

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年3月18日 (18.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/022378 A1

- (51) 国際特許分類7: B60L 3/00, B60R 16/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007919
- (22) 国際出願日: 2003年6月23日 (23.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-251361 2002年8月29日 (29.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本美明 (HOMMI, Akira) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 浜

島 清高 (HAMA, JIMA, Kiyotaka) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 灘 光博 (NADA, Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目9番26号 ポーラ名古屋ビル Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

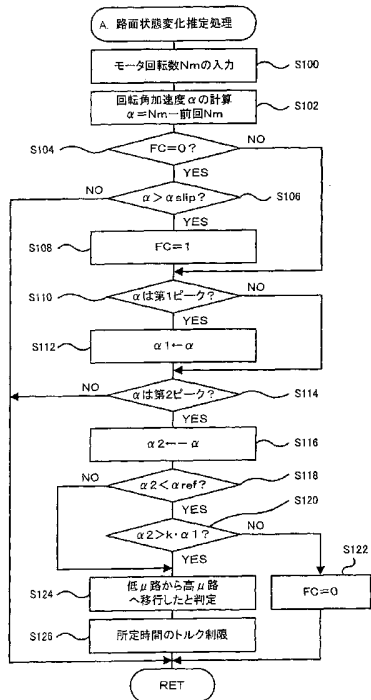
[ 続葉有 ]

(54) Title: DEVICE, METHOD, AND CAR FOR ESTIMATING VARIATION OF STATE OF ROAD SURFACE

(54) 発明の名称: 路面状態の変化を推定する装置や方法および自動車

(57) Abstract: A method of estimating the variation of the state of a road surface, comprising the steps of, after the rotating angular acceleration ( $\alpha$ ) of a motor directly outputting a torque to a drive shaft exceeds a threshold ( $\alpha$  slip) allowing the occurrence of slip by racing to be detected, detecting a first peak angular acceleration ( $\alpha 1$ ) leading to a first peak and a second peak angular acceleration ( $\alpha 2$ ) obtained by multiplying a value leading to a next negative second peak by -1 and determining the variation of the state of the road surface (variation from a low  $\mu$  road to a high  $\mu$  road) when the second peak angular acceleration ( $\alpha 2$ ) is equal to or more than a threshold ( $\alpha$  ref) or when the second peak angular acceleration ( $\alpha 2$ ) is equal to or larger than the first peak angular acceleration ( $\alpha 1$ ) multiplied by a constant (k) even if the second peak angular acceleration ( $\alpha 2$ ) is less than the threshold ( $\alpha$  ref), and when the variation of the state of the road surface is determined, limiting the torque outputted from the motor to the drive shaft for a specified time.

(57) 要約: 駆動軸に直接トルクを出力するモータの回転角加速度  $\alpha$  が空転によるスリップの発生を検出可能な閾値  $\alpha$  slip を超えた後、第1ピークに至った第1ピーク角加速度  $\alpha 1$  と次の負の第2ピークに至った値に -1 を乗じた第2ピーク角加速度  $\alpha 2$  とを検出し、第2ピーク角加速度  $\alpha 2$  が閾値  $\alpha$  ref 以上のときや第2ピーク角加速度  $\alpha 2$  が閾値  $\alpha$  ref 未満でも第2ピーク角加速度  $\alpha 2$  が定数 k を乗じた第1ピーク角加速度  $\alpha 1$  より大きいときに路面状態の変化 (低  $\mu$  路から高  $\mu$  路への変化) を判定する。路面状態の変化が判定されたときには、所定時間に亘ってモータから駆動軸に出力するトルクを制限する。



A. PROCESSING FOR ESTIMATING VARIATION OF STATE OF ROAD SURFACE  
 S100..INPUT OF MOTOR ROTATIONAL SPEED (Nm)  
 S102..CALCULATION OF ROTATING ANGULAR ACCELERATION ( $\alpha$ )  
 $\alpha = Nm - \text{PREVIOUS Nm}$   
 S110..IS FIRST PEAK?  
 S114..IS SECOND PEAK?  
 S124..DETERMINED TO HAVE BEEN MOVED FROM LOW  $\mu$  ROAD TO HIGH  $\mu$  ROAD  
 S126..TORQUE IS LIMITED FOR SPECIFIED TIME.

WO 2004/022378 A1



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 路面状態の変化を推定する装置や方法および自動車

## 5 技術分野

本発明は、自動車が走行している路面状態の変化を推定する装置およびこれを搭載する自動車並びに路面状態の変化を推定する方法に関する。

## 背景技術

10 従来、走行中の路面の状態の変化を推定する装置としては、制動時にブレーキ油圧をパルス状に変化させたときに検出される車輪速度の振動成分に基づいて路面の摩擦係数を推定するもの（例えば、特開2000-313327号公報参照）や、車両の制動時に制動トルク勾配を推定して目標値との偏差を演算すると共にこの偏差が打ち消されるよう制御  
15 する装置において、偏差が一定値以上所定時間継続したときに路面の摩擦係数が変化したのを推定するもの（例えば、特開平11-321617号公報参照）、駆動輪速度と従動輪速度との偏差に基づいて悪路や駆動系の振動を判定するもの（例えば、特開平11-38034号公報参照）など種々提案されている。

20 また、路面状態や運転状態に基づいてスリップやロックした際に対応する自動車としては、スリップやロックが判定されたときには、その状態が収束するまで駆動軸に出力されるトルクの変化を禁止するものが提案されている（例えば、特開平7-143618号公報）。

走行中の路面状態の変化を推定することは、推定した結果を路面状態  
25 の変化に伴って生じ得る駆動輪の空転や駆動輪又は従動輪のロックを抑制する制御に用いることによって走行のより高い安定性を確保すること

に繋がるため、より精度の高い推定手法が望まれている。

#### 発明の開示

本発明の路面状態変化推定装置および路面状態変化推定方法は、上述  
5 した手法とは異なる手法を用いて走行中の路面状態の変化を推定することを目的の一つとする。また、本発明の路面状態変化推定装置および路面状態変化推定方法は、路面の摩擦係数の急増を推定することを目的の一つとする。本発明の自動車は、走行中の路面状態の変化に対処することを目的とする。

10 本発明の路面状態変化推定装置およびこれを搭載する自動車並びに路面状態変化推定方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の部を採った。

本発明の路面状態変化推定装置は、自動車に搭載されて該自動車が走行している路面の状態の変化を推定する路面状態変化推定装置であって、  
15 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出部と、該検出された回転角加速度の変化に基づいて路面状態の変化を推定する状態変化推定部とを備えることを要旨とする。

この本発明の路面状態変化推定装置では、車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度の変化に基づいて路面状態の変化を推定  
20 することができる。路面状態の変化に伴う駆動輪の空転は、路面状態の変化の程度や駆動輪に作用するトルクに対応して車輪速の変化として現われる。したがって、車輪速の変化に対応する駆動軸の回転角加速度の変化の様子を解析することにより路面状態の変化を推定することができる。ここで、「駆動輪に機械的に接続された駆動軸」には、単一の駆動  
25 輪に直接接続された車軸が含まれる他、デファレンシャルギヤなどの機械部品を介して一対の駆動輪に接続された回転軸などの軸も含まれる。

また、「回転角加速度検出部」には、直接回転角加速度を検出するものが含まれる他、駆動軸の回転角速度を検出すると共に検出された回転角速度に基づいて駆動軸の回転角加速度を演算するものも含まれる。

こうした本発明の路面状態変化推定装置において、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期の変化に基づいて路面状態の変化を推定する部であるものとすることもできる。回転角加速度の時間変化における周期は、路面状態に変化がなければ若干の変化はあるものの急変は生じないが、路面状態に変化が生じると急変する。回転角加速度の時間変化における周期の変化に基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、こうした現象の考察に基づく。この場合、前記状態変化推定部は、前記回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する部であるものとすることもできる。更にこの場合、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出されるピークの際の周期に対して該ピークの次に検出される反対側のピークの際の周期が前記所定割合以上短いときに路面の摩擦係数が急増したと推定する部であるものとすることもできる。こうすれば、周期の変化に基づいて路面状態の変化として路面の摩擦係数の急増、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への変化を推定することができる。

また、本発明の路面状態変化推定装置において、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第1ピーク値と該第1ピーク値の次に検出される反対側の第2ピーク値とに基づいて路面状態の変化を推定するものとすることもできる。低 $\mu$ 路で駆動輪が空転した場合、第1ピークは空転開始直後のピークとなり、第2ピークは空転の収束の際のピークとなる。路面状態に変化が

なければ空転の収束の際に通常生じるピーク値は路面状態（摩擦係数）や車両にもよるが一定の範囲内となるが、路面状態に変化が生じたとき、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路に変化したときには、こうした空転の収束の際のピーク値がその範囲を超える。第1ピーク値と第2ピーク値とに基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、こうした現象の考察に基づく。この態様の場合、前記状態変化推定部は、前記第1ピーク値に対して前記第2ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化すると推定するものとすることもできる。更にこの場合、前記状態変化推定部は、前記第1ピーク値に対して前記第2ピーク値の絶対値が前記所定割合以上大きいときに路面の摩擦係数が急増したと推定するものとすることもできる。こうすれば、第1ピーク値と第2ピーク値とに基づいて路面状態の変化として路面の摩擦係数の急増、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への変化を推定することができる。

本発明の路面状態変化推定装置において、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される2番目のピーク値に基づいて路面状態の変化を推定するものとすることもできる。前述したように、低 $\mu$ 路で駆動輪が空転した場合、2番目のピークは空転の収束の際のピークとなり、このピーク値は、路面状態に変化がなければ一定の範囲内となるが、路面状態に変化が生じたときにはその範囲を超える。第2ピーク値に基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、こうした現象の考察に基づく。この態様の場合、前記状態変化推定部は、前記2番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面の摩擦係数が急増したと推定するものとすることもできる。こうすれば、2番目のピーク値に基づいて路面状態の変化としての路面の摩擦係数の急増、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への変化を推定することができる。

本発明の自動車は、車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸に動力

を出力可能な原動機と、前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出部と、該検出された回転角加速度の変化に基づいて路面状態の変化を推定する状態変化推定部と、運転者の操作と車両の走行状態とに基づいたトルクが前記駆動軸に出力されるよう前記原動機を駆動制御すると共に前記状態変化推定部により路面状態の変化が推定されたときには前記駆動軸に出力されるトルクが所定時間制限されるよう前記原動機を駆動制御する駆動制御部と、を備えることを要旨とする。

この本発明の自動車では、状態変化推定部により路面状態の変化が推定されたときには、運転者の操作と車両の走行状態に基づいたトルクが駆動軸に出力されるよう駆動制御されている原動機を駆動軸に出力されるトルクが所定時間制限されるよう駆動制御する。このように駆動軸に出力されるトルクが制限されるから、路面状態の変化に伴って車両に生じ得るトルク脈動（回転角加速度の脈動などを含む）を抑制することができる。なお、「原動機」としては、制御における応答性が速い電動機または電動発電機が好ましい。

