手段は、前記車両の進行方向における前記路面を撮像する撮像手段であり、前記摩擦係数特定手段は、前記撮像手段の撮像した画像に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する。

【0017】

好適には、前記制御部は、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出するとき、及び、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出するときの少なくとも一方においては、前記前輪駆動源の目標駆動力及び前記後輪駆動源の目標駆動力の和が前記要求駆動力に最も近づくように、前記目標駆動力を算出する。

【0018】

本発明の第2の観点の駆動制御装置は、前輪を駆動する前輪駆動源及び後輪を駆動する後輪駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、前記前輪駆動源の最大駆動力と、前記後輪駆動源の最大駆動力とを、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記前輪駆動源及び前記後輪駆動源に制御指令を出力する制御部と、を有し、前記制御部は、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記前輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記前輪駆動源の目標駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときの前記前輪駆動源の目標駆動力よりも小さい駆動力を前記前輪駆動源の目標駆動力とし、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記後輪駆動源の最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記後輪駆動源の目標駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときの前記後輪駆動源の目標駆動力よりも小さい駆動力を前記後輪駆動源の目標駆動力とし、前記前輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記前輪駆動源に出力し、前記後輪駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記後輪駆動源に出力する。

【0019】

本発明の第3の観点の駆動制御装置は、車輪を駆動する駆動源を有する車両の駆動制御装置であって、運転主体の要求駆動力を算出する要求駆動力算出手段と、前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、前記駆動源の最

10

20

30

40

50

大駆動力を、前記摩擦係数特定手段の特定した摩擦係数が高いほど大きくなるように算出する最大駆動力算出手段と、前記車輪のスリップ率を算出するスリップ率算出手段と、前記要求駆動力算出手段、前記最大駆動力算出手段及び前記スリップ率算出手段の算出結果に基づいて、前記駆動源に制御指令を出力する制御部と、を有し、前記制御部は、前記スリップ率算出手段の算出した前記スリップ率が所定の閾値を超えないときは、前記最大駆動力算出手段により算出された前記最大駆動力を越えない範囲で、前記要求駆動力算出手段により算出された前記要求駆動力に応じて前記駆動源の目標駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記閾値を超えたときは、所定のスリップ発生時駆動力を前記駆動源の目標駆動力とし、前記駆動源の目標駆動力に基づく制御指令を前記駆動源に出力する。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、推定した摩擦係数の誤差を補償できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は、本発明の実施形態に係る自動車1の構成を概念的に示すブロック図である。自動車1は、前輪2FtRt、2FtLtを駆動する前輪電動機3Ftと、後輪2RrRt、2RrLtを駆動する後輪電動機3Rrとを、制御装置10により互いに独立に制御可能な電気自動車である。

20

【0022】

なお、図1では、前輪側の構成要素に付加記号Ftを、後輪側の構成要素に付加記号Rrを、右側の構成要素に付加記号Rtを、左側の構成要素に付加記号Ltを付している。以下の説明では、いずれの位置の構成要素であるかを特に区別する必要がない場合には、例えば単に「電動機3」というなど、付加記号Ft、Rr、Rt、Ltや「前輪」、「後輪」の語を省略することがある。また、後述する式等において、前輪に関する変数にfを、後輪に関する変数にrを付すことがあり、前輪と後輪とで区別する必要がない場合に、fやrを省略することがある。

【0023】

本願の詳細な説明では、原則として、駆動力又は制動力等の力と、駆動トルクや制動トルク等のトルク(力×距離)とを区別して記載するが、特許請求の範囲や明細書全体において、駆動トルクや駆動力を総称して駆動力といたり、制動トルクと制動力とを総称して制動力とすることがある。

30

【0024】

前輪電動機3Ft及び後輪電動機3Rrは、例えば、同期電動機や誘導電動機等の交流モータや直流モータにより構成されている。前輪側及び後輪側それぞれにおいて、電動機3の回転は、ディファレンシャルギア4を介して車軸5に伝達される。車軸5は車輪2と一体的に回転する。すなわち、自動車1は、前輪2Ftと、後輪2Rrとを互いに独立に制御可能に前輪2Ft及び後輪2Rrに対応して2つのトルク発生源を有しているが、右輪2Rtと、左輪2Ltとを互いに独立に制御できるようには構成されていない。

【0025】

自動車1は、アクセルペダル12の踏み込み量を検出し、検出した踏み込み量に応じた信号xaを出力するアクセルセンサ22、ブレーキペダル13の踏み込み量を検出し、検出した踏み込み量に応じた信号xbを出力するブレーキセンサ23、前進や後進を指定するためのシフトレバー14の位置を検出し、検出した位置に応じた信号Sを出力するシフトセンサ24を備えている。各センサ22、23、24の検出信号xa、xb、Sは制御装置10に出力される。

40

【0026】

制御装置10は、例えばコンピュータにより構成され、CPU、ROM、RAM、外部記憶装置等を有している。制御装置10は、各センサ22、23、24からの信号等に応じて前輪電動機3Ftの目標トルク及び後輪電動機3Rrの目標トルクをそれぞれ算出し

50

、前輪駆動装置 9 F t、後輪駆動装置 9 R r に出力する。前輪側及び後輪側それぞれにおいて、駆動装置 9 は、制御装置 10 から指令された目標トルクに応じた信号をインバータ 8 に出力する。インバータ 8 は、自動車 1 の駆動エネルギー源としての直流電圧源 7 からの電力を交流電力に変換し、駆動装置 9 からの信号に応じた電力を電動機 3 に出力して電動機 3 を駆動する。直流電圧源 7 は、例えば、各種蓄電池や燃料電池である。

【0027】

前輪側及び後輪側のそれぞれにおいて、電動機 3 の回転はエンコーダ 16 により検出され、回転数に応じた信号 S が制御装置 10 に出力される。また、車体 25 には、加速度を検出し、検出した加速度に応じた信号を制御装置 10 に出力する加速度センサ 26 が設けられている。制御装置 10 は、検出された電動機 3 の回転数や車体 25 の加速度等に基づいて、後述するスリップ率の算出等の種々の演算を行う。

10

【0028】

自動車 1 では、電気ブレーキと機械ブレーキとが併用される。すなわち、自動車 1 では、駆動源としての電動機 3 により制動力を発生可能であり、また、車軸 5 の回転を制動する機械ブレーキ 18 を備えている。電気ブレーキは、例えば、制動エネルギーを熱エネルギーに変換する発電ブレーキ、制動により発生する電気を回生する回生ブレーキである。機械ブレーキ 18 は、例えばドラムブレーキやディスクブレーキであり、液圧回路や電動機等のアクチュエータによりブレーキシューを被制動部材に押し付けて摩擦制動を得るものである。機械ブレーキ 18 の動作は、制御装置 10 により前輪側と後輪側とで互いに独立に制御される。

20

【0029】

自動車 1 は、車体 25 の前方側に 2 つのカメラ 20 R t、20 L t を備えている。カメラ 20 は、例えば、CCD カメラにより構成されている。カメラ 20 R t、20 L t は、自動車 1 の前方を撮像し、その撮像領域は互いに少なくとも一部が重複している。また、撮像領域には、自動車 1 の前方の路面が含まれている。カメラ 20 の撮像した画像は、制御装置 10 に出力される。制御装置 10 は、取得した画像に基づいて駆動又は制動に関する種々の処理を実行する。

【0030】

(トルク分配処理の概要)

図 2 は、自動車 1 の制御装置 10 が実行するトルク分配処理の手順の概略を示すフローチャートである。なお、図 2 は、トルク分配処理の概念を分かりやすく説明するためのものであり、各ステップは、適宜に順番を変更したり、並列に行われてよい。この処理は、例えば、イグニッションキーにキーが挿入されて ON 方向へ回される等による、制御装置 10 による電動機 3 の制御の開始と同時に開始され、イグニッションキーに挿入されているキーが OFF 方向へ回される等による、制御装置 10 による電動機 3 の制御の終了と同時に終了する。

30

【0031】

図 2 の左側部分 (ステップ S T 3 ~ S T 14) は、制動トルク分配処理の手順の概略を示し、図 2 の右側部分 (ステップ S T 15 ~ S T 20) は、駆動トルク分配処理の手順の概略を示している。ステップ S T 1 及び S T 2 の推定結果は、制動トルク分配処理及び駆動トルク分配処理の双方に供される。

40

【0032】

ステップ S T 1 では、制御装置 10 は、車体質量  $M_{car}$  の推定を行う。なお、ステップ S T 1 は、自動車 1 の走行中において適宜な時期に実行される。

【0033】

ステップ S T 2 では、制御装置 10 は、現在 (時点  $n$ ) の荷重移動量  $z(n)$  の推定を行う。荷重移動量  $z(n)$  は、自動車 1 の加速又は減速に伴って生じる、前輪 2 F t 及び後輪 2 R r に加わる荷重の、前輪 2 F t から後輪 2 R r への、又は、後輪 2 R r から前輪 2 F t への移動量である。例えば、自動車 1 が減速しているときには、前輪 2 F t に加わる荷重が大きくなり、後輪 2 R r に加わる荷重は小さくなる。すなわち、後輪 2 R r から

50

前輪 2 F t へ荷重が移動する。逆に、自動車 1 が加速しているときには、前輪 2 F t に加わる荷重が小さくなり、後輪 2 R r に加わる荷重は大きくなる。すなわち、前輪 2 F t から後輪 2 R r へ荷重が移動する。荷重移動量  $z(n)$  は、加速度  $a_{car}$  等に基づいて算出される。

【0034】

次に、制動トルク分配処理の概略（ステップ S T 3 ~ ステップ S T 1 4）について説明する。制動トルク分配処理では、運転者によって制動制御が行われなかったときに、障害物との衝突等为了避免するための自動制動制御が実行される。具体的には以下のとおりである。

【0035】

ステップ S T 3 では、制御装置 1 0 は、カメラ 2 0 により撮像された自動車 1 の前方の画像に基づいて、現在（時点  $n$ ）における自動車 1 と障害物（被撮像物）との距離  $D(n)$  を推定する。なお、障害物は、例えば、家屋やガードレールのような自動車 1 との衝突が避けられるべきものである。ただし、障害物に代えて、停止位置を示す白線のように、自動車 1 の停止を要求しつつも、衝突しない被撮像物との距離  $D(n)$  が推定されてもよい。

10

【0036】

ステップ S T 4 では、制御装置 1 0 は、自動制動を行うか否かの判定に供するための自動制動開始距離  $D_1(n)$  を算出する。自動制動開始距離  $D_1(n)$  は、適宜に設定されてよいが、例えば、自動車 1 が停止するために必要な距離であり、現在（時点  $n$ ）の車体速度  $V(n)$  に基づいて算出される。

20

【0037】

ステップ S T 5 では、障害物までの距離  $D(n) =$  自動制動開始距離  $D_1(n)$  となり（ $D(n) < D_1(n)$  の判定でもよい）、且つ、運転者がブレーキペダル 1 3 を踏んでいない（すなわち、 $B^* = 0$ 。 $B^*$  は、ブレーキセンサ 2 3 により検出された踏み込み量  $B$  に対応する目標制動トルク。なお、 $B = 0$  により判定されてもよいことはもちろんである。）という条件が満たされるか否かが判定する。

【0038】

ステップ S T 5 の条件が満たされる場合には、制御装置 1 0 は、障害物との衝突を避けるために、自動制動を行うべく、ステップ S T 6 に進む。ステップ S T 5 の条件が満たされない場合には、ステップ S T 2 に戻る。

30

【0039】

ステップ S T 6 では、制御装置 1 0 は、障害物に到達する前に停止するのに必要な制動力  $F_B(n)$  を算出する。制動力  $F_B(n)$  は、例えば、ステップ S T 1 で算出された車体質量  $M_{car}$ 、ステップ S T 3 で推定された障害物までの距離  $D(n)$ 、現在の速度  $V(n)$  等に基づいて算出される。

【0040】

ステップ S T 7 では、制御装置 1 0 は、ステップ S T 6 で算出した制動力  $F_B(n)$  を前輪 2 F t 及び後輪 2 R r に分配するための分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  ( $R_r = 1 - R_f$ ) を算出する。分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  は、例えば、ステップ S T 2 に推定した荷重移動量  $z(n)$  等に基づいて算出される。

40

【0041】

ステップ S T 8 では、制御装置 1 0 は、ステップ S T 6 で算出した制動力  $F_B(n)$  及びステップ S T 7 で算出した分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  に基づいて、前輪 2 F t における目標制動トルク  $B_{f}^*$  と、後輪 2 R r における目標制動トルク  $B_{r}^*$  とを算出する。

