

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5055992号
(P5055992)

(45) 発行日 平成24年10月24日 (2012. 10. 24)

(24) 登録日 平成24年8月10日 (2012. 8. 10)

(51) Int. Cl.	F 1				
B60W 10/08	(2006. 01)	B60K	6/20	320	
B60W 20/00	(2006. 01)	B60L	11/12	ZYW	
B60L 11/12	(2006. 01)	B60K	6/20	400	
B60W 10/26	(2006. 01)	B60K	6/20	330	
B60K 6/46	(2007. 10)	B60K	6/46		

請求項の数 4 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-333678 (P2006-333678)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成18年12月11日 (2006. 12. 11)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-143382 (P2008-143382A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成20年6月26日 (2008. 6. 26)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成21年5月18日 (2009. 5. 18)		弁理士 後藤 政喜
前置審査		(74) 代理人	100120178
			弁理士 三田 康成
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	小宮山 晋
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	岩野 浩
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の駆動力制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電装置の電力を用いて前輪および後輪の少なくともいずれか一方の左右輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記車両の車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を決定する目標車両挙動決定手段と、

前記車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を実現する四輪の駆動力配分を求める駆動力配分演算手段と、

前記四輪の駆動力配分を実現するために必要なパワーの総和を推定するパワー必要量推定手段と、

前記車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合を求める駆動力配分集合演算手段と、

前記実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合夫々を実現するために必要なパワーの総和を推定する総パワー必要量推定手段と、

前記蓄電装置の放電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定手段で推定した値よりも大きな駆動力配分を選択し、および/または、前記蓄電装置の充電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定手段で推定した値よりも小さな駆動力配分を選択する駆動力配分選択手段と、を備えることを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【請求項2】

前記蓄電装置の温度を検出する蓄電装置温度検出手段と、
前記蓄電装置の入出力可能電力を推定する蓄電装置入出力可能電力推定手段と、
前記蓄電装置温度が所定値以下の場合に、前記パワー必要量推定手段で推定した値および前記蓄電装置入出力可能電力から蓄電装置の充放電電力を演算する蓄電装置充放電電力演算手段と、を備え、

前記充放電電力に基づいて前記蓄電装置の充放電を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【請求項 3】

前記車両は、蓄電装置の電力を用いて四輪を夫々独立に駆動するものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置。

10

【請求項 4】

前記車両は、蓄電装置の電力を用いて前輪と左後輪と右後輪を夫々独立若しくは左前輪と右前輪と後輪を夫々独立に駆動するものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前輪と左後輪と右後輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両、或いは左前輪と右前輪と後輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両、或いは四輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両の駆動力制御装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来からエンジンで駆動される発電装置および/または蓄電装置の電力を利用して車両を駆動するハイブリッド車両の駆動力制御装置が提案されている(特許文献 1 参照)。

【0003】

これは、ハイブリッド電気自動車において、検出されたバッテリー温度があらかじめ定められた値よりも低いとき、エンジンによる駆動力を所定値減あるいは増とし、モータによる駆動力を所定値増あるいは減じた値をそれぞれ指令値とし、バッテリーを放電あるいは充電制御することにより、バッテリー温度が低い状態からの始動時は、充放電制御により自己加熱をはかり入出力特性を改善するようにしている。

30

【0004】

また、従来から左右駆動力差により車両の旋回性能を向上させるハイブリッド車両の駆動装置が提案されている(特許文献 2 参照)。

【0005】

これは、エンジンからの駆動力を各輪に伝達可能なハイブリッド自動車の駆動装置において、各輪のアクスルシャフトの中途にエンジンからの駆動力を個々に断接するクラッチを設けるとともに、各クラッチよりも下流側に各アクスルシャフトにそれぞれ接続されたモータを設けることにより、4 輪各輪に伝達される駆動力を細かくコントロールして走破性や回頭性を向上させるようにしている。

40

【特許文献 1】特開 2001-268715 号公報

【特許文献 2】特開 2002-301939 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献 2 のように、四輪の駆動力を制御して車両の運動性能を向上させるハイブリッド車両においては、運動性能を向上させる各輪の駆動力にはバッテリー電力が用いられているため、バッテリーの状態によっては十分に電力が供給できない場合がある。特に、特許文献 1 のように、バッテリーの暖機制御中は、バッテリー暖機のためにバッテリー電力のマージンが少なくなっているため、急に電力を要求されても対応できないという不具合があった。