こうした本発明の自動車において、前記駆動制御部は、前記路面状態変化推定装置により路面状態の変化が推定されたときには、該路面状態の変化の推定の際に前記回転角加速度検出部により検出された回転角加速度のピーク値に基づいて設定されるトルク制限値を用いて前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう駆動制御するものとすることもできる。路面状態の変化の推定の際の回転角加速度のピーク値は、路面状態の変化の程度をある程度反映するものと考えられるから、このピーク値に基づいてトルク制限値を設定することによりより適正なトルク制限を実行することができる。なお、こうした態様では、ピーク値が大きいほどトルク制限値が大きくなる傾向でトルク制限値を設定することもできる。この態様の場合、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角

加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定するものとしたり、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第1ピーク値に対して該第1ピーク値の次に検出される反対側の第2ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定するものとしたり、前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される2番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面状態の変化を推定するものとする事もできる。

10 本発明の第1の路面状態変化推定方法は、自動車が行っている路面の状態の変化を推定する路面状態変化推定方法であって、(a)前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出し、  
(b)該検出された回転角加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が  
15 変化したと推定する、ことを要旨とする。

この本発明の第1の路面状態変化推定方法によれば、駆動軸の回転角加速度が所定値以上に至った際の回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したことにより路面状態の変化を推定する。このように駆動軸の回転角加速度の時間変化における周期の変化に基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、上述したように、駆動軸の  
20 回転角加速度の時間変化における周期は、路面状態に変化がなければ若干の変化はあるものの急変は生じないが、路面状態に変化が生じると急変することに基づく。

本発明の第2の路面状態変化推定方法は、自動車が行っている路面  
25 の状態の変化を推定する路面状態変化推定方法であって、(a)前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出し、



(b) 該検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第1ピーク値に対して該第1ピーク値の次に検出される反対側の第2ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する、ことを要旨とする。

- 5 この本発明の第2の路面状態変化推定方法によれば、駆動軸の回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第1ピーク値に対してこの第1ピーク値の次に検出される反対側の第2ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したことにより路面状態の変化を推定する。このように駆動軸の回転角加速度の第1ピーク値と第2ピーク値とに基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、前述したように、路面状態  
10 の変化が生じると、駆動輪の空転開始直後の回転角加速度の第1ピーク値に対する空転の収束の際の第2ピーク値が大きく変化することに基づく。

- 本発明の第3の路面状態変化推定方法は、自動車が行っている路面  
15 の状態の変化を推定する路面状態変化推定方法であって、(a) 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出し、  
(b) 該検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される2番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面状態が変化したと推定する、ことを要旨とする。

- 20 この本発明の第3の路面状態変化推定方法によれば、駆動軸の回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される2番目のピーク値の絶対値が所定値以上となることにより路面状態の変化を推定する。このように駆動軸の回転角加速度の2番目のピーク値に基づいて路面状態の変化を推定することができるのは、前述しように、路面状態の変化が生じると、  
25 2番目のピーク値が路面状態の変化が生じていないときに比して大きく現われることに基づく。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施例である路面状態変化推定装置として機能するモータ 1 2 の制御装置 2 0 を備える電気自動車 1 0 の構成の概略を示す構成図、

図 2 は、実施例の電子制御ユニット 4 0 により実行される路面状態変化推定処理の一例を示すフローチャート、

図 3 は、路面状態に変化が生じなかったときの回転角加速度  $\alpha$  の時間変化と路面状態に変化が生じたときの回転角加速度  $\alpha$  の時間変化との一例を示す説明図、

図 4 は、トルク制限設定マップの一例を示す説明図、

図 5 は、トルク上限値設定マップの一例を示す説明図、

図 6 は、電子制御ユニット 4 0 により実行されるモータ駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャート、

図 7 は、要求トルク設定マップの一例を示す説明図、

図 8 は、電子制御ユニット 4 0 により実行されるスリップ状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャート、

図 9 は、電子制御ユニット 4 0 により実行されるスリップ発生時制御ルーチンの一例を示すフローチャート、

図 1 0 は、電子制御ユニット 4 0 により実行されるスリップ収束時制御ルーチンの一例を示すフローチャート、

図 1 1 は、電子制御ユニット 4 0 により実行されるトルク制限設定処理ルーチンの一例を示すフローチャート、

図 1 2 は、ハイブリッド型の自動車 1 1 0 の構成の概略を示す構成図、

図 1 3 は、ハイブリッド型の自動車 2 1 0 の構成の概略を示す構成図、

図 1 4 は、ハイブリッド型の自動車 3 1 0 の構成の概略を示す構成図

である。

#### 発明を実施するための最良の形態

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

- 5 図 1 は、本発明の一実施例である路面状態変化推定装置として機能するモータ 12 の制御装置 20 を備える電気自動車 10 の構成の概略を示す構成図である。実施例のモータ 12 の制御装置 20 は、図示するように、
- 10 バッテリ 16 からインバータ回路 14 を介して供給された電力を用いて電気自動車 10 の駆動輪 18 a, 18 b に接続された駆動軸に動力の出力が可能なモータ 12 を駆動制御する装置として構成されており、モータ 12 の回転軸の回転角  $\theta$  を検出する回転角センサ 22 と、電気自動車 10 の走行速度を検出する車速センサ 24 と、駆動輪 18 a, 18 b (前輪) の車輪速と駆動輪 18 a, 18 b に従動して回転する従動輪 19 a, 19 b (後輪) の車輪速を検出する車輪速センサ 26 a, 26 b,
- 15 28 a, 28 b と、運転者からの各種操作を検出する各種センサ (例えば、シフトレバー 31 のポジションを検出するシフトポジションセンサ 32 や、アクセルペダル 33 の踏み込み量 (アクセル開度) を検出するアクセルペダルポジションセンサ 34, ブレーキペダル 35 の踏み込み量 (ブレーキ開度) を検出するブレーキペダルポジションセンサ 36 など) と、装置全体をコントロールする電子制御ユニット 40 とを備える。

20 モータ 12 は、例えば、電動機として機能すると共に発電機としても機能する周知の同期発電電動機として構成され、インバータ回路 14 は、

25 バッテリ 16 からの電力をモータ 12 の駆動に適した電力に変換する複数のスイッチング素子により構成されている。こうしたモータ 12 やインバータ回路 14 の構成そのものは周知であり、本発明の中核をなさないから、これ以上の詳細な説明は省略する。

電子制御ユニット40は、CPU42を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU42の他に処理プログラムを記憶したROM44と、一時的にデータを記憶するRAM46と、入出力ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット40には、回転角センサ22により検出されたモータ12の回転軸の回転角 $\theta$ や、車速センサ24により検出された電気自動車10の車速 $V$ 、車輪速センサ26a、26b、28a、28bにより検出された駆動輪18a、18bの車輪速 $V_{f1}$ 、 $V_{f2}$ および従動輪19a、19bの車輪速 $V_{r1}$ 、 $V_{r2}$ 、シフトポジションセンサ32により検出されたシフトポジション、アクセルペダルポジションセンサ34により検出されたアクセル開度 $A_{cc}$ 、ブレーキペダルポジションセンサ36により検出されたブレーキ開度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット40からは、モータ12を駆動制御するインバータ回路14のスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

次に、こうして構成されたモータ12の制御装置20の動作、特に、走行中の路面状態の変化を推定する際の動作と、この路面状態の変化の推定結果を用いて行なわれる電気自動車10の駆動輪18a、18bが空転してスリップした際のモータ12の駆動制御とについて説明する。

まず、路面状態の変化を推定する処理について説明し、その後にモータ12の駆動制御について説明する。

図2は、実施例の電子制御ユニット40により実行される路面状態変化推定処理の一例を示すフローチャートである。この処理は、所定時間毎（例えば、8 msec毎）に繰り返し実行される。路面状態変化推定処理が実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、回転角センサ22の回転角 $\theta$ に基づいて算出されるモータ回転数 $N_m$ を入

力すると共に（ステップS100）、入力したモータ回転数 $N_m$ に基づいて回転角加速度 $\alpha$ を計算する（ステップS102）。ここで、回転角加速度 $\alpha$ の計算は、実施例では、今回の処理で入力した現回転数 $N_m$ から前回の処理で入力した前回回転数 $N_m$ を減じる（現回転数 $N_m$  - 前回回転数 $N_m$ ）ことにより行なうものとした。なお、回転角加速度 $\alpha$ の単位は、回転数 $N_m$ の単位を1分間あたりの回転数[rpm]で示すと、実施例では、本処理の実行時間間隔は8msであるから、[rpm / 8ms]となる。勿論、回転速度の時間変化率として示すことができれば、如何なる単位を採用するものとしても構わない。また、回転角加速度 $\alpha$ および車輪速差 $\Delta V$ は、誤差を小さくするために、それぞれ今回のルーチンから過去数回（例えば、3回）に亘って計算された回転角加速度の平均および車輪速差の平均を用いるものとしても構わない。

次に、路面状態変化判定フラグFCの値を調べる（ステップS104）。路面状態変化判定フラグFCは、次のステップS106の回転角加速度 $\alpha$ が駆動輪18a, 18bの空転によるスリップが生じていると判定するための閾値 $\alpha_{slip}$ を超えたときに路面状態の変化を判定する条件に至ったとして値1が設定される（ステップS108）。即ち、路面状態変化判定フラグFCが値0のときには計算した回転角加速度 $\alpha$ を閾値 $\alpha_{slip}$ と比較して（ステップS106）、回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ 以下のときには本処理を終了し、回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ より大きいときには路面状態変化判定フラグFCに値1をセットする（ステップS108）。

こうして路面状態変化判定フラグFCに値1がセットされるかステップS104で路面状態変化判定フラグFCが値1であると判定されると、回転角加速度 $\alpha$ が第1ピークに至ったか否かを判定し（ステップS110）、第1ピークに至ったときには、そのときの回転角加速度 $\alpha$ を第1

ピーク角加速度  $\alpha_1$  としてセットする（ステップ S 1 1 2）。回転角加速度  $\alpha$  の第 1 ピークは、回転角加速度  $\alpha$  が閾値  $\alpha_{slip}$  を超えてから回転角加速度  $\alpha$  の時間微分値が正から負に至るときである。第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  をセットすると、回転角加速度  $\alpha$  が第 2 ピークに至ったか  
5 否かを判定し（ステップ S 1 1 4）、第 2 ピークに至ったときには、そのときの回転角加速度  $\alpha$  に  $-1$  を乗じたものを第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  としてセットする（ステップ S 1 1 6）。ここで第 2 ピークは、第 1 ピークの直後に生じる負側のピークを意味する。したがって、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  をセットするのに回転角加速度  $\alpha$  に  $-1$  を乗じるのは第 1  
10 ピーク角加速度  $\alpha_1$  と符号を揃えるためである。

第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  と第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  とがセットされると、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  と閾値  $\alpha_{ref}$  とを比較すると共に（ステップ S 1 1 8）、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  と定数  $k$  を乗じた第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  とを比較する（ステップ S 1 2 0）。ここで、閾値  $\alpha_{ref}$   
15 は、空転によるスリップが生じたときの第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  にセットされ得る通常範囲の値により大きな値として設定されている。例えば、対象となる電気自動車 10 を低  $\mu$  路で空転によるスリップを生じさせる実験を行なったときに第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  にセットされ得る最大の値が  $100 [rpm/8msec]$  であったときには、閾値  $\alpha_{ref}$  に  
20 は  $120$  や  $140$  などの値を用いることができる。また、定数  $k$  は、値  $1$  以上の値として設定されており、例えば、 $1.2$  や  $1.4$  などのように設定することもできる。