【0042】

ステップ S T 9 では、制御装置 1 0 は、ステップ S T 8 で算出した目標制動トルク  $B_{f}^*$  及び目標制動トルク  $B_{r}^*$  に応じた制御指令を駆動装置 9 に出力する。駆動装置 9 は、制御指令に応じた電力をインバータ 8 を介して電動機 3 に供給する。なお、制御装置 1 0 は、基本的には、電動機 3 の電氣的ブレーキにより目標制動トルク  $B_{f}^*$  及び目標制

50

動トルク  $B_{r}^*$  が得られるように駆動装置 9 へ制御指令を出力するが、目標制動トルク  $B_{f}^*$  及び目標制動トルク  $B_{r}^*$  が大きい場合等の特定の状況では、電動機 3 の電氣的ブレーキと機械ブレーキ 18 とを協調制御することにより、目標制動トルク  $B_{f}^*$  及び目標制動トルク  $B_{r}^*$  が得られるように、機械ブレーキ 18 へも制御指令を出力する。

【0043】

ステップ ST 10 では、次の時点  $n + 1$  における車体速度  $V(n + 1)$  が 0 になったか否かを判定する。すなわち、自動車 1 が停止したか否かを判定する。車体速度  $V(n + 1) = 0$  の条件が満たされる場合には、制御装置 10 は、自動制動制御を終了する（ステップ ST 11）。その後、制御装置 10 は、例えば、ステップ ST 2 に戻る。車体速度  $V(n + 1) = 0$  の条件が満たされない場合には、制御装置 10 は、ステップ ST 12 に進む。

10

【0044】

ステップ ST 12 では、制御装置 10 は、次の時点  $n + 1$  における、障害物までの距離  $D(n + 1)$ 、自動制動開始距離  $D_1(n + 1)$ 、及び、荷重移動量  $z(n + 1)$  を取得する。すなわち、ステップ ST 3、ステップ ST 4、ステップ ST 2 と同様の処理を、新たに取得したカメラ 20 の画像、車体速度  $V$ 、車体の加速度  $c_{ar}$  等に基づいて実行する。

【0045】

ステップ ST 13 では、制御装置 10 は、ステップ ST 5 と同様の判定を、時点  $n + 1$  に関して行う。すなわち、制御装置 10 は、 $B^*(n + 1) = 0$ 、且つ、 $D(n + 1) < D_1(n + 1)$  の条件が満たされるか否かを判定する。

20

【0046】

ステップ ST 13 の条件が満たされると判定された場合、すなわち、まだ運転者によりブレーキペダルが踏み込まれておらず、且つ、依然として障害物までの距離  $D$  が自動制動開始距離  $D_1$  よりも小さいと判定された場合は、制御装置 10 は、ステップ ST 6 に戻る。ステップ ST 13 の条件が満たされないと判定された場合には、制御装置 10 は、ステップ ST 14 に進む。

【0047】

ステップ ST 14 では、制御装置 10 は、通常制動制御処理を実行する。通常制動制御処理では、運転者のブレーキペダル 13 の踏み込み量  $B$  に応じた制動が行われる。

30

【0048】

次に、駆動トルク分配処理の概略（ステップ ST 15 ~ ステップ ST 20）について説明する。

【0049】

ステップ ST 15 では、制御装置 10 は、カメラ 20 の撮像した自動車 1 の前方の路面の画像に基づいて、自動車 1 の路面の状況を推定する。

【0050】

ステップ ST 16 では、制御装置 10 は、ステップ ST 15 の推定結果に基づいて、自動車 1 の前方の路面の摩擦係数  $\mu$  を特定する。

【0051】

ステップ ST 17 では、制御装置 10 は、ステップ ST 16 において特定した摩擦係数  $\mu$  に基づいて、前輪 2 Ft がスリップしない最大駆動力  $F_{df}$ 、及び、後輪 2 Rr がスリップしない最大駆動力  $F_{dr}$  を算出する。当該算出においては、ステップ ST 1 及びステップ ST 2 における推定結果も利用される。

40

【0052】

ステップ ST 18 では、制御装置 10 は、ステップ ST 17 において特定した最大駆動力  $F_{df}$ 、 $F_{dr}$  等に基づいて、前輪 2 Ft 及び後輪 2 Rr を駆動する最大駆動トルク  $Front_{max}$ 、 $Rear_{max}$  を算出する。

【0053】

ステップ ST 19 では、制御装置 10 は、前輪 2 Ft の駆動トルクがステップ ST 18

50

において算出した最大駆動トルク  $T_{Front\_max}^*$  の範囲内に、後輪 2 R r の駆動トルクが  $T_{R\_ear\_max}^*$  の範囲内に収まるように、駆動トルクを制御する。

【0054】

そして、走行が継続され（ステップ S T 2 0）、制御装置 1 0 は、ステップ S T 2 に戻る。

【0055】

なお、時点 n と時点 n + 1 との時間差（各ステップが繰り返される周期）は適宜に設定されてよい。例えば、時点 n と、時点 n + 1 との時間差は、0.01 ~ 0.1 秒の間で適宜に設定される。

【0056】

図 2 のステップ S T 1 における車体質量  $M_{car}$  は、例えば、以下のように算出される。

【0057】

自動車 1 が加速トルク  $T_R^*$  で加速しているときの加速度を  $a_{acc}$ 、自動車 1 が電動機 3 をトルクフリーにして減速している状態（フリーランの状態）の加速度を  $a_{dec}$  とすると

$$T_R^* - T_L = M_{car} \times a_{acc} \quad \dots (1)$$

$$-T_L = M_{car} \times a_{dec} \quad \dots (2)$$

が成り立つ。 $T_L$  は車軸 5 の摩擦抵抗など、フリーランの状態においても生じる制動トルクである。

【0058】

そして、上記（1）式及び（2）式より、

$$M_{car} = T_R^* / (a_{acc} - a_{dec}) \quad \dots (3)$$

となる。すなわち、加速状態において  $T_R^*$  及び  $a_{acc}$  を、フリーラン状態において  $a_{dec}$  を取得すれば、 $M_{car}$  を推定できる。

【0059】

図 2 のステップ S T 2 における荷重移動量  $z$  は、例えば、以下のように算出される。

【0060】

図 3 (a) は、自動車 1 における動的モデルを示す図である。

図 3 (a) に示すように、自動車 1 が加速度  $a_{car}$  で減速するときの制動力  $F_{car}$  は、

$$F_{car} = M_{car} \times a_{car} \quad \dots (4)$$

となる。

【0061】

そのときの荷重移動量  $z$  は、制動力  $F_{car}$  によって生じる自動車 1 の重心 G 回りのモーメントを前輪 2 F t 及び後輪 2 R r の接地点における垂直荷重に換算して得られるから、自動車 1 の重心 G の接地面からの高さを  $H_{car}$ 、自動車 1 のホイールベースを  $L_{car}$  とすると、

$$z = F_{car} \times H_{car} / L_{car} \quad \dots (5)$$

となる。

【0062】

なお、加速しているときの荷重移動についても、 $a_{car}$ 、 $F_{car}$ 、 $z$  の方向が逆になる以外、減速しているときの荷重移動と同様である。

【0063】

（制動トルク分配処理）

図 2 のステップ S T 3 における障害物との距離  $D(n)$  は、例えば、いわゆるステレオ視による計測方法を用いて算出される。すなわち、カメラ 2 0 から得られた情報を三角測量の原理に基づいて処理することにより距離を測定する。具体的には以下のとおりである。

【0064】

図 4 は、距離  $D(n)$  を算出するための画像処理方法を説明する概念図である。

【0065】

10

20

30

40

50

カメラ 20Lt、20Rt は、光軸 LN22<sub>L</sub> (Z 軸)、LN22<sub>R</sub> が互いに平行に配置されるとともに、光軸中心 O<sub>L</sub>、O<sub>R</sub> を結ぶ線 (X 軸) が光軸 LN22<sub>L</sub>、LN22<sub>R</sub> に直交する。また、カメラ 20Lt、20Rt の画像 41L、41R は光軸と直交する同一面上にある。

【0066】

図4の座標系 XYZ では、左側のカメラ 20Lt のレンズ中心を原点 O とし、計測地点 P の各画像 41 における画素位置 P<sub>L</sub>、P<sub>R</sub> を各画像 41 において定義された座標系により示している。

【0067】

距離 D (X 軸から計測地点 P までの距離。計測地点の Z 軸方向の座標と同一) は、下記の式により算出される。

$$D = (f \cdot S) / ((X_L - X_R) \times p) \quad \dots (6)$$

なお、f は焦点距離であり、S は基線長さ (O<sub>L</sub> から O<sub>R</sub> までの長さ) である。X<sub>L</sub> - X<sub>R</sub> は計測地点 P (障害物) に対応する画素位置 P<sub>L</sub> と P<sub>R</sub> との距離であり、いわゆる視差である。(6) 式から理解されるように、視差が大きいほど計測地点 P は手前側にあることになる。p は画素ピッチである。すなわち、(6) 式では、視差 X<sub>L</sub> - X<sub>R</sub> の単位は画素数 (ピクセル数) であり、画素ピッチ p (m / ピクセル) を乗じて視差 X<sub>L</sub> - X<sub>R</sub> を m に換算している。なお、厳密には、カメラ 20 と、車体 25 のバンパーの位置との差分を距離 D から減算する必要がある。

【0068】

図2のステップ ST4 における自動制動開始距離 D<sub>1</sub> は、自動車 1 が完全に停止するまでに必要な最小限の距離としたり、ある程度安全に無理なく停止できる距離とするなど、適宜に設定してよいが、例えば、以下の式により算出する。

$$D_1(n) = V(n) \times T + M_{car} \times V(n)^2 / (2 \times F_{max}) \quad \dots (7)$$

V(n) は、時点 n における車体速度であり、T は制御システムの反応時間であり、M<sub>car</sub> は車体質量であり、F<sub>max</sub> は最大制動力である。なお、F<sub>max</sub> は、電気ブレーキの最大制動力としてもよいし、電気ブレーキ及び機械ブレーキの最大制動力としてもよい。(7) 式では、車体の運動エネルギーと最大の制動力 F<sub>max</sub> により車体に対してなされる仕事量とが等しくなる距離を、システムの制御遅れ T を考慮して算出している。最大制動力 F<sub>max</sub> やシステムの制御遅れ T は、例えば、予め制御装置 10 の記憶装置により保持されている。

【0069】

図2のステップ ST6 において算出する制動力 F<sub>B</sub>(n) は、最大制動力にしたり、運転者等がショックを受けない程度の制動力にするなど、適宜に設定してよいが、例えば、以下の式により算出する。

$$F_B(n) = M_{car} \times V(n)^2 / (2 \times (D(n) - V(n) \times T)) \quad \dots (8)$$

【0070】

(8) 式では、車体の運動エネルギーと距離 D(n) に亘って制動が行われるときに車体に対してなされる仕事量とが等しくなる制動力を、システムの制御遅れ T を考慮して算出している。(7) 式により D<sub>1</sub>(n) を算出した場合、ステップ ST5 において実際の距離 D(n) が自動制動開始距離 D<sub>1</sub>(n) 以下と判定された直後に (8) 式により算出される F<sub>B</sub>(n) は、最大制動力 F<sub>max</sub> と同程度となる。

【0071】

図2のステップ ST7 の分配比率 R<sub>f</sub>、R<sub>r</sub> は、例えば、以下のように算出される。

【0072】

自動車 1 が停止しているときの前輪荷重 (左前輪 2FtLt 及び右前輪 2FtRt に加わる荷重の合計) を W<sub>f</sub>、後輪荷重 (左後輪 2RrLt 及び右後輪 2RrRt に加わる荷重の合計) を W<sub>r</sub>、路面の摩擦係数を μ とすると、摩擦力と釣り合う前輪及び後輪の制動力、すなわち、2つの前輪 2Ft の最大制動力 F<sub>fmax</sub> 及び 2つの後輪 2Rr の最大制動力 F<sub>rmax</sub> は、

10

20

30

40

50

$$F_{f \max} = \mu (W_f + z) \quad \dots (9)$$

$$F_{r \max} = \mu (W_r - z) \quad \dots (10)$$

となる。

【0073】

従って、前輪 2 F t 側及び後輪 2 R r 側のそれぞれにおける電動機 3 及び機械ブレーキ 1 8 による制動力が、最大制動力  $F_{f \max}$  及び最大制動力  $F_{r \max}$  となるように、電動機 3 及び機械ブレーキ 1 8 の動作を制御すれば、自動車 1 全体として最も制動力が大きくなり、また、最大制動力  $F_{f \max}$  と最大制動力  $F_{r \max}$  との比率により、自動車 1 全体としての制動力  $F_{car}$  を前輪 2 F t 及び後輪 2 R r に分配すれば、後輪 2 R r のロック時は、前輪 2 F t のロック時に最も近くなるから、より効果的に自動車 1 を制動することができることとなる。図 3 ( b ) は、上記 ( 9 ) 式及び ( 10 ) 式により計算される制動力理想分配特性を実線 L 1 で示している。