50

【 0 0 0 7 】

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、バッテリー電力のマージンが少ない場合であっても、運動性能向上のために使える電力を増加させるに好適なハイブリッド車両の駆動力制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、蓄電装置の電力を用いて前輪および後輪の少なくともいずれか一方の左右輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両の駆動力制御装置において、前記車両の車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を決定する目標車両挙動決定手段と、前記車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を実現する四輪の駆動力配分を求める駆動力配分演算手段と、前記四輪の駆動力配分を実現するために必要なパワーの総和を推定するパワー必要量推定手段と、前記車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントの目標値を実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合を求める駆動力配分集合演算手段と、前記実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合夫々を実現するために必要なパワーの総和を推定する総パワー必要量推定手段と、前記蓄電装置の放電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定手段で推定した値よりも大きな駆動力配分を選択し、および/または、前記蓄電装置の充電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定手段で推定した値よりも小さな駆動力配分を選択する駆動力配分選択手段と、を備えるようにした。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

したがって、本発明では、車両の車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントからなる車両挙動の目標値を決定し、前記車両挙動の目標値を実現する四輪の駆動力配分を求め、前記四輪の駆動力配分を実現するために必要なパワーの総和を推定し、前記車両挙動の目標値を実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合を求め、前記実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合夫々を実現するために必要なパワーの総和を推定し、蓄電装置の放電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定値よりも大きな駆動力配分を選択し、および/または、蓄電装置の充電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定値よりも小さな駆動力配分を選択するようにした。このため、蓄電装置の放電中であってもより大きな駆動力増加に対して追従することができる一方、蓄電装置の充電中であってもより大きな駆動力減少に対して追従することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明のハイブリッド車両の駆動力制御装置の実施の形態を説明する。

【 0 0 1 1 】

図1は、本実施形態のハイブリッド車両の駆動力制御装置を適用した電動車両の機械的構成の一例を示す概略構成図である。図1に示す電動車両は、バッテリー9およびジェネレータ51から供給される電力でモータ11が左前輪1を、モータ12が右前輪2を、モータ13が左後輪3を、モータ14が右後輪4をそれぞれ独立に駆動する。

【 0 0 1 2 】

モータ11～14は三相同期電動機や三相誘導電動機等の力行運転及び回生運転ができる交流機であり、バッテリー9はニッケル水素電池或いはリチウムイオン電池である。ジェネレータ51もモータ11～14と同じく三相同期電動機や三相誘導電動機等の力行運転及び回生運転ができる交流機であり、エンジン52で発生した駆動パワーをもとに発電し、発電した電力で直接各車輪1～4のモータ11～14を駆動する、あるいはコンバータ53を介してバッテリー9を充電する。またジェネレータ51には発電した電流及び電圧を測定する測定器が装備されている。インバータ31～34はモータ11～14で発電された交流電流を直流電流に変換しバッテリー9に充電する、あるいはバッテリー9が放電した直

流電流を交流電流に変換しモータ 11 ~ 14 に供給する。車輪速センサ 21 ~ 24 は各車輪 1 ~ 4 の速度を検出し、検出された各車輪 1 ~ 4 の回転速度信号はコントローラ 8 に送信される。

【0013】

また、モータ 11 ~ 14 にはそれぞれ温度を検出するセンサが内蔵され、各モータ 11 ~ 14 の温度信号はコントローラ 8 に送信される。各車輪 1 ~ 4 は全て同じもので、回転半径は R (単位: m)、各モータ 11 ~ 14 と各車輪 1 ~ 4 間は減速比 1、即ち直接連結されている。また更に、輪荷重と横滑り角と路面摩擦係数が 4 輪で等しい場合には、駆動力とタイヤ横力との関係は 4 輪で同一となる、即ち 4 輪 1 ~ 4 と同じタイヤ特性を有する。

10

【0014】

車両重心位置に取り付けられた加速度センサ 100 は、車両の横方向加速度を検出し、ヨーレートセンサ 101 はヨーレートを検出する。ステアリング角センサ 25 は運転者によるステアリング 5 の操舵角を検出し、アクセルストロークセンサ 26 及びブレーキストロークセンサ 27 はアクセルペダル 6 とブレーキペダル 7 の踏込量を検出する。