第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が閾値  $\alpha_{ref}$  未満のときで第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が定数  $k$  を乗じた第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  以下のときには、路面状態の変化は推定されないとして路面状態変化判定フラグ  $FC$  に値  $0$   
25 をセットし（ステップ S 1 2 2）、この路面状態変化推定処理を終了し、

第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が閾値 $\alpha_{ref}$ 以上のときや第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が閾値 $\alpha_{ref}$ 未満であっても第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が定数 $k$ を乗じた第1ピーク角加速度 $\alpha_1$ より大きいときには、路面状態の変化、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路へ移行したと判定する（ステップS124）。低

5  $\mu$ 路で駆動輪18a, 18bが空転した場合、第1ピークは空転開始直後のピークとなり、第2ピークは空転の収束の際のピークとなる。路面状態に変化がなければ空転の収束の際に通常生じる第2ピークの値は路面状態（摩擦係数）や車両にもよるが一定の範囲内となるが、路面状態に変化が生じたとき、即ち低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路に変化したときには、こう

10 した空転の収束の際の第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ がその範囲を超える。したがって、第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が空転によるスリップが生じたときの第1ピーク角加速度 $\alpha_1$ にセットされ得る通常範囲の値により大きな値として設定された閾値 $\alpha_{ref}$ 以上のときには、路面状態の変化（低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への移行）を判定することができるのである。また、第

15 2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が閾値 $\alpha_{ref}$ 未満であっても第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が定数 $k$ を乗じた第1ピーク角加速度 $\alpha_1$ より大きいときに路面状態の変化を推定できるのは、路面状態に変化がなければ空転の収束の際に通常生じる第2ピークの値は第1ピークの値以下となるのが通常であることが実験により確かめられたことに基づく。

20 図3に路面状態に変化が生じなかったときの回転角加速度 $\alpha$ の時間変化と路面状態に変化が生じたときの回転角加速度 $\alpha$ の時間変化との一例を示す。図示するように、路面状態に変化が生じなかったときには、第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ は閾値 $\alpha_{ref}$ より小さいだけでなく第1ピーク角加速度 $\alpha_1$ より小さくなるが、路面状態に変化が生じたとき（低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路へ移行したとき）には、急峻な回転角加速度 $\alpha$ の負側への変化が認められると共に第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ は第1ピーク角加速度 $\alpha$

25

1 に比較して大きくなるだけでなく場合によっては閾値  $\alpha_{ref}$  より大きくなる。実施例では、路面状態の変化、即ち空転におけるスリップ中に低  $\mu$  路から高  $\mu$  路へ移行した状態変化を第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  と閾値  $\alpha_{ref}$  との比較によって推定すると共に第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が  
5 閾値  $\alpha_{ref}$  未満のときには第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  と値 1 以上の定数  $k$  を乗じた第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  との比較によって推定するのである。

こうして路面状態の変化が推定されたときには、所定時間に亘ってモータ 1 2 から出力されるトルクを制限して（ステップ S 1 2 6）、路面状態変化推定処理を終了する。トルクの制限は、実施例では、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  に基づいて例えば図 4 に例示するトルク制限設定マップによりトルク制限量  $\delta change$  を設定し、このトルク制限量  $\delta change$  に基づいて図 5 に例示するトルク上限値設定マップによりトルク上限値  $T_{max}$  を導いて行なわれる。トルク制限量  $\delta change$  は、図 4 に示すように、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が大きいほど大きくなるよう設定され、トルク上限値  $T_{max}$  は、図 5 に例示するように、トルク制限量  $\delta change$  が大きいほど小さくなるよう設定されているから、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が大きくなるほど小さなトルク上限値  $T_{max}$  が設定されることになる。こうしたトルク上限値  $T_{max}$  でモータ 1 2 からのトルクを制限するトルク制限を所定時間に亘って行なうのは、路面状態の変化に伴って生じ得る回転角加速度  $\alpha$  の振動、即ち車両の前後方向の振動を抑制するためである。所定時間は、こうした路面状態の変化を伴う実験を行なって振動が収束する時間を計測して設定することができる。図 3 の路面状態に変化が生じたときの回転角加速度  $\alpha$  の時間変化における破線は、こうした所定時間に亘るトルク制限を行なわ  
25 なかったときの回転角加速度  $\alpha$  の時間変化を示す。

次に、この路面状態の変化の推定結果を用いて行なわれるモータ 1 2



の駆動制御の一例について説明する。図6は、電子制御ユニット40により実行されるモータ駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、8 msec毎）に繰り返し実行される。

- 5     モータ駆動制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、アクセルペダルポジションセンサ34からのアクセル開度Accや車速センサ24からの車速V、車輪速センサ26a, 26b, 28a, 28bからの車輪速Vf, Vr、回転角センサ22の回転角 $\theta$ に基づいて算出されるモータ回転数Nmなどを入力する処理を行
- 10    なう（ステップS200）。ここで、車輪速Vf, Vrは、実施例では、車輪速センサ26a, 26bおよび車輪速センサ28a, 28bにより各々検出される車輪速Vf1, Vf2および車輪速Vr1, Vr2の平均値を用いるものとした。また、車速Vについては、実施例では、車速センサ24により検出されたものを用いたが、車輪速センサ26a, 2
- 15    6b, 28a, 28bにより検出される車輪速Vf1, Vf2, Vr1, Vr2から算出するものとしても構わない。

- 次に、入力したアクセル開度Accと車速Vとに基づいてモータ12の要求トルクTm\*を設定する（ステップS202）。モータ要求トルクTm\*の設定は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vとモータ
- 20    要求トルクTm\*との関係を予め求めて要求トルク設定マップとしてROM44に記憶しておき、アクセル開度Accと車速Vとが与えられると、マップから対応するモータ要求トルクTm\*を導出するものとした。このマップの一例を図7に示す。

- 続いて、ステップS200で入力したモータ回転数Nmに基づいて回
- 25    転角加速度 $\alpha$ を計算し（ステップS204）、計算した回転角加速度 $\alpha$ に基づいて駆動輪18a, 18bのスリップ状態を判定する（ステップ

S 2 0 6)。このスリップ状態の判定は、図 8 のスリップ状態判定処理ルーチンに基づいて行なわれる。以下、図 6 のモータ駆動制御ルーチンの処理の説明を一旦中断し、図 8 のスリップ状態判定処理ルーチンの処理を説明する。スリップ状態判定処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 4 0 の CPU 4 2 は、図 6 のルーチンのステップ S 2 0 4 で計算された回転角加速度  $\alpha$  が、空転によるスリップが発生したとみなすことのできる閾値  $\alpha_{slip}$  を超えているか否かを判定する（ステップ S 2 2 0）。回転角加速度  $\alpha$  が閾値  $\alpha_{slip}$  を超えていると判定されたときには、駆動輪 1 8 a, 1 8 b にスリップが発生したと判断して、スリップの発生を示すスリップ発生フラグ F 1 を値 1 にセットして（ステップ S 2 2 2）、本ルーチンを終了する。一方、回転角加速度  $\alpha$  が閾値  $\alpha_{slip}$  を超えていないと判定されたときには、次にスリップ発生フラグ F 1 の値を調べる（ステップ S 2 2 4）。スリップ発生フラグ F 1 が値 1 のときには、回転角加速度  $\alpha$  が負の値であり且つそれが所定時間継続しているか否かを判定し（ステップ S 2 2 6）、回転角加速度  $\alpha$  が負の値であり且つそれが所定時間継続したと判定されたときには駆動輪 1 8 a, 1 8 b に発生したスリップは収束したと判断してスリップ収束フラグ F 2 に値 1 をセットして（ステップ S 2 2 8）、本ルーチンを終了する。スリップ発生フラグ F 1 が値 1 であって、回転角加速度  $\alpha$  が負の値でないと判定されたり、回転角加速度  $\alpha$  が負の値であってもそれが所定時間継続していないと判定されたときには、発生したスリップは未だ収束していないと判断してそのまま本ルーチンを終了する。

図 6 のモータ駆動制御ルーチンに戻って、こうした図 8 のスリップ状態判定処理ルーチンによりスリップ発生時やスリップ収束時が判定されると、判定結果に応じた処理（ステップ S 2 1 0, S 2 1 2）、即ち、スリップ発生フラグ F 1 が値 1 でスリップ収束フラグ F 2 が値 0 のスリ

5 ップ発生時と判定されたときにはスリップ発生時処理（ステップS 2 1 0）、スリップ発生フラグF 1とスリップ収束フラグF 2とが共に値1の発生したスリップが収束していると判定されたときにはスリップ収束時処理（ステップS 2 1 2）を行なう。これらの処理については後述する。

そして、図2の路面状態変化推定処理により所定時間のトルク制限の実行が指示されているか否か、即ちトルク制限量 $\delta$  c h a n g eが設定されているかを判定し（ステップS 2 1 4）、トルク制限量 $\delta$  c h a n g eが設定されていないときには、グリップ時にはステップS 2 0 2で  
10 設定されたモータ要求トルク $T_m^*$ を用いてモータ1 2を駆動制御して（ステップS 2 2 0）、このルーチンを終了する。トルク制限量 $\delta$  c h a n g eが設定されているときには、トルク制限量 $\delta$  c h a n g eと図5のトルク上限値設定マップとにより導き出される制限値でモータ要求トルク $T_m^*$ を制限して（ステップS 2 1 6, S 2 1 8）、制限された  
15 モータ要求トルク $T_m^*$ を用いてモータ1 2を駆動制御して（ステップS 2 2 0）、このルーチンを終了する。こうしたトルク制限により、上述したように、路面状態の変化に伴って生じ得る回転角加速度 $\alpha$ の振動、即ち車両の前後方向の振動を抑制することができる。

ステップS 2 1 0のスリップ発生時処理は、図9に例示するスリップ  
20 発生時制御ルーチンにより行なわれる。このルーチンが実行されると、まず、回転角加速度 $\alpha$ がピーク値 $\alpha$  p e a kを超えているか否かを判定し（ステップS 2 3 0）、回転角加速度 $\alpha$ がピーク値 $\alpha$  p e a kを超えていると判定されたときにはピーク値 $\alpha$  p e a kの値を回転角加速度 $\alpha$ に更新する処理を行なう（ステップS 2 3 2）。ここで、ピーク値 $\alpha$  p  
25 e a kは、基本的には、スリップにより回転角加速度 $\alpha$ が上昇してピークを示すときの回転角加速度の値であり、初期値として値0が設定され