10

【0074】

しかし、路面の摩擦係数  $\mu$  は、乾燥路面、濡れた路面、雪路、氷上路等によって異なり、また、走行時に摩擦係数  $\mu$  を検出することは困難である。すなわち、上記 ( 9 ) 式及び ( 10 ) 式では、路面の状況に応じて適切な分配比率を算出することができない。

【0075】

そこで、自動車 1 では、制動力の前輪 2 F t 及び後輪 2 R r への分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  ( $R_f + R_r = 1$ ) を下記の式により算出する。

$$R_f = (\mu (W_f + z)) / (\mu (W_f + z) + \mu (W_r - z)) \quad \dots (11)$$

$$= (W_f + z) / (W_f + W_r)$$

$$= (W_f + z) / W_{car}$$

$$= (M_f \times g + z) / (M_{car} \times g) \quad \dots (11)$$

$$R_r = 1 - R_f \quad \dots (12)$$

20

なお、 $M_f$  は自動車 1 の停止時の前輪荷重  $W_f$  を質量に換算したものであり、 $W_{car}$  は車体質量  $M_{car}$  を荷重 (車体重量) に換算したものである。 $M_f$  は、例えば、制御装置 10 の記憶装置に予め保持されている。ただし、ステップ S T 1 において推定された  $M_{car}$  等に基づいて適宜に補正されてもよい。また、 $M_f = M_{car} / 2$  のように、ステップ S T 1 において推定された  $M_{car}$  から近似的に算出されてもよい。

【0076】

従って、自動車 1 では、( 11 ) 式及び ( 12 ) 式に基づいて算出した分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  により、自動車 1 全体の制動力  $F_{car}$  を前輪 2 F t 及び後輪 2 R r に分配することにより、図 3 ( b ) の実線 L 1 で示す理想曲線上において前輪 2 F t の制動力及び後輪 2 R r の制動力を得ることができる。

30

【0077】

なお、車体質量  $M_{car}$  は、上述のように、ステップ S T 1 において適宜な時期に推定され、その推定された  $M_{car}$  を用いて ( 11 ) 式及び ( 12 ) 式により荷重移動量  $z$  が算出され (ステップ S T 2)、その荷重移動量  $z$  等を用いて分配比率  $R_f$ 、 $R_r$  が算出されることから、自動車 1 の乗車人数、乗車位置、積載貨物の重さやその配置等に起因する荷重変化に対応して適切に分配比率が算出される。

40

【0078】

図 3 ( c ) は、自動車 1 が斜面を走行している場合においても分配比率を算出可能であることを示している。この図に示すように、傾斜角  $\theta$  の斜面を走行している自動車 1 が斜面に平行な方向の加速度  $a_{car}$  で減速する場合の制動力  $F_{car}$  は、

【0079】

$$F_{car} = M_{car} \times a_{car} + M_{car} \times g \times \sin \theta \quad \dots (13)$$

となる。すなわち、 $M_{car} \times g \times \sin \theta$  を加味すれば、加速度  $a_{car}$  で減速する場合の  $F_{car}$  を算出することができる。そして、( 5 ) 式、( 11 ) 式及び ( 12 ) 式により分配比率を算出できる。

【0080】

50

図2のステップST8の目標制動トルク  $B_f^*$ 、 $B_r^*$  は、例えば、以下の式により算出される。

【0081】

$$B_f^*(n) = K_{gear\_f} \times F_B(n) \times R_f \quad \dots (14)$$

$$B_r^*(n) = K_{gear\_r} \times F_B(n) \times R_r \quad \dots (15)$$

ここで、 $K_{gear\_f}$  は、前輪用ディファレンシャルギア4Ftのギア比、 $K_{gear\_r}$  は、後輪用ディファレンシャルギア4Rrのギア比である。

【0082】

図5は、自動車1において行われる制動処理の手順を示すフローチャートである。図5のフローチャートは、自動制動処理だけでなく、通常制動処理も示している。なお、図2と同一のステップについては、図2と同一のステップ番号を付している。

10

【0083】

まず、上述の車体質量  $M_{car}$  の推定(ステップST1)までの流れを説明する。

【0084】

アクセルペダル12が踏み込まれると(ステップST34)、アクセルセンサ22により踏み込み量  $A$  が検出される(ステップST35)。そして、制御装置10は、予め記憶されているマップ等に基づいて、踏み込み量  $A$  に応じた要求駆動トルク  $A^*$  を算出する。制御装置10は、ステップST1の車体質量  $M_{car}$  の推定において、(3)式の演算において必要な、自動車1の加速状態の加速度  $a_{acc}$ 、フリーラン状態の加速度  $a_{dec}$  を取得するために、要求駆動トルク  $A^*$  (踏み込み量  $A$  や後述する要求トルク  $R^*$  でもよい)に基づいて、自動車1が加速状態であるか、フリーラン状態であるかを判定する。すなわち、要求駆動トルク  $A^*$  が0であればフリーラン状態であり、要求駆動トルク  $A^*$  が0より大きければ加速状態と判定する。なお、走行状態の判定は、制動が行われていないことを加速状態やフリーラン状態であると判定する条件として更に付加するなど、適宜に行われてよい。制動が行われているか否かは、ブレーキペダル13の踏み込み量  $B$  等に基づいて適宜に行われてよい。

20

【0085】

走行中においては、加速度センサ26により車体25の加速度  $a$  が検出され(ステップST37)、出力される。制御装置10は、その検出された加速度  $a$  と、上述の走行状態の判定とに基づいて、適宜な時期に、加速状態の加速度  $a_{acc}$  及びフリーラン状態の加速度  $a_{dec}$  を取得し、(3)により車体質量  $M_{car}$  を算出する(ステップST1)。

30

【0086】

次に、上述の目標制動トルク  $B_f^*$ 、 $B_r^*$  (ステップST8)の算出までの流れを説明する。

【0087】

ステップST37において加速度センサ26により検出された車体25の加速度  $a$  は、ステップST38における車体速度  $V(n)$  の算出に供される。すなわち、ステップST38では、加速度  $a$  の積分により車体速度  $V(n)$  が算出される。

【0088】

ステップST4は、上述のとおりである。すなわち、ステップST4では、制御装置10は、ステップST1で算出された車体質量  $M_{car}$  及びステップST38で算出された  $V(n)$  に基づいて自動制動開始距離  $D_1(n)$  を算出する。

40

【0089】

ステップST39は、上述のステップST5の一部に対応するステップである。ステップST39では、制御装置10は、運転者がブレーキペダル13を踏んでいるか否かを、 $B^* = 0$  か否かの判定により行う。

【0090】

なお、目標制動トルク  $B^*$  は、ブレーキペダル13が踏み込まれ(ステップST31)、ブレーキセンサ23により踏み込み量  $B$  が検出され(ステップST32)、その踏み込み量  $B$  に応じて、制御装置10により予め記憶されているマップ等に基づいて算出さ

50

れる。

【0091】

$B^* = 0$ と判定された場合、すなわち、ブレーキペダル13が踏み込まれている場合、制御装置10は、ステップST8に進む。そして、ステップST8では、ステップST7において算出された分配比率 $R_f$ 、 $R_r$ により、目標制動トルク $B^*$ を前輪2Ft、後輪2Rrに分配し、目標制動トルク $B_f^*$ 、 $B_r^*$ を算出する。

【0092】

$B^* = 0$ と判定された場合、すなわち、ブレーキペダル13が踏み込まれていない場合、制御装置10は、ステップST40に進む。ステップST40は、上述のステップST5の一部に対応するステップである。ステップST40では、制御装置10は、障害物までの距離 $D(n) =$ 自動制動開始距離 $D_1(n)$ であるか否かを判定する。

10

【0093】

$D(n) = D_1(n)$ ではないと判定された場合、すなわち、障害物までに十分な距離がある場合、制御装置10は、ステップST41に戻る。

【0094】

$D(n) = D_1(n)$ であると判定された場合、すなわち、障害物までに十分な距離がない場合、制御装置10は、上述のように、自動制動用の制動力 $F_B(n)$ の算出(ステップST6)、分配比率 $R_f$ 、 $R_r$ を利用した目標制動トルク $B_f^*$ 、 $B_r^*$ の算出(ステップST8)を行う。

【0095】

ステップST9～ST13は、上述のとおりである。なお、ステップST13において、 $B^*(n+1) = 0$ 、且つ、 $D(n+1) < D_1(n+1)$ の条件が満たされないと判定された場合、制御装置10は、ステップST33に進む。ステップST33では、上述のステップST32からステップST39へ移行する際の $B^*$ と同様にして、若しくは、異なる方法により、ブレーキペダル13の踏み込み量 $B$ に応じた通常制御用の目標制動力 $F_{car}$ (若しくは目標制動トルク $B^*$ )を算出する。

20

【0096】

なお、ブレーキペダルの踏み込み量 $B$ が所定の閾値を超えた場合など、特定の状況においては、制御装置10は、機械ブレーキ指令を生成し(ステップST42)、ステップST9では、機械ブレーキと電気ブレーキとの協調制御により運転者の要求する制動力が得られるように、制御指令を出力する。

30

【0097】

図5では、特に図示しなかったが、自動車1においては、更に、スリップ率に基づく制動制御がなされてよい。具体的には以下のとおりである。ステップST36では、エンコーダ16Ft、16Rrからの検出信号に基づいて、前輪2Ftの角速度(車輪速度) $V_f(n)$ 、後輪2Rrの角速度 $V_r(n)$ が検出される。そして、その車輪速度 $V_f(n)$ 、 $V_r(n)$ 、及び、ステップST38において算出した車体速度 $V(n)$ に基づいて、制御装置10は、(16)、(17)式の制動時のスリップ率の計算式により、各時点 $n$ における、前輪のスリップ率 $S_f$ 、後輪のスリップ率 $S_r$ を算出する。

$$S_f = (V - V_f) / V_f \quad \dots (16)$$

$$S_r = (V - V_r) / V_r \quad \dots (17)$$

40

【0098】

そして、制御装置10は、スリップ率 $S_f$ が所定の閾値(例えば0.3)を超えたときには、ブレーキペダル13の踏み込み量 $A$ やステップST6で算出した制動力 $F_B(n)$ に関らず、前輪2Ftの制動力を所定の値(例えば0)に設定する。同様に、スリップ率 $S_r$ が所定の閾値(例えば0.3)を超えたときには、ブレーキペダル13の踏み込み量 $A$ やステップST6で算出した制動力 $F_B(n)$ に関らず、後輪2Rrの制動力を所定の値(例えば0)に設定する。

【0099】

(駆動トルク分配処理)

50

図6は、自動車1における一輪モデルを示している。上述の制動トルク分配処理では、2つの前輪 $2F_t$ に加わる力やトルクの合計、2つの後輪 $2R_r$ に加わる力やトルクの合計により、前輪 $2F_t$ 、後輪 $2R_r$ のトルク分配方法を説明したが、以下では、一の車輪に加わる力やトルクによりトルク分配方法を説明する。

【0100】

前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ において前輪電動機 $3F_t$ 、後輪電動機 $3R_r$ のトルクによって生じる力 $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ は、次式により表される。

$$F_{mf} = M_f \times (dV_f / dt) + F_{df} + F_{rf} \quad \dots (18)$$

$$F_{mr} = M_r \times (dV_r / dt) + F_{dr} + F_{rr} \quad \dots (19)$$

ここで、 $M_f$ 、 $M_r$ は、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ の慣性モーメントを質量に変換したものであり、 $F_{df}$ 、 $F_{dr}$ は、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ に生じる駆動力であり、 $F_{rf}$ 、 $F_{rr}$ は、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ に働く摩擦力であり、 $V_f$ 、 $V_r$ は、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ の車輪速度である。

【0101】

(18)、(19)式により得られた $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ を用いると、次式により、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ に分配するトルクの限界値を決定する最大駆動トルク $F_{front\ max}^*$ 、 $F_{rear\ max}^*$ が得られる。

$$F_{front\ max}^*(n) = K_f \times F_{mf}(n) \quad \dots (20)$$

$$F_{rear\ max}^*(n) = K_r \times F_{mr}(n) \quad \dots (21)$$

【0102】

ここで、比例ゲイン $K_f$ 、 $K_r$ は、車輪2の半径 $R$ と、ディファレンシャルギア $4F_t$ 、 $4R_r$ のギア比 $K_{gear\_f}$ 、 $K_{gear\_r}$ とに関係し、次式により与えられる。

$$K_{COV\_f} = 2 \times R / K_{gear\_f} \quad \dots (22)$$

$$K_{COV\_r} = 2 \times R / K_{gear\_r} \quad \dots (23)$$

(22)、(23)式では、前輪 $2F_t$ と後輪 $2R_r$ とで共通の半径 $R$ を用いていることから、比例ゲイン $K_f$ 、 $K_r$ に $COV$ を付している。なお、前輪 $2F_t$ と後輪 $2R_r$ とで互いに異なる $R$ が用いられてもよい。(22)、(23)式において2が乗じられているのは、 $F_{front\ max}^*(n)$ 、 $F_{rear\ max}^*(n)$ はそれぞれ、2つの前輪 $2F_t$ 、2つの後輪 $2R_r$ を駆動するためのトルクであるのに対し、 $F_{mf}(n)$ 、 $F_{mr}(n)$ が一輪における力であることからである。