【0015】

前輪 1, 2 の舵角は、運転者によるステアリング 5 の操舵がステアリングギヤ 15 を介して機械的に調整される。なお、前輪 1, 2 の舵角変化量はステアリング 5 の操舵角変化量に対して 1/16 になるように設定されている。後輪 3, 4 の舵角は、コントローラ 8 から送信された指令値に追従するようにステアリングアクチュエータ 16 によって調整される。各車輪 1 ~ 4 の舵角は舵角センサ 41 ~ 44 によって検出され、検出された各車輪 1 ~ 4 の舵角信号はコントローラ 8 に送信される。また各車輪 1 ~ 4 には機械式のブレーキも装備され、コントローラ 8 からの指令に応じて制動をかけることができる。

20

【0016】

コントローラ 8 は、CPU、ROM、RAM、インターフェース回路及びインバータ回路等からなり、車輪速センサ 21 ~ 24、ステアリング角センサ 25、アクセルストロークセンサ 26、ブレーキストロークセンサ 27、加速度センサ 100、ヨーレートセンサ 101 等で検出した各信号を受信し、これらの信号を基にモータ 11 ~ 14 にトルク配分を行う等の制御を行う。

【0017】

また、バッテリー 9 の図示しない電流センサから送信された信号を積算してバッテリー 9 の蓄電量 SOC の演算、ジェネレータ 51 の電流及び電圧を測定する測定器から送信された信号を乗じてジェネレータ 51 の発電量を演算する。

30

【0018】

次に制御内容について説明する。図 2 に示すフローチャートは、請求項 1 ~ 2 に対応した、図 1 の電動車両において、コントローラ 8 で実行するモータ 11 ~ 14 へのトルク配分制御を示すものである。コントローラ 8 で所定時間毎に実行される制御内容について、以下に説明する。

【0019】

まず、ステップ S10 では、車輪速センサ 21 ~ 24 で各輪 1 ~ 4 の回転速度 $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ (単位: rad/s) をそれぞれ検出し、各輪 1 ~ 4 の半径 R を乗じて各輪 1 ~ 4 の速度 V_1, V_2, V_3, V_4 (単位: m/s) を得ると共に、車速 V (単位: m/s) を、下記の式 (1)、

40

$$V = (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) \div 4 \quad \dots (1)$$

の通り求める。

【0020】

また、アクセルストロークセンサ 26 及びブレーキストロークセンサ 27 によってアクセルペダル 6 とブレーキペダル 7 の踏込量 AP (単位: %) 及び BP (単位: %) をそれぞれ検出し、ステアリング角センサ 25 によってステアリング 5 の回転角 θ (単位: rad) を検出し、車両の前後方向加速度 a_x (単位: m/s²) と横方向加速度 a_y (単位:

50

m/s^2)を加速度センサ100で検出し、ヨーレート (単位: rad/s)をヨーレートセンサ101で検出し、各車輪1~4の舵角 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ を舵角センサ41~44で検出する。

【0021】

また、各輪のモータ11~14の温度 T_1, T_2, T_3, T_4 (単位:)を各モータ11~14に内蔵のセンサで検出し、ジェネレータ51の発電電力 P_g (単位: W)を検出し、バッテリー9の蓄電量 B_c (単位: %)をバッテリー9の図示しない電流センサから送信された信号を積算して求める。

【0022】

車速 V 及び各車輪速 $V_1 \sim V_4$ は車両前進方向を正とし、ステアリング5の回転角 δ は反時計回りを正とし、前後方向加速度 a_x は車両が前方に加速する方向を正とし、横方向加速度 a_y は車両が左旋回時に車両重心位置から旋回中心に向かう方向を正とし、ヨーレート $\dot{\delta}$ は車両を鉛直上方から見たときに反時計回りを正とする。

10

【0023】

ステップS20では、各輪1~4の横すべり角 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ (単位: rad)を推定する。推定方法は、例えば、特開平10-329689号公報に記載された方法を用い、ステップS10で検出或いは推定した横方向加速度 a_y , ヨーレート $\dot{\delta}$, 車速 V , 各輪舵角 δ_i (なお、 $i = 1 \sim 4$)とステアリング角 δ から車体横すべり角 β と各輪1~4の横すべり角 β_i (なお、 $i = 1 \sim 4$)を推定する。なお、各輪1~4の横すべり角 β_i の符号は、車輪の前後方向から車輪速度の方向までの角度が鉛直上方から見て反時計回りになっている場合を正とする。