ている。したがって、回転角加速度 $\alpha$ が上昇してピークに達するまでの間はピーク値 $\alpha_{peak}$ を回転角加速度 $\alpha$ の値に順次更新していき、回転角加速度 $\alpha$ がピークに達した時点でその回転角加速度 $\alpha$ がピーク値 $\alpha_{peak}$ として固定されることになる。こうしてピーク値 $\alpha_{peak}$ が設定されると、このピーク値 $\alpha_{peak}$ に基づいてモータ12が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 $T_{max}$ を設定する処理を行なう（ステップS234）。この処理は、実施例では、図5に例示するトルク上限値設定マップの横軸を回転角加速度 $\alpha$ に置き換えて用いることにより行なった。このマップでは、図示するように、回転角加速度 $\alpha$ が大きくなるほどトルク上限値 $T_{max}$ は小さくなる特性を有している。したがって、回転角加速度 $\alpha$ が上昇してピーク値 $\alpha_{peak}$ が大きくなるほど、即ちスリップの程度が大きいほど、トルク上限値 $T_{max}$ として小さな値が設定され、その分モータ12から出力されるトルクが制限されることになる。トルク上限値 $T_{max}$ が設定されると、モータ要求トルク $T_{m*}$ を設定したトルク上限値 $T_{max}$ で制限して（ステップS236, S238）、本ルーチンを終了する。こうした処理により、スリップ発生時においてモータ12から出力されるトルクは、スリップを抑制するための低いトルク（具体的には、図5のマップにおいて回転角加速度のピーク値 $\alpha_{peak}$ に対応するトルク上限値 $T_{max}$ ）に制限されるから、スリップを効果的に抑制することができる。

ステップS212のスリップ収束時処理は、図10に例示するスリップ収束時制御ルーチンにより行なわれる。このルーチンが実行されると、まず、トルク制限量 $\delta_1$ （単位は、回転角加速度と同じ単位の $[rpm/8msec]$ ）を入力する処理を行なう（ステップS240）。ここで、トルク制限量 $\delta_1$ は、スリップ発生時制御において回転角加速度のピーク値 $\alpha_{peak}$ に対応して設定されたトルク上限値 $T_{max}$ を引き

上げてトルク制限から復帰させる際の復帰の度合いを設定するために用いるパラメータであり、図11のトルク制限設定処理ルーチンに基づいて設定される。このトルク制御量設定処理ルーチンは、図8に例示するスリップ状態判定処理ルーチンのステップS222でスリップ発生フラグF1に値1がセットされたとき（即ち、回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ を超えたとき）に実行される。このルーチンでは、回転角センサ22により検出された回転角 $\theta$ に基づいて算出されたモータ回転数Nmを入力し、入力したモータ回転数Nmに基づいて回転角加速度 $\alpha$ を計算し、回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ を超えた時点からの回転角加速度 $\alpha$ の時間積分値 $\alpha_{int}$ を計算する処理を回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ 未満になるまで繰り返す（ステップS260～S264）。回転角加速度 $\alpha$ の時間積分値 $\alpha_{int}$ の計算は、実施例では、次式（1）を用いて行なうものとした。ここで、 $\Delta t$ は本ルーチンのステップS260～S266の繰り返しの実行時間間隔であり、実施例では8msecである。

$$\alpha_{int} \leftarrow \alpha_{int} + (\alpha - \alpha_{slip}) \cdot \Delta t \quad (1)$$

そして、回転角加速度 $\alpha$ が閾値 $\alpha_{slip}$ 未満となると、計算した時間積分値 $\alpha_{int}$ に所定の係数k1を乗じてトルク制限 $\delta 1$ を設定して（ステップS268）、本ルーチンを終了する。なお、このルーチンでは、トルク制限 $\delta 1$ は、所定の係数k1を用いて計算により求めたが、トルク上限値Tmaxと時間積分値 $\alpha_{int}$ との関係を示すマップを用意しておき、計算された時間積分値 $\alpha_{int}$ からマップを適用して導出するものとしても構わない。

図10のスリップ収束時制御ルーチンに戻って、こうして設定された

トルク制限値  $\delta 1$  を入力すると、トルク制限値  $\delta 1$  を解除する解除要求を入力し（ステップ S 2 4 2）、解除要求があったか否かを判定する（ステップ S 2 4 4）。この処理は、トルク制限からの復帰の度合いを設定する際に用いるパラメータであるトルク制限値  $\delta 1$  を解除（復帰の度合いを徐々に大きく）するための要求の入力があったか否かを判定する処理であり、実施例では、本ルーチンが最初に実行されてから所定の待機期間が経過する度にゼロから一定の増加量だけ増加していくように設定される解除量  $\Delta \delta 1$  による解除の要求が入力されるものとした。なお、この待機期間や解除量  $\Delta \delta 1$  の増加量は、運転者自らによる解除の要求、例えば、運転者が欲するトルクの出力要求を表わすアクセル開度の大きさに応じて変更するものとしても構わない。解除要求が判定されると、ステップ S 2 4 0 で入力したトルク制限値  $\delta 1$  から解除量  $\Delta \delta 1$  を減じてトルク制限値  $\delta 1$  を解除する（ステップ S 2 4 6）。解除要求が無いと判定されたとき、即ち本ルーチンの実行が開始されてから前述の所定の待機期間が経過するまでは、トルク制限値  $\delta 1$  の解除は行なわれない。

続いて、トルク制限値  $\delta 1$  に基づいてモータ 1 2 が出力できるトルクの上限であるトルク上限値  $T_{max}$  を図 5 のトルク上限値設定マップを用いて設定し（ステップ S 2 4 8）、設定したトルク上限値  $T_{max}$  でモータ要求トルク  $T_{m*}$  を制限する（ステップ S 2 5 0, S 2 5 2）。そして、トルク制限値  $\delta 1$  の値 0 以下に解除されたか否かを判定し（ステップ S 2 5 4）、値 0 以下に解除されたときにはスリップ発生フラグ F 1 とスリップ収束フラグ F 2 とを値 0 にリセットして（ステップ S 2 5 6）、本ルーチンを終了する。このように、回転角加速度  $\alpha$  の時間積分値に応じて設定されたトルク制限値  $\delta 1$  に基づいてモータ 1 2 のトルクを制御するのは、発生したスリップが収束したときに、発生したスリ

ップの状況に応じて適切な量のトルクを復帰させるためである。即ち、回転角加速度 $\alpha$ の時間積分値が大きく、再スリップが発生しやすい状況では、スリップが収束したときに復帰させるトルクを低くし、回転角加速度 $\alpha$ の時間積分値が小さく、再スリップが発生しにくい状況では、ス

5 リップが収束したときに復帰させるトルクを高くすることにより、過剰なトルクの制限を伴うことなくより確実に再スリップの発生を防止することができるのである。

こうしたステップS 2 1 0のスリップ発生時処理やステップS 2 1 2のスリップ収束時処理によりモータ1 2のモータ要求トルク $T_{m*}$ が制

10 限されても、図6のステップS 2 1 4～S 2 1 8で明らかのように、路面状態の変化が推定されたときには、制限されたモータ要求トルク $T_{m*}$ は路面状態の変化の推定の結果により設定されたトルク制限量 $\delta_{change}$ に基づくトルク上限値による制限も受けることになる。この結果、スリップ発生時やスリップ収束時に拘わらず、路面状態が変化したとき

15 に生じ得る回転角加速度 $\alpha$ の振動、即ち車両の前後方向の振動を抑制することができる。

以上説明した実施例の電気自動車1 0によれば、空転によるスリップが生じた際の駆動輪1 8 a, 1 8 bの車軸に接続された駆動軸の回転角加速度 $\alpha$ の第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ だけに基づいて或いは第1ピーク角

20 加速度 $\alpha_1$ と第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ とに基づいて路面状態の変化を推定することができる。また、実施例の電気自動車1 0によれば、路面状態の変化が推定されたときには、所定時間に亘ってモータ1 2から出力されるトルクを制限するから、路面状態が変化したときに生じ得る回転角加速度 $\alpha$ の振動（車両の前後方向の振動）を抑制することができる。

25 実施例の電気自動車1 0では、第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が閾値 $\alpha_{ref}$ 以上のときと第2ピーク角加速度 $\alpha_2$ が閾値 $\alpha_{ref}$ 未満でも第2ピ

ーク角加速度  $\alpha_2$  が定数  $k$  を乗じた第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  より大きいときに路面状態の変化を推定するものとしたが、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  が閾値  $\alpha_{ref}$  以上のときだけを路面状態が変化したと推定するものとしたり、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  の大きさに拘わらず、第 2 ピーク角  
5 加速度  $\alpha_2$  が定数  $k$  を乗じた第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  より大きいときに路面状態が変化したと推定するものとしてもよい。

実施例の電気自動車 10 では、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  や第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  に基づいて路面状態の変化を推定したが、図 3 に示すように、第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  を含む回転角加速度  $\alpha$  の時間変化における  
10 第 1 の周期と第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  を含む回転角加速度  $\alpha$  の時間変化における第 2 の周期とが異なることに基づいて路面状態の変化を推定するものとしてもよい。例えば、第 2 の周期が値 1 より小さな定数  $r$  を乗じた第 1 の周期より小さいときに低  $\mu$  路から高  $\mu$  路へ移行したと推定するものとしてもよい。

15 実施例の電気自動車 10 では、路面状態の変化が推定されたときには、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  とトルク制限設定マップとを用いてトルク制限  $\delta change$  を設定し、設定したトルク制限  $\delta change$  とトルク上限値設定マップを用いてトルク上限値  $T_{max}$  を導き出してモータ 12 のトルク制限を行なうものとしたが、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$   
20 からトルク上限値  $T_{max}$  を直接導き出すマップを作成してトルク上限値  $T_{max}$  を導き出してモータ 12 のトルク制限を行なうものとしてもよい。

実施例の電気自動車 10 では、路面状態の変化が推定されたときには、第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  に基づいてトルク上限値  $T_{max}$  を導き出すもの  
25 のとしたが、第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  と第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  の偏差や第 1 ピーク角加速度  $\alpha_1$  と第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  との割合、第 1 ピ



ーク角加速度  $\alpha_1$  を含む回転角加速度  $\alpha$  の時間変化における周期と第 2 ピーク角加速度  $\alpha_2$  を含む回転角加速度  $\alpha$  の時間変化における周期との割合などに基づいてトルク上限値  $T_{max}$  を導き出すものとしても差し支えない。

- 5 実施例では、駆動輪 18a, 18b に接続された駆動軸に直接的に動力の出力が可能に機械的に接続されたモータ 12 を備える自動車 10 におけるモータ 12 の制御として説明したが、駆動軸や車軸に直接的に動力の出力が可能な電動機を備える車両であれば、如何なる構成の車両に適用するものとしても構わない。例えば、エンジンと、エンジンの出力
- 10 軸に接続されたジェネレータと、ジェネレータからの発電電力を充電するバッテリーと、駆動輪に接続された駆動軸に機械的に接続されバッテリーからの電力の供給を受けて駆動するモータとを備えるいわゆるシリーズ型のハイブリッド自動車に適用するものとしてもよい。この場合、モータは駆動軸に取り付けられる必要はなく、車軸に取り付けるものとして
- 15 もよいし、いわゆるホイールインモータのように駆動輪に直接取り付けられるものとしてもよい。また、図 12 に示すように、エンジン 111 と、エンジン 111 に接続されたプラネタリギヤ 117 と、プラネタリギヤ 117 に接続された発電可能なモータ 113 と、同じくプラネタリギヤ 117 に接続されると共に駆動輪に接続された駆動軸に直接動力が出力
- 20 可能に駆動軸に機械的に接続されたモータ 112 とを備えるいわゆる機械分配型のハイブリッド自動車 110 に適用することもできるし、図 13 に示すように、エンジンの 211 の出力軸に接続されたインナーロータ 213a と駆動輪 218a, 218b に接続された駆動軸に取り付けられたアウターロータ 213b とを有しインナーロータ 213a とアウ
- 25 ターロータ 213b との電磁的な作用により相対的に回転するモータ 213 と、駆動軸に直接動力が出力可能に駆動軸に機械的に接続されたモ