【0103】

以上のように、 $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ が得られれば、前輪 $2F_t$ 及び後輪 $2R_r$ に分配されるトルクの範囲が特定される。

【0104】

力 $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ に含まれる力のうち、 $M_f \times (dV_f / dt)$ 、 $M_r \times (dV_r / dt)$ は、例えば、予め制御装置10の記憶装置に保持されている $M_f$ 、 $M_r$ と、エンコーダ16の検出信号に基づいて算出された $dV_f / dt$ 、 $dV_r / dt$ とから算出される。

【0105】

力 $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ に含まれる力のうち、 $F_{rf}$ 、 $F_{rr}$ は、制御装置10により適宜な値が予め保持され、及び/又は、制御装置10により走行状態、車輪2と路面との噛み合いに応じて適宜に演算される。例えば、制御装置10は、カメラ20の撮像した画像に基づいて車輪2と路面との噛み合いを判断し、その判断結果に応じて一定の摩擦力 $F_{rf}$ 、 $F_{rr}$ を選択する。車輪2と路面との噛み合いの判断は、例えば、路面がアスファルト路面であるか、凹凸のある路面であるか、砂利道路路面であるか等の判断である。

【0106】

力 $F_{mf}$ 、 $F_{mr}$ に含まれる力のうち、駆動力 $F_{df}$ 、 $F_{dr}$ は、摩擦係数 $\mu$ 及び前輪荷重(一つの前輪 $2F_t$ に加わる荷重) $W_f$ 、後輪荷重 $W_r$ (一つの後輪 $2R_r$ に加わる荷重)を用いて、次式により表される。

$$F_{df} = \mu \times W_f \quad \dots (24)$$

10

20

30

40

50

$$F_{d_r} = \mu \times W_r \quad \dots (25)$$

【0107】

上述のように、自動車1の加速又は減速によって自動車1の荷重は後輪側又は前輪側へ移動する。従って、駆動トルクの分配においても荷重移動量 $z$ を考慮することが好ましい。

【0108】

(5)式により与えられる荷重移動量 $z$ を用いると、前輪荷重 $W_f$ 、後輪荷重 $W_r$ は、以下のように表される。

$$\begin{aligned} W_f &= W_f - z / 2 \\ &= (W - 2z) / 4 \quad \dots (26) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_r &= W_r + z / 2 \\ &= (W + 2z) / 4 \quad \dots (27) \end{aligned}$$

ここで、 $W_f$ 、 $W_r$ は、停止時において一の前輪 $2F_t$ 又は一の後輪 $2R_r$ に加わる荷重であり、 $W$ は、自動車1の全体の荷重である。(26)、(27)式では、荷重 $W_f$ 、 $W_r$ を、荷重 $W$ を4で割った値で近似している。荷重 $W$ は、例えば、ステップST1で推定された $M_{car}$ に重力加速度を乗じて求められる。なお、荷重 $W_f$ 、荷重 $W_r$ が制御装置10により保持されて使用されてもよい。この際、荷重 $W_f$ 、荷重 $W_r$ をステップST1で推定された $M_{car}$ により適宜に補正するようにしてもよい。

【0109】

(26)、(27)式を(24)、(25)式に代入すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} F_{d_f} &= \mu \times (W - 2z) / 4 \\ &= \mu \times (W / 4 - F_{car} \times H_{car} / (2 \times L_{car})) \quad \dots (28) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d_r} &= \mu \times (W + 2z) / 4 \\ &= \mu \times (W / 4 + F_{car} \times H_{car} / (2 \times L_{car})) \quad \dots (29) \end{aligned}$$

【0110】

なお、(26)、(27)式の演算は、ステップST17において行われるものであり(ただし、一部はステップST2において行われる)、その演算結果を利用する(20)、(21)式の演算は、ステップST18において行われるものである。

【0111】

ここで、(28)、(29)式は、路面の摩擦係数 $\mu$ を含んでいることから、摩擦係数 $\mu$ を推定することが必要になる。そこで、自動車1の制御装置10は、カメラ20の撮像した画像に基づいて摩擦係数 $\mu$ を推定する(ステップST15、ST16)。

【0112】

一般に、CCDカメラにより撮像した画像の解析に基づく路面状況の判断には限界があることから、摩擦係数 $\mu$ を正確に特定することは困難である。そこで、自動車1の制御装置10は、カメラ20により撮像した画像に基づいて、路面状況が、摩擦係数 $\mu$ が大きく異なる代表的な状況のいずれかであるかを特定し(ステップST15)、その特定した路面状況に予め対応して保持されている摩擦係数 $\mu$ を、自動車1が走行する路面の摩擦係数 $\mu$ として特定する(ステップST16)。

【0113】

摩擦係数 $\mu$ が大きく異なる代表的な路面状況は、例えば、乾燥路面、湿潤路面、凍結・雪路路面である。制御装置10は、カメラ20の撮像した画像に基づいて、自動車1の走行する路面が、これら3つの状況のいずれであるかを判定する。なお、当該判定は、例えば、撮像した画像と、予め各路面状況において撮像された画像とのパターンマッチングにより行ったり、輝度等が所定の閾値を超えたか否かの判断により行うなど、公知の技術を適宜に利用して行ってもよい。

【0114】

各路面状況に対応して制御装置10に保持される摩擦係数 $\mu$ は、例えば、各路面状況における平均的な摩擦係数等を適宜に設定してよい。また、例えば、スリップ率との関係における摩擦係数 $\mu$ の特性を考慮して適宜に設定してよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 5 】

図 7 は、摩擦係数  $\mu$  とスリップ率との関係を示している。

## 【 0 1 1 6 】

実線 L 5 ~ L 7 は、横軸に示すスリップ率が発生しているときの駆動力や制動力を車体荷重により除して摩擦係数に換算したものを示しており、実線 L 5 は乾路路面におけるものを、実線 L 6 は湿潤路面におけるものを、実線 L 7 は凍結・雪路路面におけるものを示している。

## 【 0 1 1 7 】

各路面状況に対応して制御装置 1 0 に保持される摩擦係数  $\mu$  は、例えば、図 7 における各路面状況の摩擦係数  $\mu$  の最大値付近の値により設定される。例えば、乾路路面では、0 . 7 5、湿潤路面では 0 . 4、凍結・雪路路面では 0 . 2 である。

10

## 【 0 1 1 8 】

ここで、自動車 1 では、摩擦係数  $\mu$  の推定を、予め用意された複数の摩擦係数  $\mu$  の候補から選択することにより行っていることから、簡便な方法で摩擦係数  $\mu$  を推定できる代わりに、大雑把な推定しかできない。また、カメラ 2 0 の画像に基づく路面状況の判定は、代表的な少数の路面状況のいずれであるかを判定する簡単なものであり、誤判定は生じ難いが、それでも何らかの要因により誤判定が生じるおそれがある。そこで、制御装置 1 0 は、推定した摩擦係数  $\mu$  の誤差を補償するための処理を行う。具体的には、以下のとおりである。

## 【 0 1 1 9 】

20

図 7 に示されるように、摩擦係数  $\mu$  は、スリップ率 0 . 2 付近において最大値となる。そして、摩擦係数  $\mu$  は、スリップ率が 0 . 2 を超えて 1 に近づくと、急激に小さくなる。これは、スリップ率が 0 . 2 を超えると、ホイールスピンが容易に生じることを意味している。そこで、制御装置 1 0 は、前輪のスリップ率  $S_f$ 、後輪のスリップ率  $S_r$  を検出し、スリップ率が 0 . 2 を超えたときには、アクセルペダル 1 2 の踏み込み量  $A$  や最大駆動トルク  $T_{Front\ max}$ 、 $T_{Rear\ max}$  に関らず、駆動トルクを下げるように駆動トルクを制御することにより、ホイールスピンを防止する。

## 【 0 1 2 0 】

なお、駆動時のスリップ率は、以下の式により算出される。

$$S_f = (V_f - V) / V_f \quad \dots (30)$$

$$S_r = (V_r - V) / V_r \quad \dots (31)$$

30

## 【 0 1 2 1 】

図 8 は、自動車 1 において行われる駆動処理の手順を示すフローチャートである。図 8 のフローチャートは、図 2 で示した路面状況に基づく駆動力分配処理に加え、上述のスリップ率に基づく駆動力分配の補償処理を示している。なお、図 2 及び図 5 と同一のステップについては、図 2 及び図 5 と同一のステップ番号を付している。

## 【 0 1 2 2 】

ステップ S T 3 7 からステップ S T 2 までの流れは、図 2 や図 5 を参照して説明したとおりである。なお、ステップ S T 5 1 は、( 4 ) 式の演算を示している。

## 【 0 1 2 3 】

40

ステップ S T 5 2 においてカメラ 2 0 による撮像が行われた後における、ステップ S T 1 5 からステップ S T 1 8 の流れは、図 2 及び ( 1 8 ) ~ ( 2 9 ) 式を参照して説明したとおりである。なお、 $M_f \times (dV_f / dt)$ 、 $M_r \times (dV_r / dt)$  は、例えば、ステップ 5 2 の前後からステップ S T 1 8 の手前までの間の適宜な時期に演算される。また、摩擦力  $F_{rf}$ 、 $F_{rr}$  は、例えば、ステップ 5 2 の後、ステップ S T 1 8 の手前までの間の適宜な時期に、カメラ 2 0 の撮像した画像に基づいて設定される。

## 【 0 1 2 4 】

ステップ S T 5 3 では、アクセルペダル 1 2 の踏み込み量  $A$  に基づいて要求トルク  $T_R^*$  が算出される。なお、要求トルク  $T_R^*$  は、図 5 を参照して説明した要求駆動トルク  $T_A^*$  に対して、更に、図 5 を参照して説明した制動トルク分配処理によって算出された制

50

動トルク等を減算した、総合的なトルクを示している。

【0125】

ステップST54は、図5を参照して説明した、ステップST36～ST38に相当する。

【0126】

ステップST55では、制御装置10は、ステップST36で得られた車輪速度 $V_f$ 、 $V_r$ 、ステップST37及びST38で得られた車体速度 $V$ を用いて、(30)、(31)式によりスリップ率 $S_f$ 、 $S_r$ を算出する。

【0127】

ステップST56では、制御装置10は、スリップ率 $S_f$ 、 $S_r$ が0.2を超えたか否かが判定する。そして、制御装置10は、前輪2Ftのスリップ率 $S_f$ が0.2を超えたときには、前輪2Ftの目標駆動トルク $T_f^*$ を、要求トルク $T_R^*$ や前輪2Ftの最大駆動トルク $T_{Front\ max}^*$ に関らず、0にするための処理（例えば所定のフラグを立てる）を行う。同様に、制御装置10は、後輪2Rrのスリップ率 $S_r$ が0.2を超えたときには、後輪2Rrの目標駆動トルク $T_r^*$ を、要求トルク $T_R^*$ や後輪2Rrの最大駆動トルク $T_{Rear\ max}^*$ に関らず、0にするための処理を行う。

10

【0128】

ステップST19では、制御装置10は、目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ を設定し、その目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ に応じた制御指令を出力する。具体的には以下のとおりである。

20

【0129】

ステップST56において、前輪2Ftのスリップ率 $S_f$ と、後輪2Rrのスリップ率 $S_r$ とが双方とも0.2を超えていないと判定した場合には、制御装置10は、要求トルク $T_R^*$ に基づいて、最大駆動トルク $T_{Front\ max}^*$ 、 $T_{Rear\ max}^*$ の範囲内で、目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ を設定し、その目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ に応じた制御指令を出力する。

【0130】

例えば、予め定められた分配比率で、若しくは、制御装置10が予め保持しているマップや計算式を利用して走行状態に応じて適宜に算出された分配比率で、要求トルク $T_R^*$ を前輪2Ft、後輪2Rrに分配する。前輪2Ftに分配した駆動トルクが最大駆動トルク $T_{Front\ max}^*$ を超える場合には、最大駆動トルク $T_{Front\ max}^*$ を目標駆動トルク $T_f^*$ に設定する。同様に、後輪2Rrに分配した駆動トルクが最大駆動トルク $T_{Rear\ max}^*$ を超える場合には、最大駆動トルク $T_{Rear\ max}^*$ を目標駆動トルク $T_r^*$ に設定する。

30

【0131】

なお、前輪2Ft及び後輪2Rrのうち、一方の車輪2のみにおいて、要求トルク $T_R^*$ を分配したトルクが最大駆動トルクを超える場合には、その分配したトルクと最大駆動トルクとの差分を、他方の車輪2における最大駆動トルクを超えない範囲で、他方の車輪2へ再分配してもよい。すなわち、最大駆動トルク $T_{Front\ max}^*$ 、 $T_{Rear\ max}^*$ の範囲内で、目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ の和が要求トルク $T_R^*$ に最も近づくように、目標駆動トルク $T_f^*$ 、 $T_r^*$ を算出してよい。

40

【0132】

ステップST56において、前輪2Ftのスリップ率 $S_f$ が0.2を超えたと判定した場合には、制御装置10は、ステップST19において、要求トルク $T_R^*$ や $T_{Front\ max}^*$ に関らず、目標駆動トルク $T_f^*$ を0に設定する。同様に、ステップST56において、後輪2Rrのスリップ率 $S_r$ が0.2を超えたと判定した場合には、制御装置10は、ステップST19において、要求トルク $T_R^*$ や $T_{Rear\ max}^*$ に関らず、目標駆動トルク $T_r^*$ を0に設定する。

【0133】

なお、一方の車輪2のみにおいて、スリップ率が0.2を超えている場合、他方の車輪2の目標駆動トルクは、スリップ率が前輪2Ft及び後輪2Rrの双方において0.2を

50

越えていない場合に分配されるトルクと同一のトルクであってもよいし、異なるトルクでもよい。異なるトルクが他方の車輪 2 の目標駆動トルクとされる場合には、例えば、他方の車輪 2 における最大駆動トルクを超えない範囲で、要求トルク  $T_R^*$  に最も近いトルクが他方の車輪 2 における目標駆動トルクとされてよい。

【0134】

(シミュレーション結果及び実験結果)

図 9 ~ 図 17 は、自動車 1 におけるトルク分配処理の妥当性を示すシミュレーション結果及び実験結果を示している。

【0135】

図 9 は、摩擦係数 0.75 の路面における自動制動制御のシミュレーション結果を示している。図 9 (a) は電動機 3 のトルクを、図 9 (b) は車体速度  $V(n)$  を、図 9 (c) は障害物までの距離  $D(n)$  を示している。各図において横軸は時間である。

10

【0136】

シミュレーションの条件は、 $M_{car} = 1700 \text{ kg}$ 、 $F_{max} = 1367 \text{ N}$ 、 $T = 0 \text{ s}$  である。また、シミュレーションの初期条件は、 $D(n) = 2.5 \text{ m}$ 、 $V(n) = 4.5 \text{ km/h}$  である。自動車 1 は、機械ブレーキ 18 を有しているが、シミュレーションでは、電動機 3 による電気ブレーキのみにより制動を行っている。自動制動開始距離  $D_1(n)$  は、障害物への衝突を避けるために、(7) 式から得られる値 (初期条件では  $1.3 \text{ m}$ ) に余裕量  $D(0.5 \text{ m})$  を加算した値としている。

【0137】

図 9 では、制御装置 10 が時点  $t_1$  において距離  $D(n)$  が自動制動開始距離  $D_1(n)$  ( $= 1.8 = 1.3 + 0.5 \text{ m}$ ) となったと判定して自動制動制御を開始したことが示されている。そして、図 9 では、時点  $t_2$  において、障害物からの距離が余裕量  $D$  と同じ  $0.5 \text{ m}$  の位置において自動車 1 が停止したことが示されている。なお、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  まで、距離  $D(n)$  と自動制動開始距離  $D_1(n)$  とは、略同等の値となっている。

20

【0138】

図 10 は、摩擦係数 0.2 の路面における自動制動制御のシミュレーション結果を示している。シミュレーションの条件は、図 9 と同様である。摩擦係数 0.2 の路面においても、図 9 と同様の結果が得られた。

30

【0139】

図 11 は、乾燥路面における自動制動制御の実験結果を示している。図 11 (a) は電動機 3 のトルクを、図 11 (b) は車体速度  $V(n)$  を示している。各図において横軸は時間である。

【0140】

実験の条件は、 $M_{car} = 1700 \text{ kg}$ 、 $F_{max} = 1367 \text{ N}$ 、 $T = 5.5 \text{ ms}$ 、 $K_{gear} = 5.5$ 、 $D$  を含む  $D_1(n) = 2.48 \text{ m}$ 、 $D = 1.0 \text{ m}$  である。

【0141】

図 11 では、車体速度  $V(n)$  の積分により得られる、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  までの走行距離は、 $1.12 \text{ m}$  となっている。これは、 $1 \text{ m}$  の余裕量  $D$  との比較から理解されるように、自動車 1 は、障害物の  $1.36 \text{ m}$  手前で安全に停止したことを意味している。

40

【0142】

図 12 ~ 図 14 は、駆動トルク分配制御のシミュレーション結果を示している。図 12 (a)、図 13 (a)、図 14 (a) は電動機 3 のトルクを、図 12 (b)、図 13 (b)、図 14 (b) は車体速度  $V(n)$  を、図 12 (c)、図 13 (c)、図 14 (c) はスリップ率  $S_f$ 、 $S_r$  を、図 12 (d)、図 13 (d)、図 14 (d) は摩擦係数  $\mu$  を示している。各図において横軸は時間である。

【0143】

シミュレーションの条件は、 $M_{car} = 1500 \text{ kg}$ 、 $R = 0.33 \text{ m}$ 、 $K_{gear\_f} = 3.45$ 、 $K_{gear\_r} = 6.86$ 、 $F_{rf}$ 、 $F_{rr} = 36 \text{ N}$ 、 $M_f = 30 \text{ kg}$  である。ここで、速

50

度 20 km/h から 120 km/h までの間では、速度の増加に伴って回転抵抗は増加するが、摩擦力は一定に保たれる事実に基づいて、摩擦力は 36 N に設定されている。

【0144】

図 12 は、路面状況が、摩擦係数  $\mu$  が 0.75 の乾燥路面から摩擦係数  $\mu$  が 0.2 の凍結・雪路路面へ変化する場合において、駆動トルク制御が行われなかった場合のシミュレーション結果（比較例）を示している。

【0145】

図 12 (d) に示すように、前輪は、時点  $t_1$  から時点  $t_3$  において摩擦係数  $\mu$  が 0.75 から 0.2 になっており、後輪は、前輪に若干遅れて、時点  $t_2$  から時点  $t_4$  において摩擦係数  $\mu$  が 0.75 から 0.2 になっている。

10

【0146】

図 12 (c) に示すように、前輪は、時点  $t_1$  においてスリップ率  $S_f$  が急激に増加し、0.2 を超えている。一方、後輪は、時点  $t_2$  においてスリップ率  $S_r$  が急激に増加するものの、0.2 は超えていない。後輪の駆動トルクが前輪の駆動トルクよりも小さく設定されていることからである。これは、低摩擦係数の路面では、駆動トルクの分配を好適に行うことにより、スリップ率の急激な上昇を防止できることを意味している。

【0147】

図 13 及び図 14 は、カメラ 20 により得られる路面状況の変化の情報に基づいて駆動トルクを分配した場合のシミュレーション結果である。図 13 は、前輪における摩擦係数の変化と、後輪における摩擦係数の変化との時間差を考慮して、前輪と後輪とでそれぞれ独立に駆動トルクが分配された場合のシミュレーション結果である。一方、図 14 は、前輪における摩擦係数の変化と、後輪における摩擦係数の変化との時間差を考慮せずに、前輪と後輪とで同時に駆動トルクが分配された場合のシミュレーション結果である。

20

【0148】

図 13 (c) 及び図 14 (c) に示すように、いずれのケースにおいても、スリップ率  $S_f$ 、 $S_r$  は 0.2 よりも小さい値に保たれている。

【0149】

図 15 は、図 13 (c) 及び図 14 (c) の時点  $t_1$  から時点  $t_4$  までを拡大して、図 13 (c) と図 14 (c) とを比較して示す図である。図 15 (a) は、前輪のスリップ率  $S_f$  を、図 15 (b) は、後輪のスリップ率  $S_r$  を示している。

30

【0150】

図 15 に示すように、図 13 (c) と図 14 (c) との間には、大きな差異は認められない。

【0151】

図 16 及び図 17 は、カメラ 20 による摩擦係数の推定に誤差が生じさせた場合におけるシミュレーション結果を示す図である。具体的には、時点  $t_1$  から時点  $t_4$  において摩擦係数  $\mu$  が 0.75 から 0.1 に変化しているにも関わらず、摩擦係数  $\mu$  が 0.75 から 0.4 に変化したと推定された場合のシミュレーション結果である。

【0152】

図 16 は、摩擦係数の推定に誤差が生じたにも関わらず、スリップ率に基づく補償が行われなかった場合のシミュレーション結果（比較例）であり、図 17 は、スリップ率に基づく補償が行われた場合のシミュレーション結果である。

40

【0153】

図 16 (a)、図 17 (a) は電動機 3 のトルクを、図 16 (b)、図 17 (b) は車体速度  $V(n)$  を、図 16 (c)、図 17 (c) はスリップ率  $S_f$ 、 $S_r$  を、図 16 (d)、図 17 (d) は摩擦係数  $\mu$  を示している。各図において横軸は時間である。

【0154】

図 16 と図 17 との比較から理解されるように、スリップ率による補償（ステップ  $ST_{54} \sim ST_{56}$ ）を行うことにより、路面状況の情報に基づいてスリップしないように事前に最大駆動トルクを設定する制御において（ステップ  $ST_{15} \sim ST_{18}$ ）、摩擦係数

50

の推定に誤差が生じたとしても、スリップが生じることが防止される。

【0155】

なお、以上の実施形態において、自動車1は本発明の車両の一例であり、前輪電動機3Ftは本発明の前輪駆動源の一例であり、後輪電動機3Rrは本発明の後輪駆動源の一例であり、制御装置10及びカメラ20の組み合わせは本発明の駆動制御装置の一例であり、運転者は本発明の運転主体の一例であり、ステップST53を実行する制御装置10は本発明の要求駆動力算出手段の一例であり、カメラ20は本発明の情報取得手段の一例であり、ステップST16を実行する制御装置10は本発明の摩擦係数特定手段の一例であり、ステップST18を実行する制御装置10は本発明の最大駆動力算出手段の一例であり、ステップST55を実行する制御装置10は本発明のスリップ率算出手段の一例であり、ステップST19を実行する制御装置10は本発明の制御部の一例である。

10

【0156】

本発明は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

【0157】

本発明の自動車は電気自動車に限定されない。例えば、内燃機関（一般にいうガソリンエンジン）により駆動されるものであってもよいし、内燃機関及び電動機により駆動されるハイブリッドカーでもよい。前輪のトルク発生源は、電動機のみ、電動機と内燃機関との組合せ、内燃機関のみでもよいし、後輪のトルク発生源は、電動機のみ、電動機と内燃機関との組合せ、内燃機関のみでもよい。ここで、電動機とは、同期電動機、誘導電動機等の電気エネルギーによってトルクを発生する電動機一般を指す。電動機を駆動する電気エネルギーは、車載バッテリーから供給されてもよいし、車載燃料電池から供給されてもよい。

20

【0158】

情報取得手段は、路面の摩擦係数に関連する情報を取得可能であればよく、撮像手段（カメラ）に限定されない。例えば、路面状況が乾燥路面、湿潤路面、凍結・雪路路面のいずれであるかがユーザにより入力される入力装置であってもよいし、無線通信により天候の情報を受信する受信機であってもよい。また、情報取得手段は、路面の画像のように路面状況の判断に資する情報を取得するものに限定されず、摩擦係数そのものを取得するものであってもよい。例えば、摩擦係数がユーザにより入力される入力装置であってもよい。

30

【0159】

摩擦係数特定手段は、路面状況の推定に基づいて、路面状況に予め対応付けられた摩擦係数の候補から摩擦係数を選択するものに限定されない。例えば、カメラの撮像した路面の画像の輝度等に基づいて適宜な演算を行い、精緻な摩擦係数を推定しようとするものであってもよい。また、複数の摩擦係数の候補から摩擦係数を選択する場合には、摩擦係数の候補は、乾燥路面、湿潤路面、凍結・雪路路面に対応する3つに限定されない。例えば、路面が舗装されているか否かによる摩擦係数の相違等を適宜に考慮して、適宜な数の摩擦係数の候補を用意してよい。また、乾燥路面、湿潤路面、凍結・雪路路面に対応する摩擦係数も、実験等に基づいて適宜に設定されてよく、実施形態で例示した数値に限定されない。

40

【0160】

運転主体は、アクセルペダル等を操作する運転者に限定されない。例えば、カメラの撮像する画像に基づいて自動車1の自動操縦を行う制御装置であってもよい。

【0161】

最大駆動力は、(24)、(25)式により算出される、スリップしない最大駆動力に限定されない。摩擦係数が高いほど大きくなるように算出されるものであればよい。例えば、(24)、(25)式により得られた最大駆動力から所定の余裕量を差し引いた値を最大駆動力としてもよい。

【0162】

摩擦係数の推定誤差の補償のために、検出されたスリップ率と比較される閾値は、0 .