ータ 2 1 2 と備えるいわゆる電気分配型のハイブリッド自動車 2 1 0 に適用することもできる。あるいは、図 1 4 に示すように、駆動輪 3 1 8 a, 3 1 8 b に接続された駆動軸に変速機 3 1 4 (無段変速機や有段の自動変速機など) を介して接続されたエンジン 3 1 1 と、エンジン 3 1 1 の後段であって駆動軸に変速機 3 1 4 を介して接続されたモータ 3 1 2 (または駆動軸に直接接続されたモータ) とを備えるハイブリッド自動車 3 1 0 に適用することもできる。このとき、駆動輪にスリップが発生したときの制御としては、トルク出力応答性などから主に駆動軸に機械的に接続されたモータを制御することにより駆動軸に出力されるトルクを制限するが、このモータの制御と協調して他のモータを制御したりエンジン制御したりするものとしてもよい。

実施例では、走行中の路面状態の変化を推定する路面状態変化推定装置として機能する制御装置 2 0 の形態として説明したが、走行中の路面状態の変化を推定する路面状態変化推定方法の形態としてもよい。

15 以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 産業上の利用の可能性

20 自動車産業等に利用することができる。

## 請求の範囲

1. 自動車に搭載されて該自動車が走行している路面の状態の変化を推定する路面状態変化推定装置であって、
- 5 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出部と、  
該検出された回転角加速度の変化に基づいて路面状態の変化を推定する状態変化推定部と、  
を備える路面状態変化推定装置。
- 10 2. 請求項 1 記載の路面状態変化推定装置であって、  
前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期の変化に基づいて路面状態の変化を推定する  
路面状態変化推定装置。
- 15 3. 請求項 2 記載の路面状態変化推定装置であって、  
前記状態変化推定部は、前記回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する  
路面状態変化推定装置。
4. 請求項 3 記載の路面状態変化推定装置であって、
- 20 前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出されるピークの際の周期に対して該ピークの次に検出される反対側のピークの際の周期が前記所定割合以上短いときに路面の摩擦係数が急増したと推定する  
路面状態変化推定装置。
- 25 5. 請求項 1 記載の路面状態変化推定装置であって、  
前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に

至った後に最初に検出される第1ピーク値と該第1ピーク値の次に検出される反対側の第2ピーク値とに基づいて路面状態の変化を推定する路面状態変化推定装置。

6. 請求項5記載の路面状態変化推定装置であって、

5 前記状態変化推定部は、前記第1ピーク値に対して前記第2ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する路面状態変化推定装置。

7. 請求項6記載の路面状態変化推定装置であって、

10 前記状態変化推定部は、前記第1ピーク値に対して前記第2ピーク値の絶対値が前記所定割合以上大きいときに路面の摩擦係数が急増したと推定する

路面状態変化推定装置。

8. 請求項1記載の路面状態変化推定装置であって、

15 前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される2番目のピーク値に基づいて路面状態の変化を推定する

路面状態変化推定装置。

9. 請求項8記載の路面状態変化推定装置であって、

20 前記状態変化推定部は、前記2番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面の摩擦係数が急増したと推定する

路面状態変化推定装置。

10. 自動車であって、

車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機と、

25 前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出部と、

該検出された回転角加速度の変化に基づいて路面状態の変化を推定す

る状態変化推定部と、

運転者の操作と車両の走行状態とに基づいたトルクが前記駆動軸に出力されるよう前記原動機を駆動制御すると共に前記状態変化推定部により路面状態の変化が推定されたときには前記駆動軸に出力されるトルクが所定時間制限されるよう前記原動機を駆動制御する駆動制御部と、  
5 を備える自動車。

1 1. 請求項 1 0 記載の自動車であって、

前記駆動制御部は、前記状態変化推定部により路面状態の変化が推定されたときには、該路面状態の変化の推定の際に前記回転角加速度検出部により検出された回転角加速度のピーク値に基づいて設定されるトルク制限値を用いて前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう駆動制御する  
10 自動車。

1 2. 請求項 1 1 記載の自動車であって、

前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する  
15 自動車。

1 3. 請求項 1 1 記載の自動車であって、

前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第 1 ピーク値に対して該第 1 ピーク値の次に検出される反対側の第 2 ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する  
20 自動車。

1 4. 請求項 1 1 記載の自動車であって、

前記状態変化推定部は、前記検出された回転角加速度が所定値以上に

至った後に検出される 2 番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面状態の変化を推定する

自動車。

1 5. 自動車が走行している路面の状態の変化を推定する路面状態変化  
5 推定方法であって、

(a) 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出し、

(b) 該検出された回転角加速度が所定値以上に至った際の該回転角加速度の時間変化における周期が所定割合以上変化したときに路面状態が  
10 変化したと推定する、

路面状態変化推定方法。

1 6. 自動車が走行している路面の状態の変化を推定する路面状態変化  
推定方法であって、

(a) 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を  
15 検出し、

(b) 該検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に最初に検出される第 1 ピーク値に対して該第 1 ピーク値の次に検出される反対側の第 2 ピーク値の絶対値が所定割合以上変化したときに路面状態が変化したと推定する、

20 路面状態変化推定方法。

1 7. 自動車が走行している路面の状態の変化を推定する路面状態変化  
推定方法であって、

(a) 前記車両の駆動輪に機械的に接続された駆動軸の回転角加速度を検出し、

25 (b) 該検出された回転角加速度が所定値以上に至った後に検出される 2 番目のピーク値の絶対値が所定値以上のときに路面状態が変化したと

推定する、

路面状態変化推定方法。

図 1

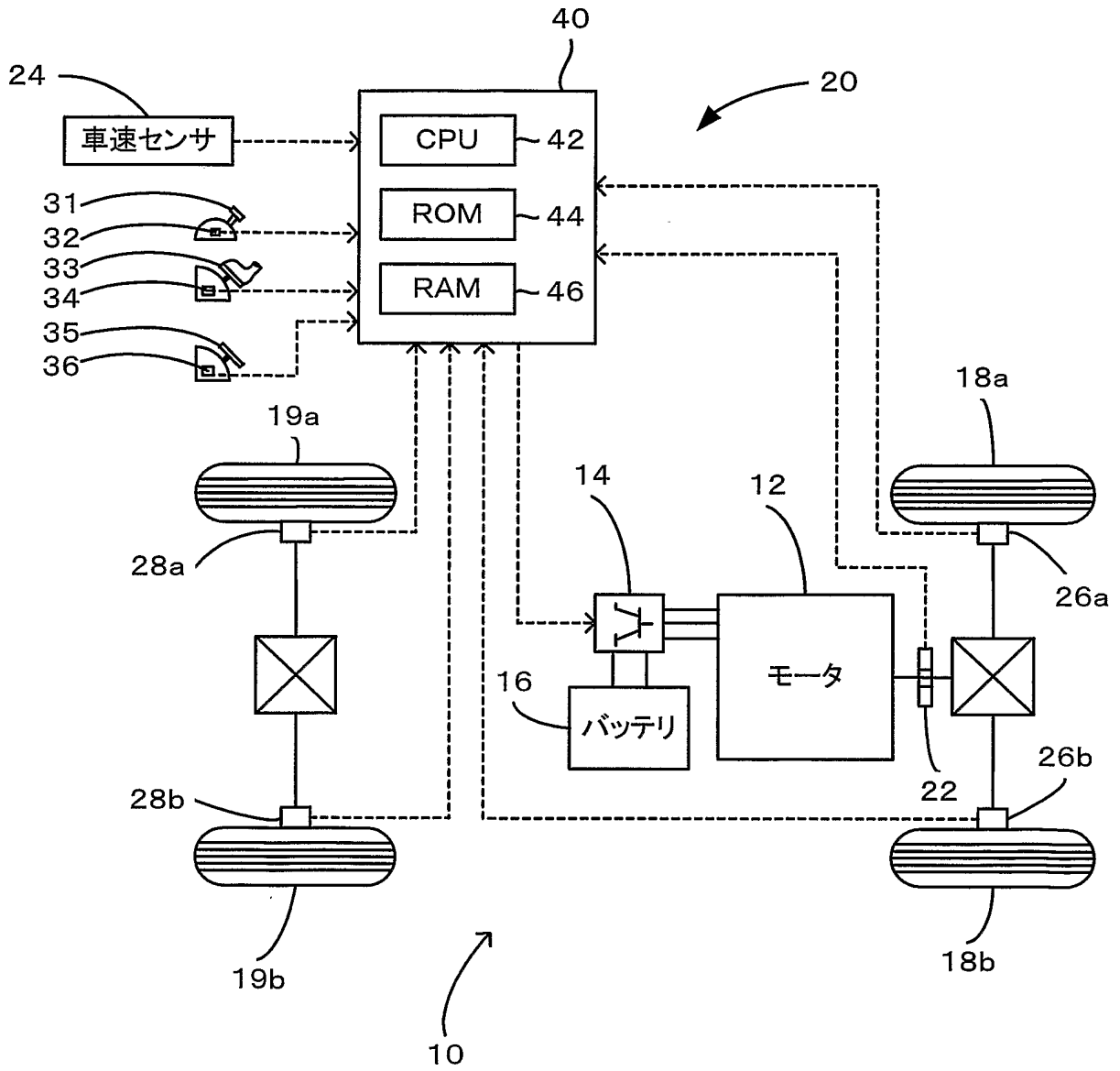




図 2

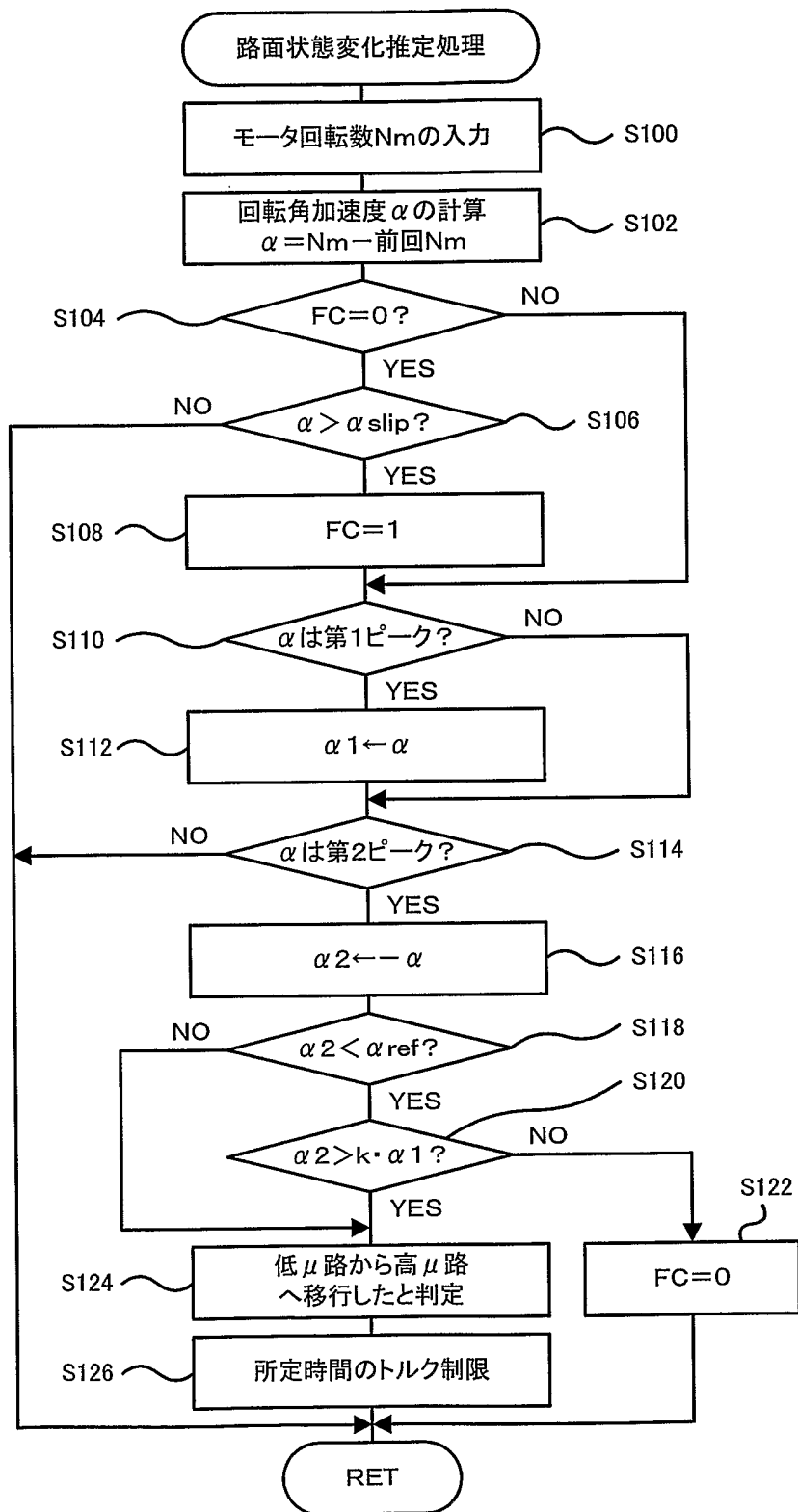


図 3

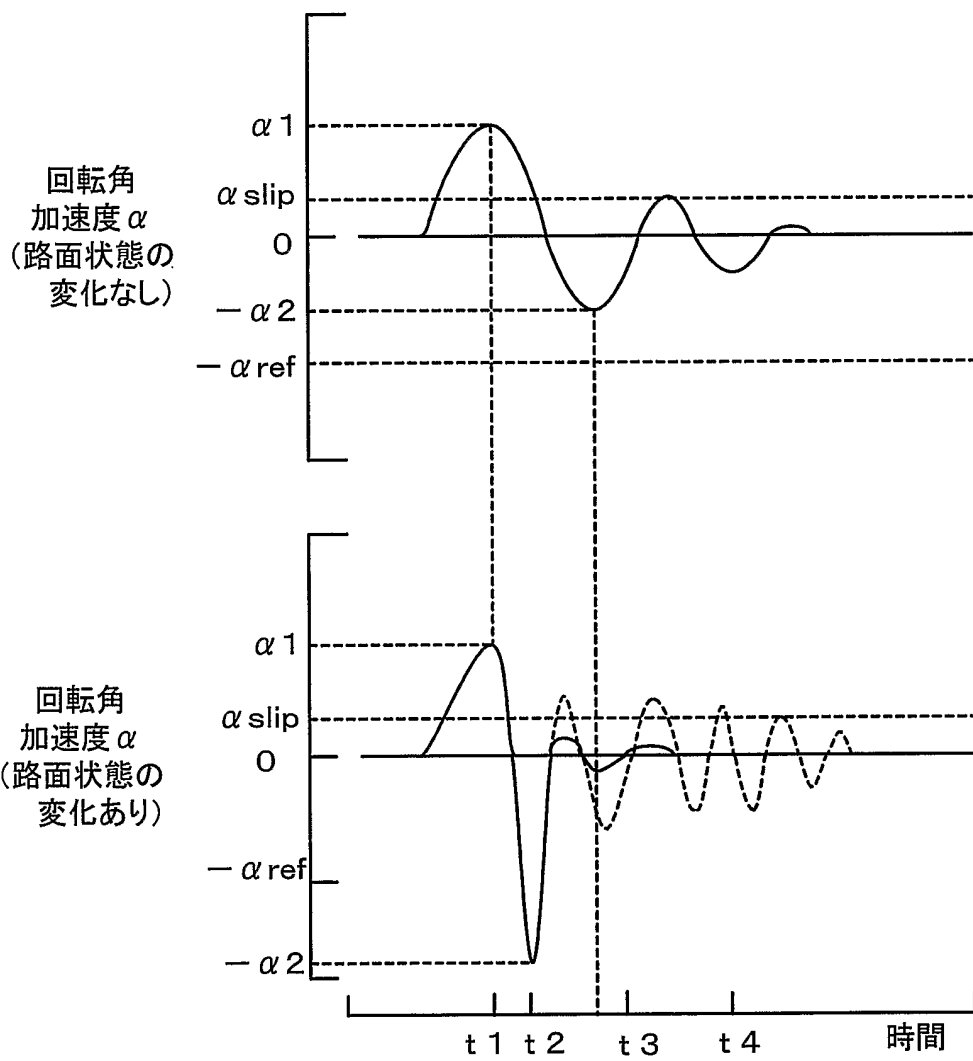


図 4

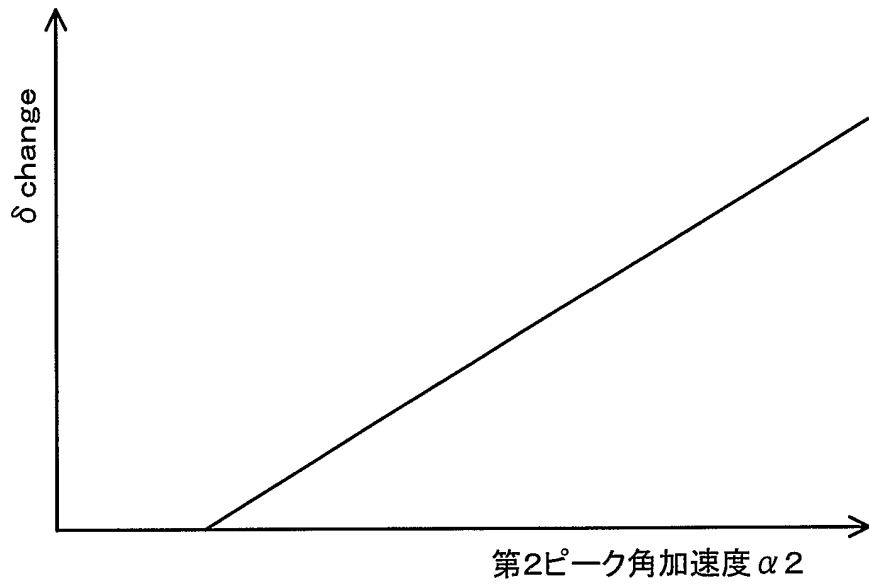


図 5

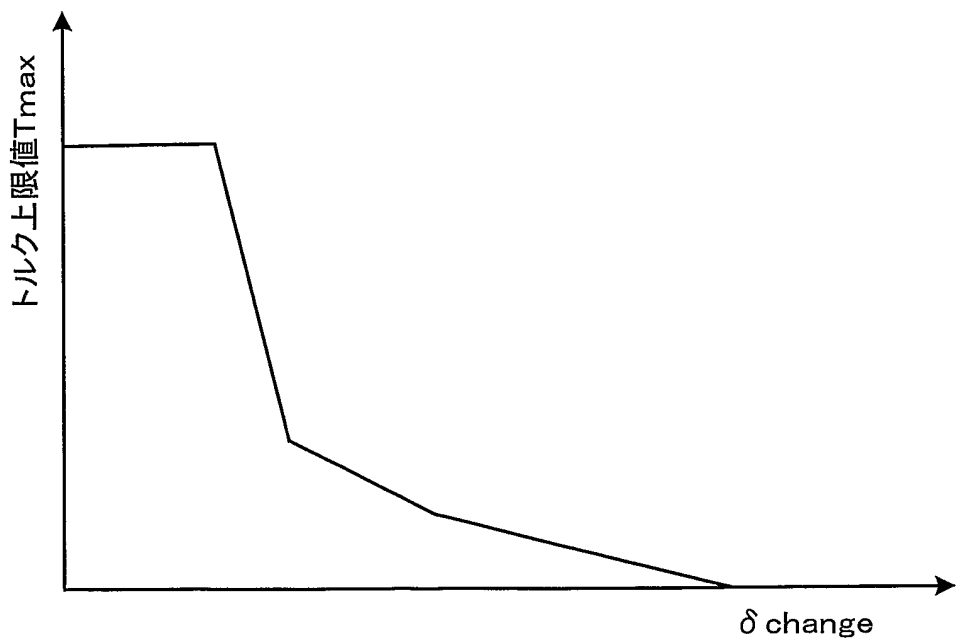
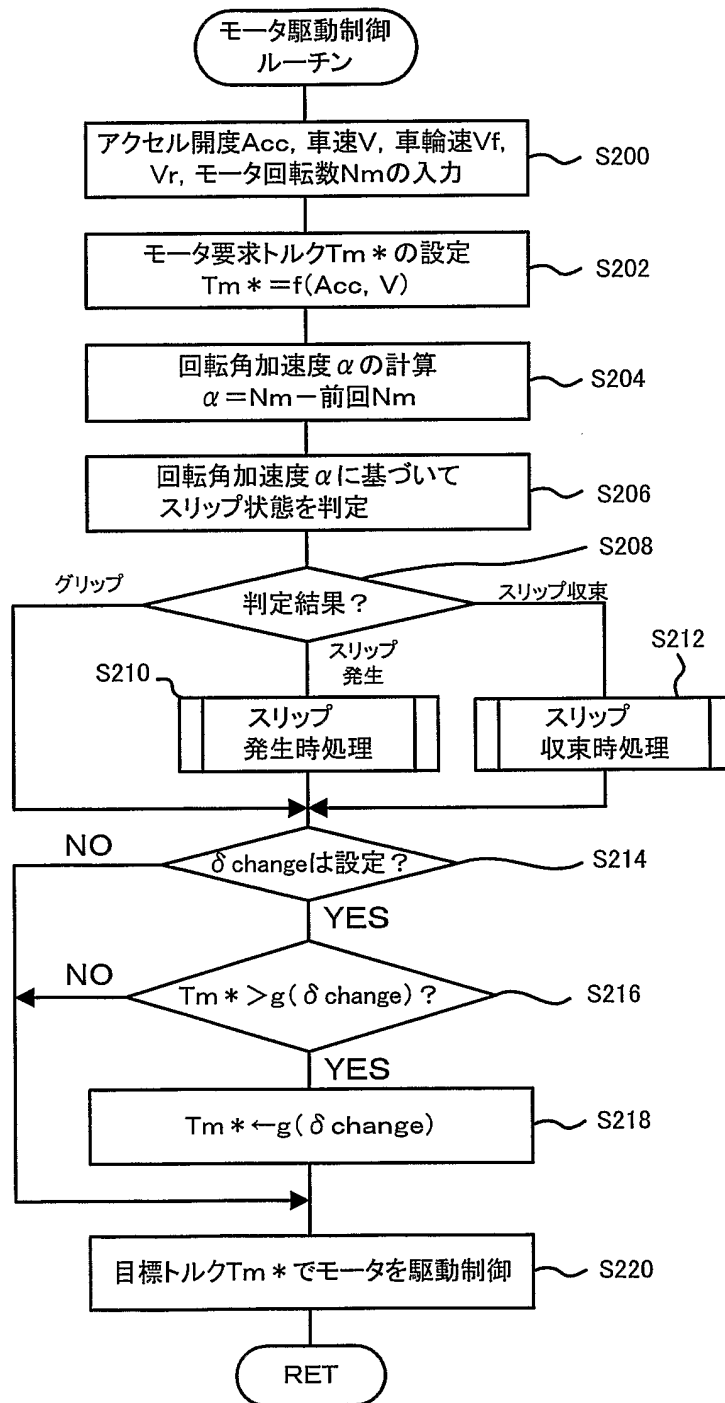