50

2に限定されない。各車両の事情や実験に基づいて適宜に設定されてよい。検出されたスリップ率が閾値を超えたときの目標駆動力は、0に限定されない。スリップ率が閾値を超えたときの目標駆動力よりも小さい駆動力が新たな目標駆動力として設定されれば、スリップ率の上昇は抑制される。従って、スリップ率が閾値を超えたときは、種々の情報に基づいて新たな目標駆動力が適宜に演算されてもよいし、0に非常に近い一定値に設定されてもよい。例えば、適宜に演算する場合には、スリップ率が閾値を超えたときの目標駆動力の何割かを最大駆動力とし、その最大駆動力の範囲内で要求駆動力に応じた目標駆動力を設定するようにしてもよい。また、例えば、0に非常に近い一定値に設定する場合には、坂道発進を容易にするための、アクセルペダルを踏んでいないときにも生じる駆動力を目標駆動力としてもよい。

10

【0163】

実施形態では、制動トルク分配処理において、(11)、(12)式により、摩擦係数を必要としない分配比率を算定した。しかし、制動トルク分配処理においても、実施形態の駆動トルク分配処理と同様に、カメラ20からの情報に基づいて、摩擦係数 $\mu$ を推定し、(9)、(10)式により制動力を算出し、スリップ率が所定の閾値を超えたときに制動力を0とする制御を行う構成としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】本発明の実施形態に係る自動車の構成を概念的に示すブロック図。

【図2】図1の自動車におけるトルク分配処理の手順の概略を示すフローチャート。

20

【図3】図1の自動車における制動方法を説明するためのモデルを示す図。

【図4】図1の自動車における距離認識のための画像処理方法を説明する概念図。

【図5】図1の自動車における制動制御の手順を示すフローチャート。

【図6】図1の自動車における駆動方法を説明するためのモデルを示す図。

【図7】路面の摩擦係数とスリップ率との関係を示す図。

【図8】図1の自動車における駆動制御の手順を示すフローチャート。

【図9】図1の自動車の自動制動の高摩擦路面におけるシミュレーション結果を示す図。

【図10】図1の自動車の自動制動の低摩擦路面におけるシミュレーション結果を示す図。

。

【図11】図1の自動車の自動制動の実験結果を示す図。

30

【図12】比較例における路面状況が変化する場合の駆動制御のシミュレーション結果を示す図。

【図13】図1の自動車における路面状況が変化する場合の駆動制御のシミュレーション結果を示す図。

【図14】図1の自動車における路面状況が変化する場合の他の駆動制御のシミュレーション結果を示す図。

【図15】図13と図14とを拡大して比較する図。

【図16】比較例における摩擦係数の推定に誤差が生じた場合の駆動制御のシミュレーション結果を示す図。

【図17】図1の自動車における摩擦係数の推定に誤差が生じた場合の駆動制御のシミュレーション結果を示す図。

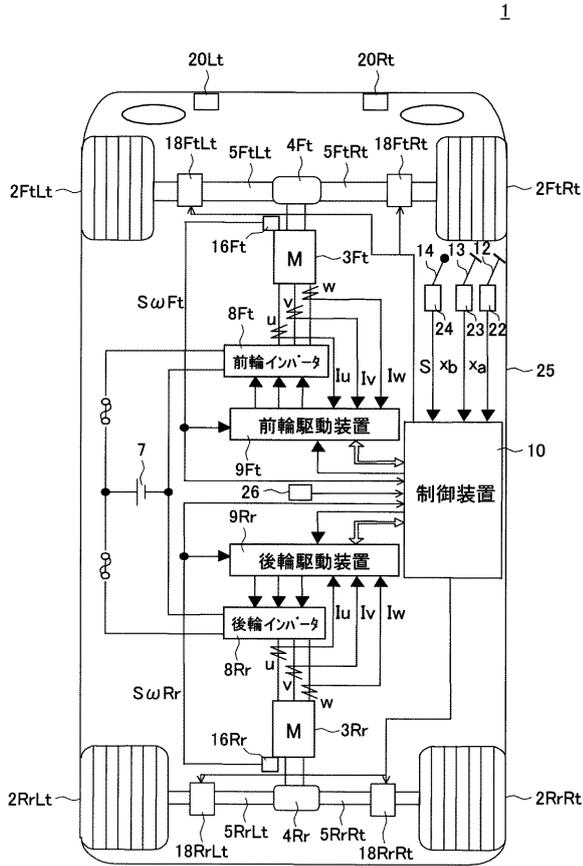
40

【符号の説明】

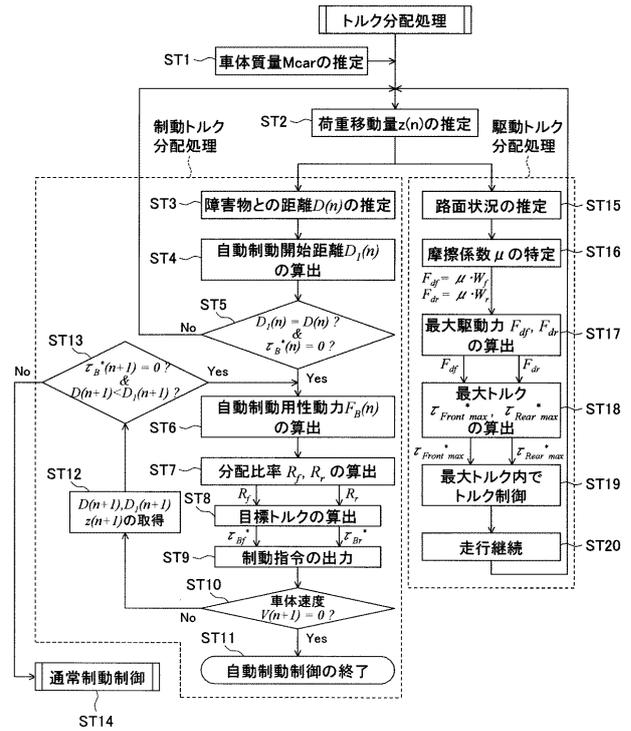
【0165】

1...自動車(電気自動車)、2Ft...前輪、2Rr...後輪、3Ft...前輪電動機(前輪駆動源)、3Rr...後輪電動機(後輪駆動源)、10...制御装置(駆動制御装置の一部、要求駆動力算出手段、摩擦係数特定手段、最大駆動力算出手段、スリップ率算出手段、制御部)、20...カメラ(駆動制御装置の一部、情報取得手段)。