図 6



6/13

図 7

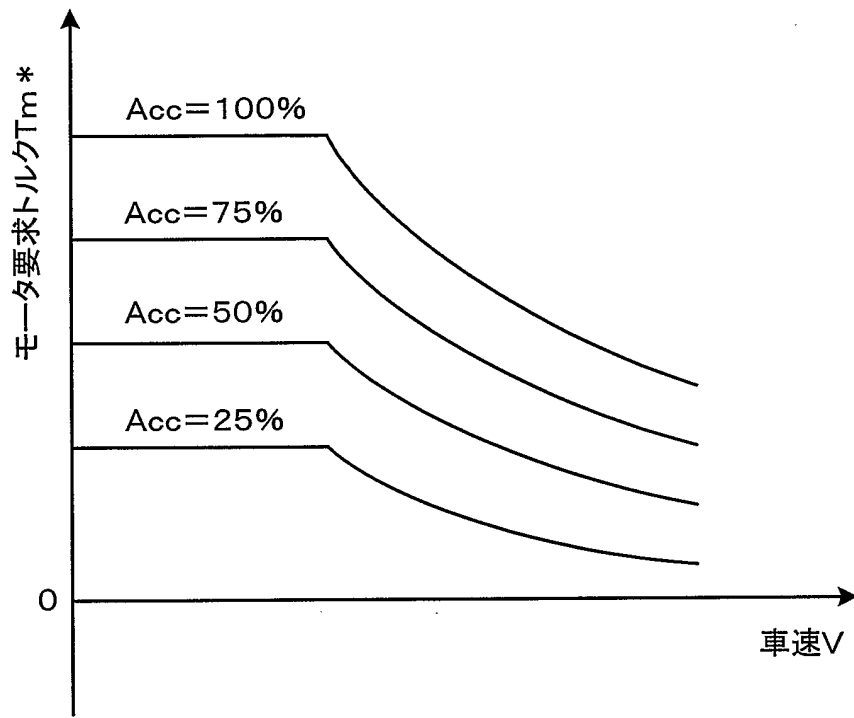


図 8

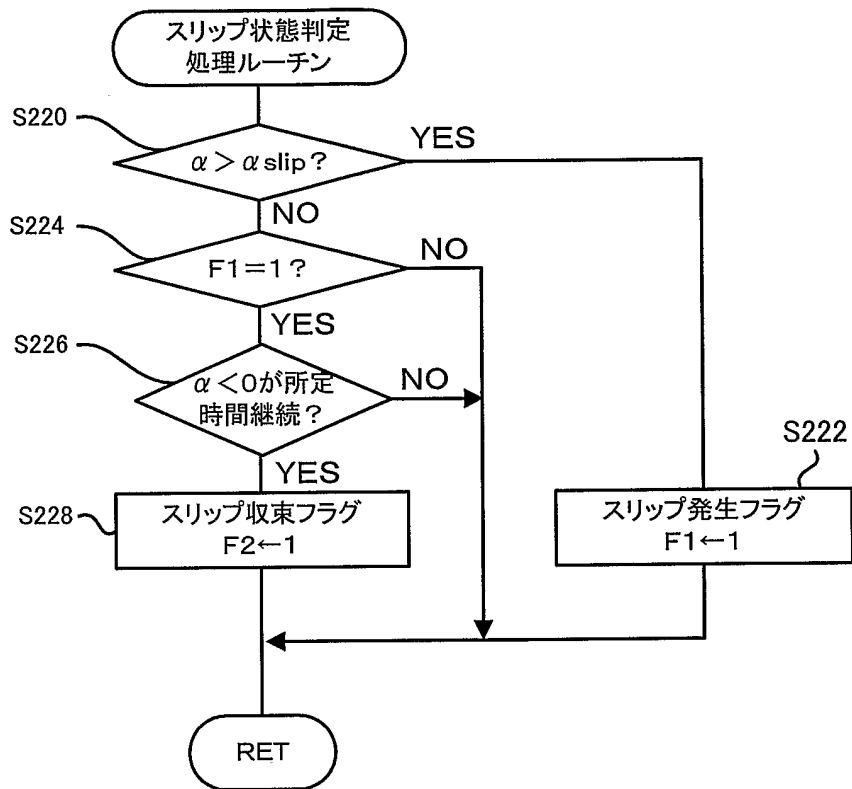


図 9

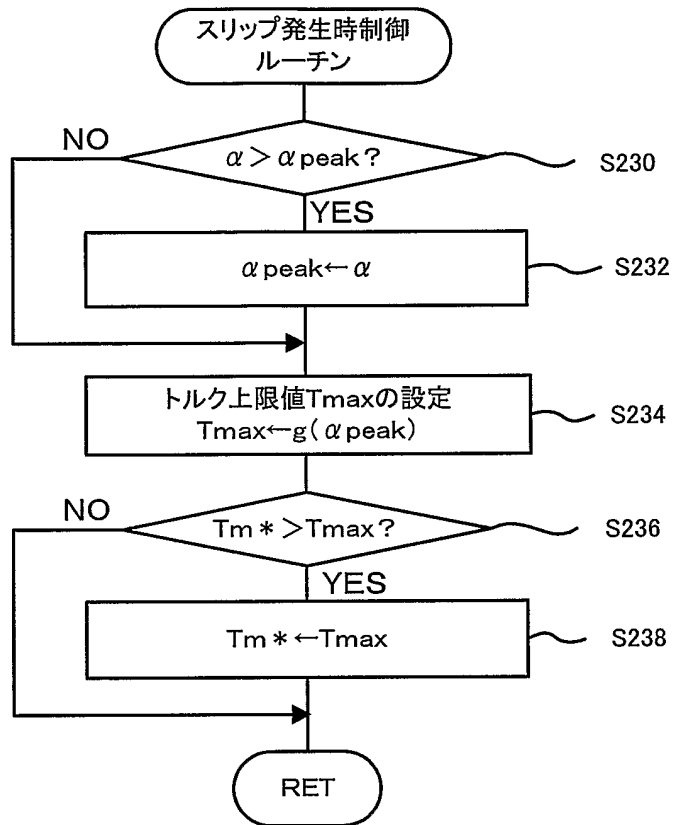


図 10

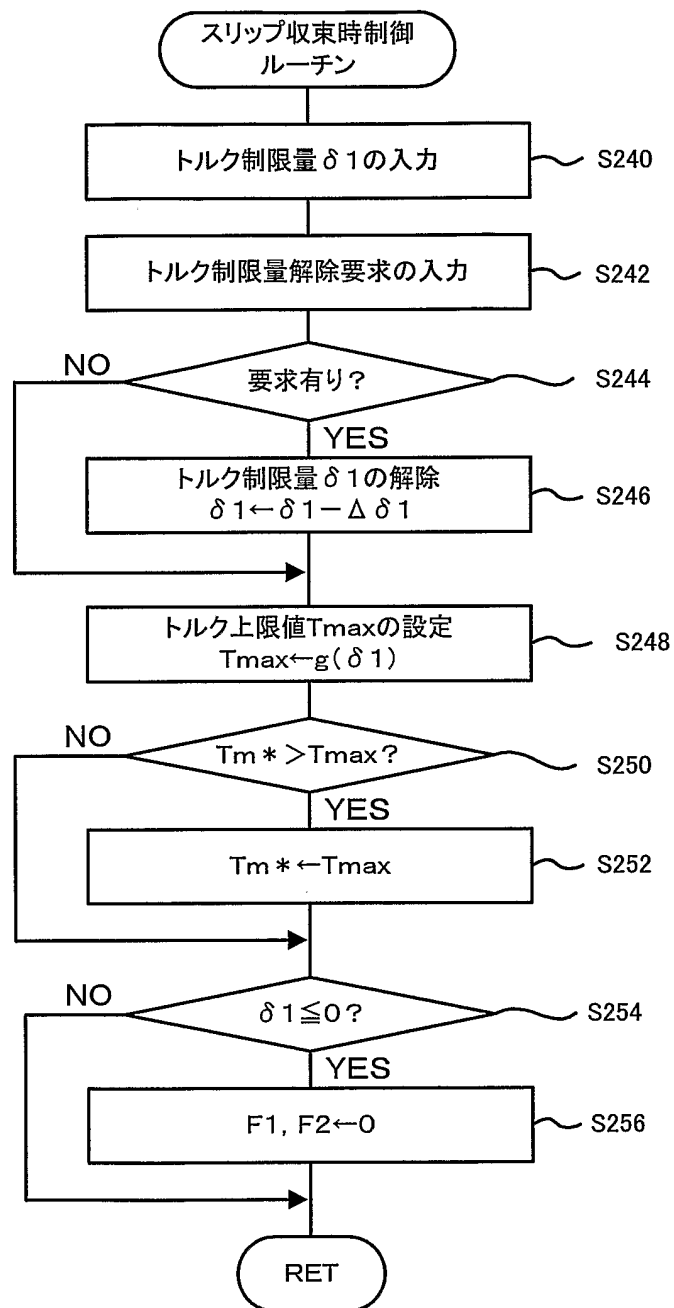




図 11

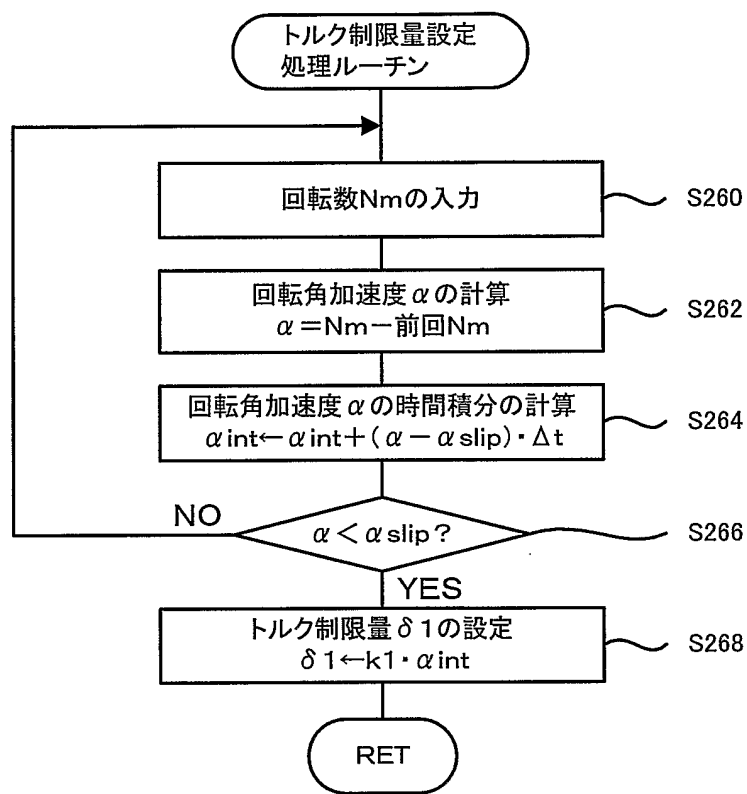


図 12

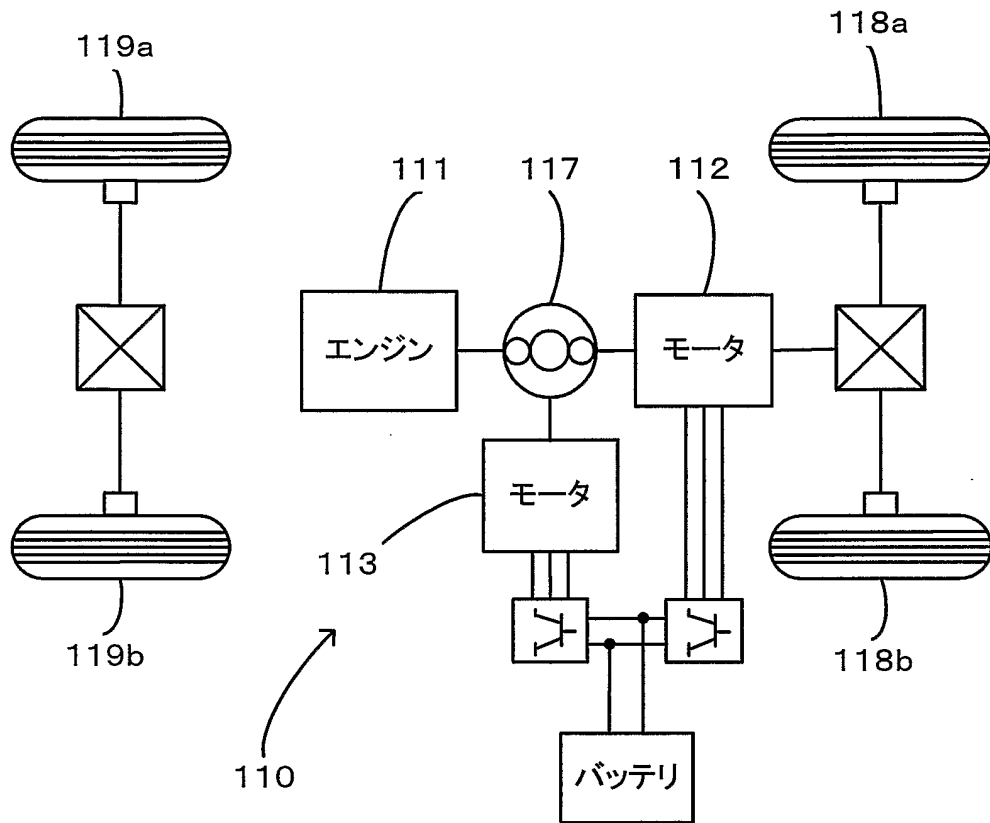


図 13

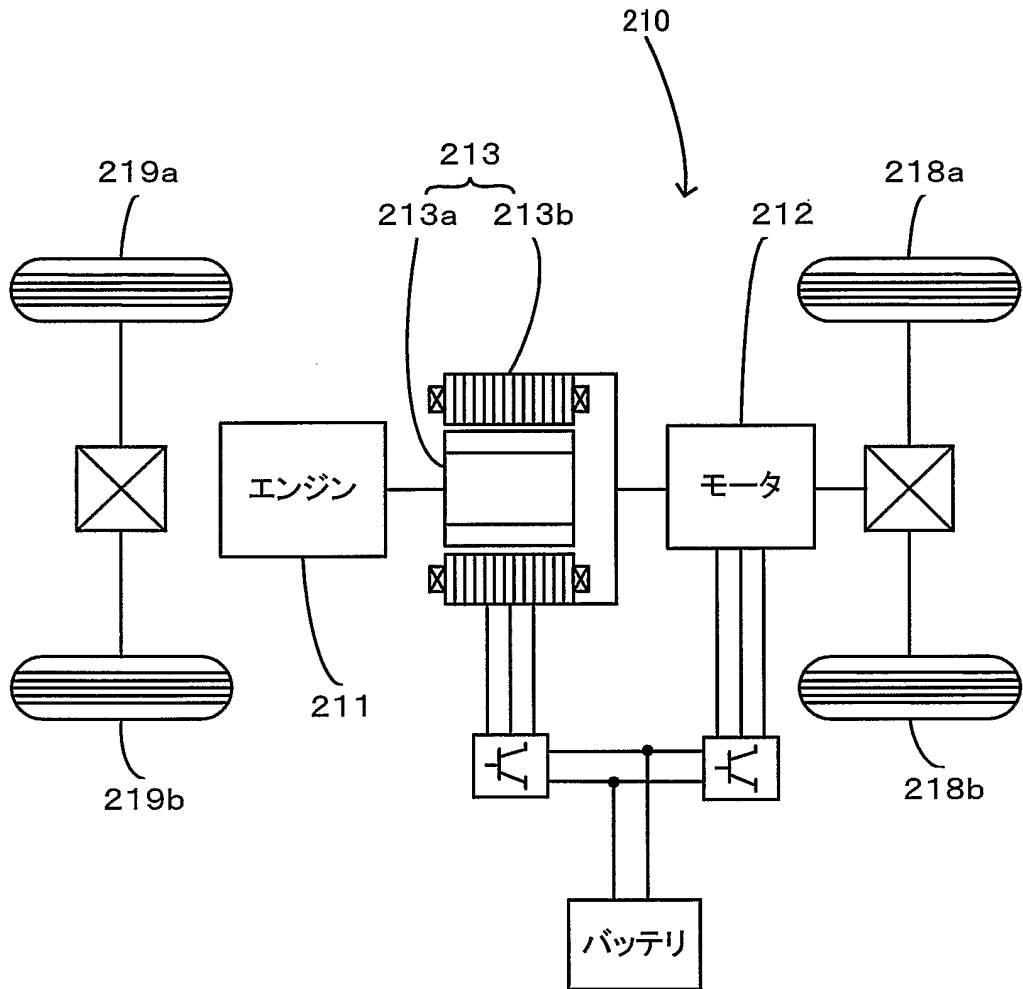
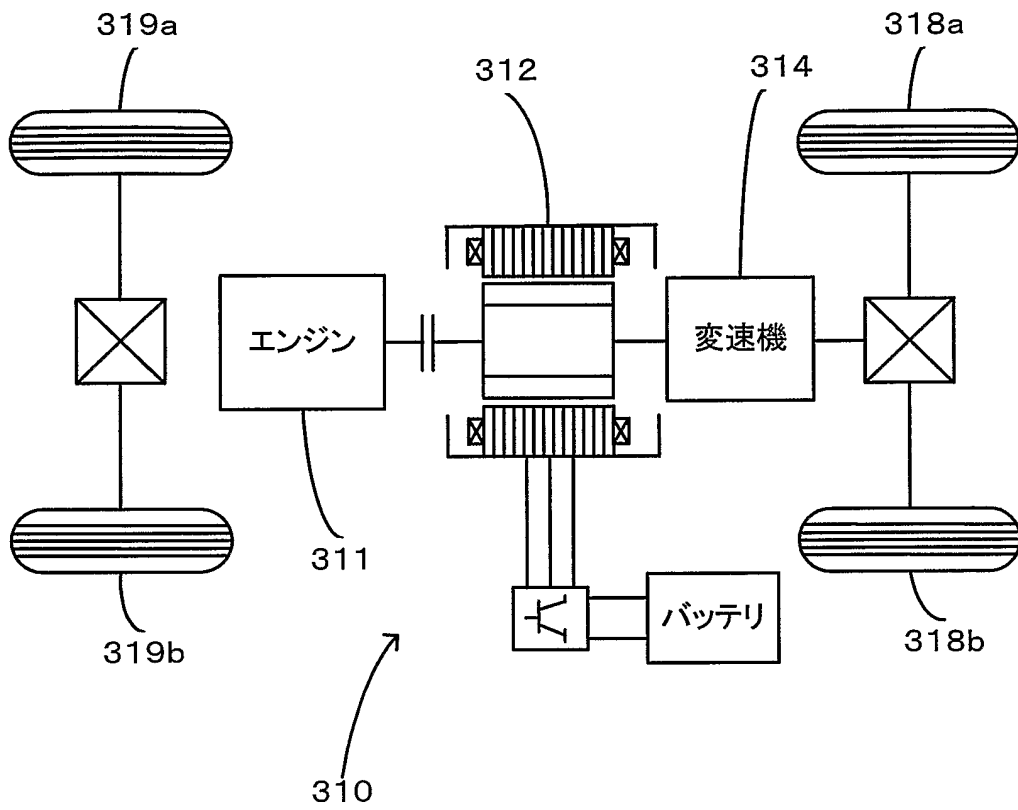


図 14



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP03/07919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B60L3/00, B60R16/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B60L3/00, B60R16/02, G01N19/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-163202 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 19 June, 2001 (19.06.01), (Family: none)	1
X	JP 2001-247027 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 11 September, 2001 (11.09.01), (Family: none)	1
X	JP 10-299529 A (Mitsubishi Motors Corp.), 10 November, 1998 (10.11.98), (Family: none)	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
21 August, 2003 (21.08.03)

Date of mailing of the international search report  
09 September, 2003 (09.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP03/07919

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-130078 A (Mitsubishi Motors Corp.), 13 May, 1994 (13.05.94), (Family: none)	1
A	JP 11-20654 A (Hino Motors, Ltd.), 26 January, 1999 (26.01.99), (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B60L3/00, B60R16/02		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B60L3/00, B60R16/02, G01N19/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-163202 A (住友ゴム工業株式会社) 2001.06.19 (ファミリーなし)	1
X	JP 2001-247027 A (住友ゴム工業株式会社) 2001.09.11 (ファミリーなし)	1
X	JP 10-299529 A (三菱自動車工業株式会社) 1998.11.10 (ファミリーなし)	1
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	21.08.03	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 長 馬 望 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

09.09.03



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 6-130078 A (三菱自動車工業株式会社) 1994. 05. 13 (ファミリーなし)	1
A	JP 11-20654 A (日野自動車工業株式会社) 1999. 01. 26 (ファミリーなし)	1-17