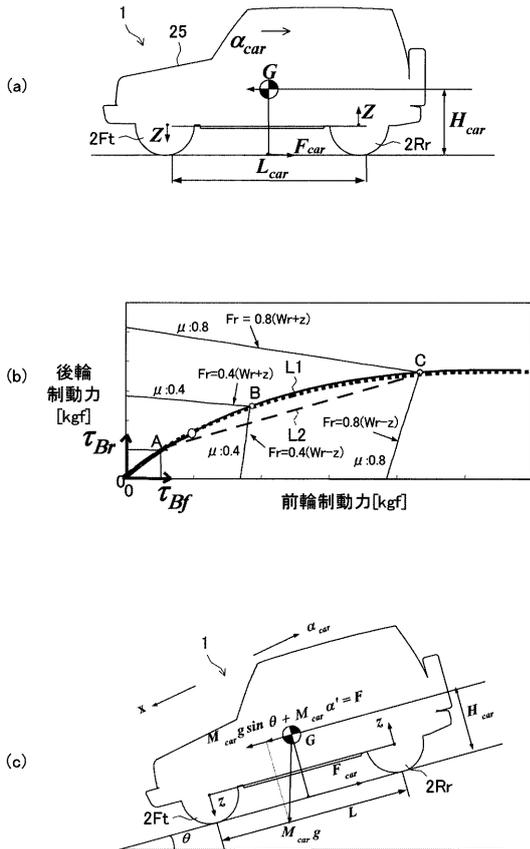
【図1】



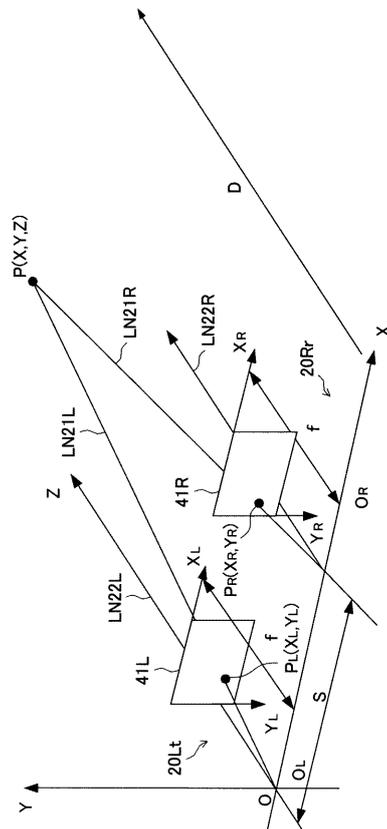
【図2】



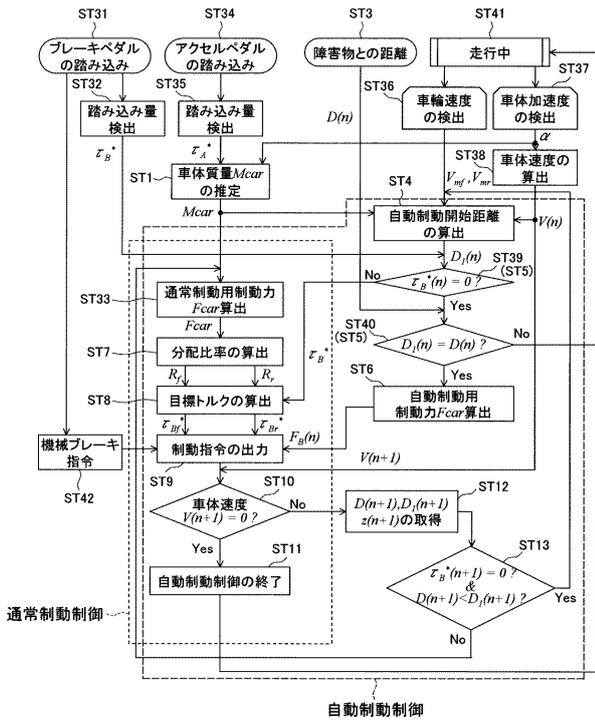
【図3】



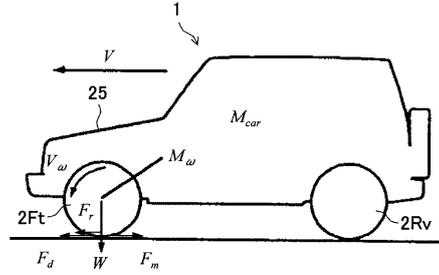
【図4】



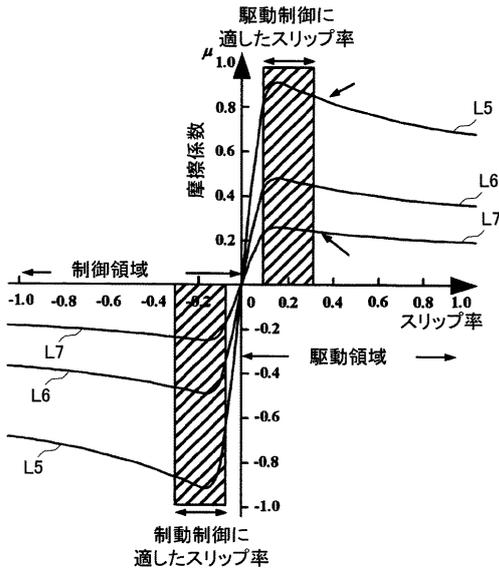
【図5】



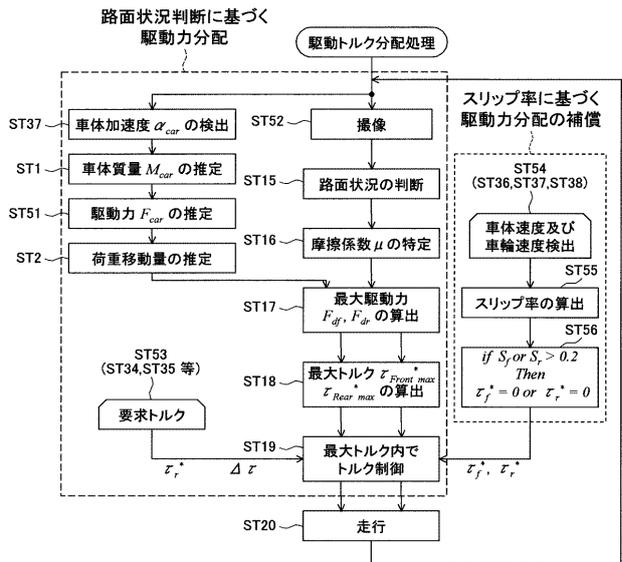
【図6】



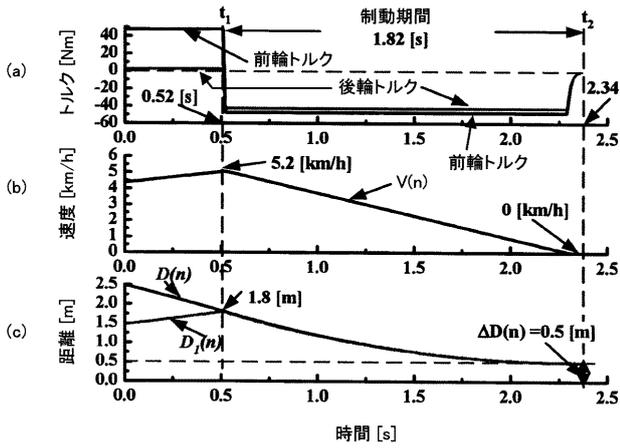
【図7】



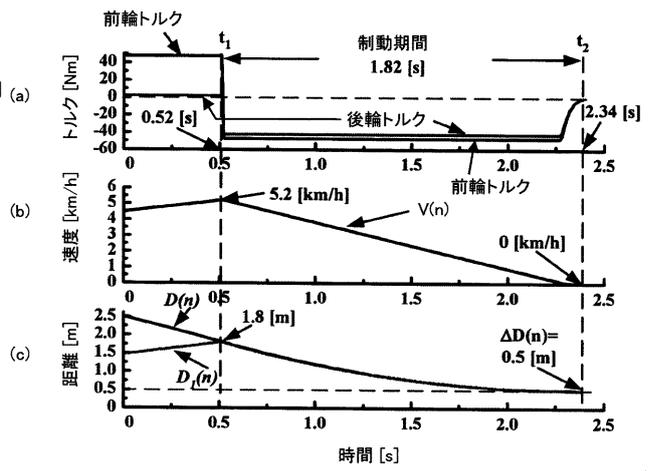
【図8】



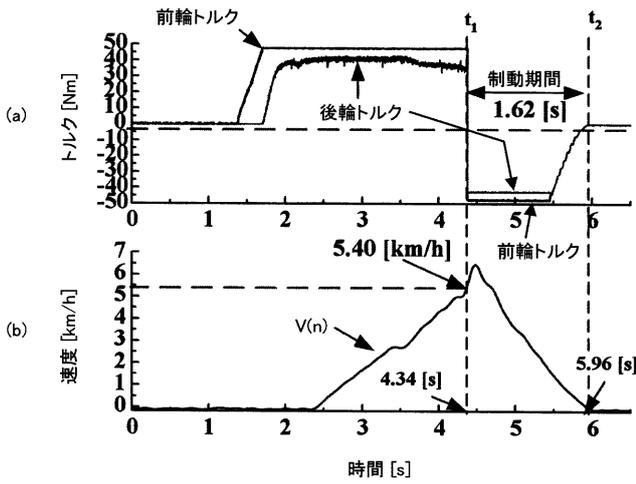
【 図 9 】



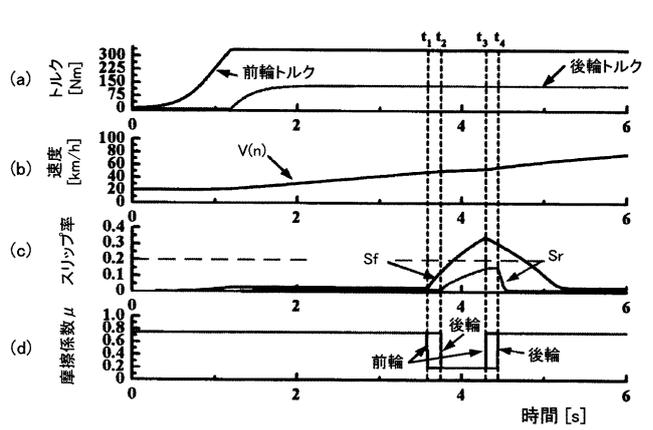
【 図 1 0 】



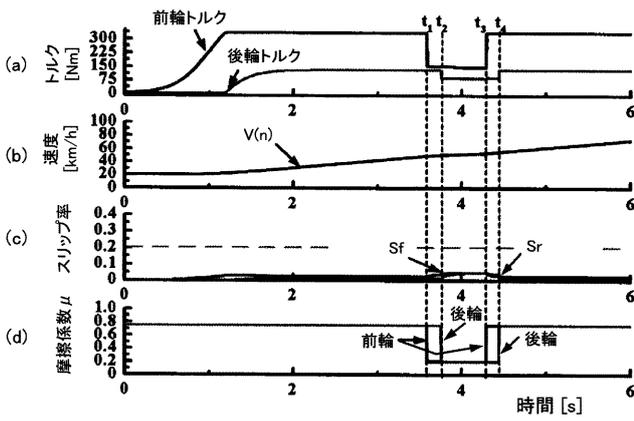
【 図 1 1 】



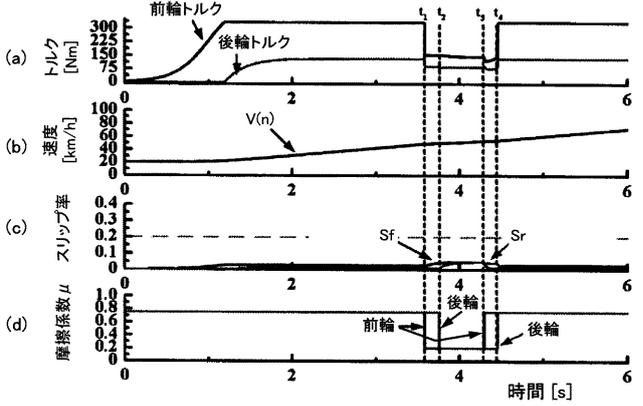
【 図 1 2 】



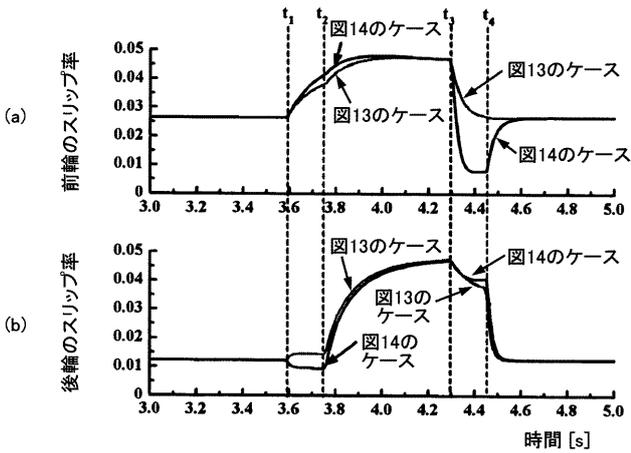
【 図 1 3 】



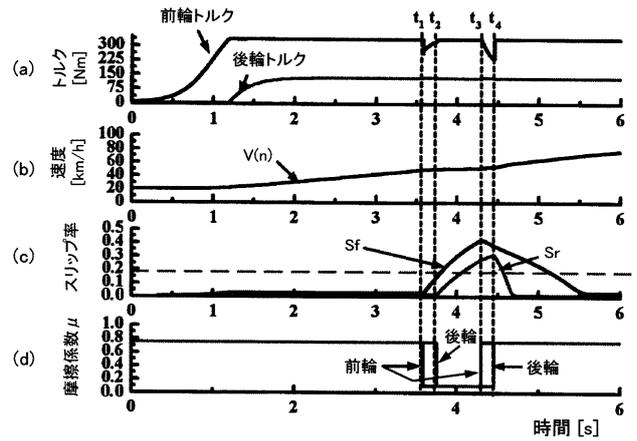
【 図 1 4 】



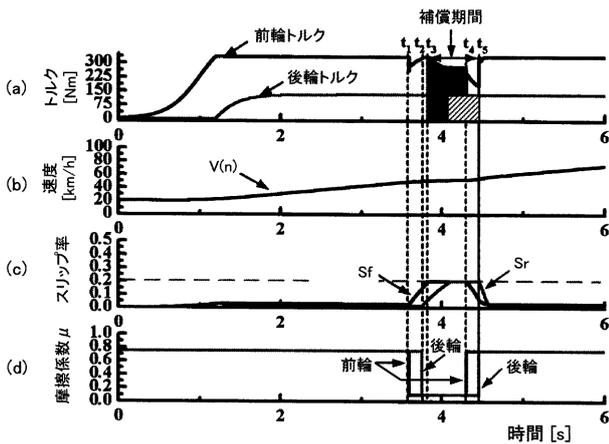
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



## 【 手続 補正書 】

【 提出日 】平成20年2月19日 (2008.2.19)

## 【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

## 【 請求項 1 】

前輪を制動又は駆動する前輪制駆動源及び後輪を制動又は駆動する後輪制駆動源を有する車両の制駆動制御装置であって、

運転主体の要求制駆動力を算出する要求制駆動力算出手段と、

前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、

前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、

前記前輪制駆動源及び前記後輪制駆動源に制御指令を出力する制御部と、

を有し、

前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、

前記前輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記前輪制駆動源に出力し、

前記後輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記後輪制駆動源に出力する制駆動制御装置。

## 【 請求項 2 】

前記制御部は、

前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記前輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、所定の前輪スリップ発生時制駆動力を前記前輪制駆動源の目標制駆動力とし、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記後輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、所定の後輪スリップ発生時制駆動力を前記後輪制駆動源の目標制駆動力とすることを特徴とする請求項 1 に記載の制駆動制御装置。

【請求項 3】

前記摩擦係数特定手段は、複数の摩擦係数の候補を保持しており、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記複数の摩擦係数の候補から一の摩擦係数の候補を前記路面の摩擦係数として選択することにより、前記路面の摩擦係数を特定する  
請求項 1 又は 2 に記載の制駆動制御装置。

【請求項 4】

前記情報取得手段は、前記路面の状況が、乾燥路面、湿潤路面、及び、凍結・雪道路面のいずれかであるかを特定可能な情報を取得し、  
前記摩擦係数特定手段は、前記複数の摩擦係数の候補として、前記乾燥路面、前記湿潤路面、及び、前記凍結・雪道路面のそれぞれに対応する摩擦係数の候補を保持しており、  
前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の状況を特定し、特定した前記路面の状況に対応する前記摩擦係数の候補を前記路面の摩擦係数として選択する  
請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の制駆動制御装置。

【請求項 5】

前記最大制駆動力算出手段は、前記車両の走行に伴って前記路面の摩擦係数が変化し、当該変化に応じて前記最大制駆動力を変化させるときに、前記前輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じてから前記後輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じるまでの時間差に関らず、前記前輪の最大制駆動力及び前記後輪の最大制駆動力を同時に変化させる  
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の制駆動制御装置。

【請求項 6】

前記前輪スリップ発生時制駆動力及び前記後輪スリップ発生時制駆動力はゼロである  
請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の制駆動制御装置。

【請求項 7】

前記情報取得手段は、前記車両の進行方向における前記路面を撮像する撮像手段であり、  
前記摩擦係数特定手段は、前記撮像手段の撮像した画像に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する  
請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の制駆動制御装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出するとき、及び、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出するときの少なくとも一方においては、前記前輪制駆動源の目標制駆動力及び前記後輪制駆動源の目標制駆動力の和が前記要求制駆動力に最も近づくように、前記目標制駆動力を算出する  
請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の制駆動制御装置。

【請求項 9】

前記制御部は、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えない

ときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記前輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときの前記前輪制駆動源の目標制駆動力よりも小さい制駆動力を前記前輪制駆動源の目標制駆動力とし、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記後輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、  
前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときの前記後輪制駆動源の目標制駆動力よりも小さい制駆動力を前記後輪制駆動源の目標制駆動力とし、  
前記前輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記前輪制駆動源に出力し、  
前記後輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記後輪制駆動源に出力する  
請求項 1 に記載の制駆動制御装置。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、車両の制駆動制御装置に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

本発明の目的は、推定した摩擦係数の誤差を補償可能な車両の制駆動制御装置を提供することにある。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明の第 1 の観点の制駆動制御装置は、前輪を制動又は駆動する前輪制駆動源及び後輪を制動又は駆動する後輪制駆動源を有する車両の制駆動制御装置であって、運転主体の要求制駆動力を算出する要求制駆動力算出手段と、前記車両の走行する路面の摩擦係数に関連する情報を取得する情報取得手段と、前記情報取得手段の取得した情報に基づいて前記路面の摩擦係数を特定する摩擦係数特定手段と、前記前輪のスリップ率と、前記後輪のスリップ率とを算出するスリップ率算出手段と、前記前輪制駆動源及び前記後輪制駆動源に制御指令を出力する制御部と、を有し、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、前記前輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記前輪制駆動源に出力し、前記後輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記後輪制駆動源に出力する。

好適には、前記制御部は、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記前輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された

前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、所定の前輪スリップ発生時制駆動力を前記前輪制駆動源の目標制駆動力とし、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記後輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、所定の後輪スリップ発生時制駆動力を前記後輪制駆動源の目標制駆動力とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

好適には、前記最大制駆動力算出手段は、前記車両の走行に伴って前記路面の摩擦係数が変化し、当該変化に応じて前記最大制駆動力を変化させるときに、前記前輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じてから前記後輪において前記路面の摩擦係数の変化が生じるまでの時間差に関らず、前記前輪の最大制駆動力及び前記後輪の最大制駆動力を同時に変化させる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

好適には、前記前輪スリップ発生時制駆動力及び前記後輪スリップ発生時制駆動力はゼロである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

好適には、前記制御部は、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出するとき、及び、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出するときの少なくとも一方においては、前記前輪制駆動源の目標制駆動力及び前記後輪制駆動源の目標制駆動力の和が前記要求制駆動力に最も近づくように、前記目標制駆動力を算出する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

好適には、前記制御部は、前記スリップ率算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が所定の前輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記前輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記前輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、前記スリップ率

算出手段の算出した前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときは、前記前輪のスリップ率が前記前輪用閾値を超えたときの前記前輪制駆動源の目標制駆動力よりも小さい制駆動力を前記前輪制駆動源の目標制駆動力とし、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が所定の後輪用閾値を超えないときは、前記最大制駆動力算出手段により算出された前記後輪制駆動源の最大制駆動力を越えない範囲で、前記要求制駆動力算出手段により算出された前記要求制駆動力に応じて前記後輪制駆動源の目標制駆動力を算出し、前記スリップ率算出手段の算出した前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときは、前記後輪のスリップ率が前記後輪用閾値を超えたときの前記後輪制駆動源の目標制駆動力よりも小さい制駆動力を前記後輪制駆動源の目標制駆動力とし、前記前輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記前輪制駆動源に出力し、前記後輪制駆動源の目標制駆動力に基づく制御指令を前記後輪制駆動源に出力する。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0155

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0155】

なお、以上の実施形態において、自動車 1 は本発明の車両の一例であり、前輪電動機 3 F t は本発明の前輪制駆動源の一例であり、後輪電動機 3 R r は本発明の後輪制駆動源の一例であり、制御装置 10 及びカメラ 20 の組み合わせは本発明の制駆動制御装置の一例であり、運転者は本発明の運転主体の一例であり、ステップ S T 5 3 を実行する制御装置 10 は本発明の要求制駆動力算出手段の一例であり、カメラ 20 は本発明の情報取得手段の一例であり、ステップ S T 1 6 を実行する制御装置 10 は本発明の摩擦係数特定手段の一例であり、ステップ S T 1 8 を実行する制御装置 10 は本発明の最大制駆動力算出手段の一例であり、ステップ S T 5 5 を実行する制御装置 10 は本発明のスリップ率算出手段の一例であり、ステップ S T 1 9 を実行する制御装置 10 は本発明の制御部の一例である。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0157

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0157】

本発明の自動車は電気自動車に限定されず、例えば、内燃機関（一般にいうガソリンエンジン）及び電動機により駆動されるハイブリッドカーでもよい。前輪のトルク発生源は、電動機のみ、電動機と内燃機関との組合せでもよいし、後輪のトルク発生源は、電動機のみ、電動機と内燃機関との組合せでもよい。ここで、電動機とは、同期電動機、誘導電動機等の電気エネルギーによってトルクを発生する電動機一般を指す。電動機を駆動する電気エネルギーは、車載バッテリーから供給されてもよいし、車載燃料電池から供給されてもよい。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0165

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 1 6 5 】

1 ... 自動車 ( 電気自動車 )、2 F t ... 前輪、2 R r ... 後輪、3 F t ... 前輪電動機 ( 前輪制駆動源 )、3 R r ... 後輪電動機 ( 後輪制駆動源 )、1 0 ... 制御装置 ( 制駆動制御装置の一部、要求制駆動力算出手段、摩擦係数特定手段、最大制駆動力算出手段、スリップ率算出手段、制御部 )、2 0 ... カメラ ( 制駆動制御装置の一部、情報取得手段 )。

## 【 手 続 補 正 1 4 】

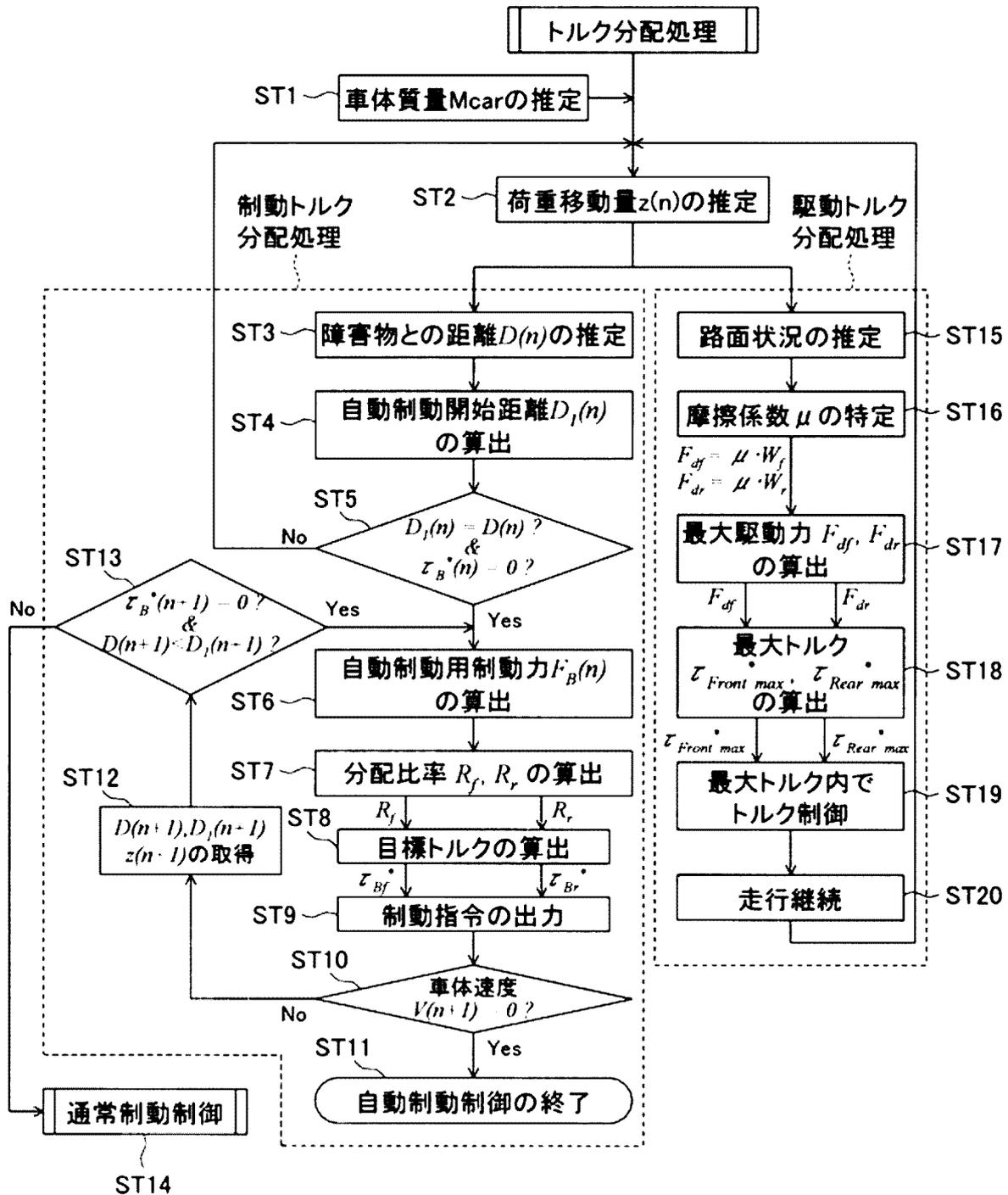
【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 図 2

【 補 正 方 法 】 変 更

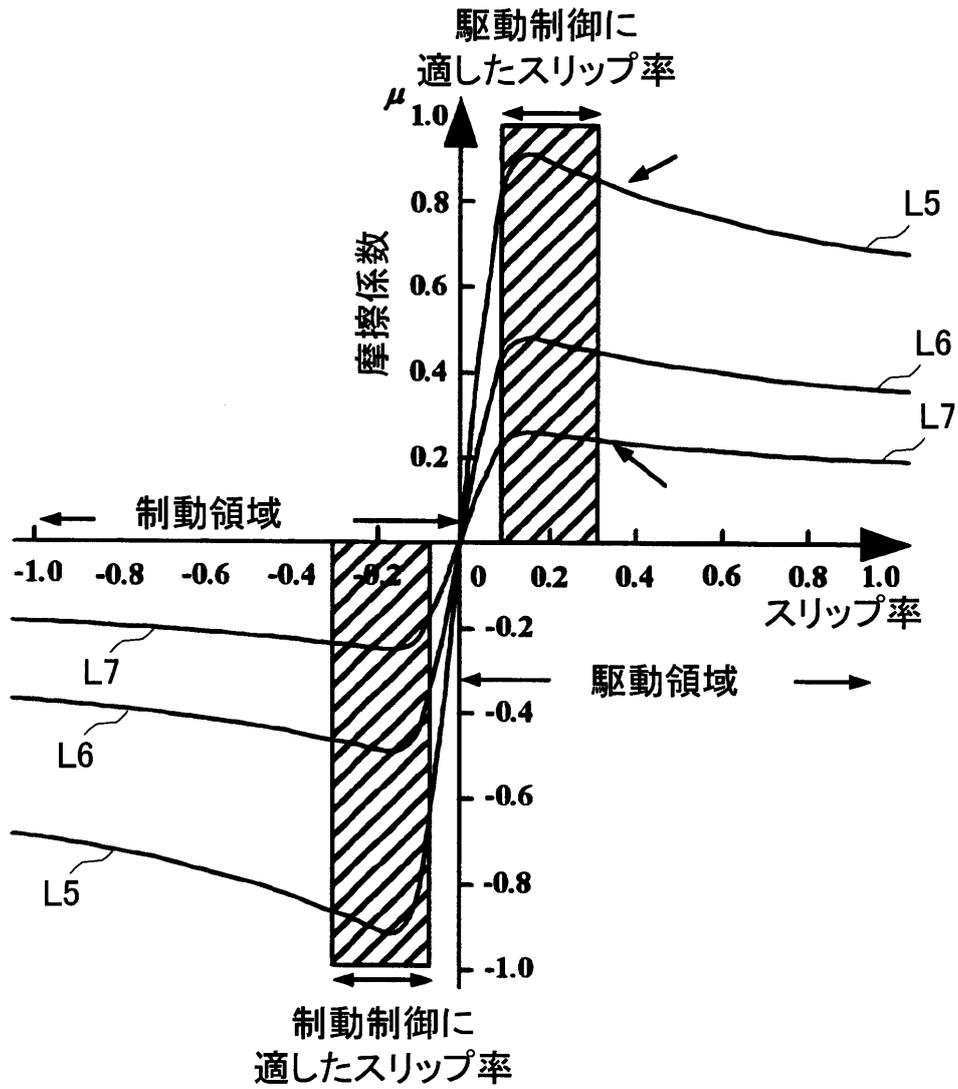
【 補 正 の 内 容 】

【図2】



【手続補正15】  
 【補正対象書類名】図面  
 【補正対象項目名】図7  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】

【 図 7 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA01 PC06 PG04 P116 P129 PU08 PV09 QE14 QI02 QN02  
QN11 QN13 QN28 RB15 SE03 SJ08 T007 T009 TR05 TW07  
UB01 UB05 UB08 UB17