20

【0024】

また、ステップS20においては、各輪1~4の輪荷重 W_1, W_2, W_3, W_4 (単位: N)を、下記の式(2)~式(5)、

$$W_1 = (mgLr/2Ll) - (mh_x/2Ll) - (mh_y/2Lt) \cdots (2)$$

$$W_2 = (mgLr/2Ll) - (mh_x/2Ll) + (mh_y/2Lt) \cdots (3)$$

$$W_3 = (mgLf/2Ll) + (mh_x/2Ll) - (mh_y/2Lt) \cdots (4)$$

$$W_4 = (mgLf/2Ll) + (mh_x/2Ll) + (mh_y/2Lt) \cdots (5)$$

の通り求める。ただし、 L_f は車両重心位置から前輪1, 2の車軸までの距離(単位: m)、 L_r はヨー回転方向の車両重心位置から後輪3, 4の車軸までの距離(単位: m)、 L_t は前後輪のトレッド長さ(単位: m)、 L_l はホイールベース長さ(単位: m)で $L_l = (L_f + L_r)$ 、 m は車両の質量(単位: kg)、 g は重力加速度(単位: m/s^2)である。

30

【0025】

更に、ステップS20においては、各輪1~4の路面摩擦係数 $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ (単位: なし)を推定する。推定方法は、例えば、特開平6-98418号公報に記載された方法を用い、各輪1~4が路面から受ける反力を推定し、この路面反力と輪荷重 W_i から各輪の路面摩擦係数 μ_i を推定する。

【0026】

ステップS30では、後輪3, 4の舵角 δ_3, δ_4 がステアリング5の回転角 δ に対して、下記の式(6)、

40

$$\delta_3 = \delta_4 = (1/16) \times [(K_o / (1+T_e s)) - (K_f / K_r) \times (T_e s / (1+T_e s))] \times \cdots (6)$$

ただし、 $T_e = IV / (2L_l \cdot L_f \cdot K_f + m \cdot L_r \cdot V^2)$,

$$K_o = - [L_r + (m \cdot L_f / 2L_l \cdot K_r) \times K_f \cdot V^2] / [L_f + (m \cdot L_r / 2L_l \cdot K_f) \times K_r \cdot V^2]$$

の応答となるようにステアリングアクチュエータ16を制御する。なお、式(6)の I は車両のヨー慣性モーメントであり(単位: kgm^2)、 K_f, K_r (単位: N/rad)は前輪1, 2及び後輪3, 4の横滑り角が十分小さい時の単位横すべり角あたりのコーナリングフォースである。

【0027】

50

このように後輪 3, 4 の舵角 δ_3, δ_4 の目標応答をステアリング 5 の回転角 δ に対して決定することによって、車速 V の変化や各輪の舵角 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ が十分小さく、左右輪の駆動力差が 0 の場合には、車体横すべり角 β を零化できることが知られている（「自動車の運動と制御」第 8 章 8.3.1 節、（著）安部正人、（出版）山海堂）。

【0028】

ステップ S 40 では車両前後方向力の目標値 tF を、アクセルペダル 6 とブレーキペダル 7 の踏込量 AP 及び BP と車両速度 V に基づいて、下記の式 (7)、

$$tF = tF_a + tF_b \quad \dots (7)$$

の通り求める。なお、式 (7) 中の tF_a はアクセルペダル 6 の踏込量 AP 及び車速 V に基づいて目標駆動力マップを参照した値であり、また tF_b はブレーキペダル 7 の踏込量 BP に基づいて目標制動力マップを参照した値である。なお、目標駆動力マップおよび目標制動力マップは、例えば、それぞれ図 4 及び図 5 のように設定される。また、車両前後方向力の目標値 tF_a, tF_b, tF の何れも車両を前方に加速させる向きを正とする。

【0029】

ステップ S 50 では、左右輪駆動力差の目標値 F (単位: N) を、ステアリング 5 の回転角 δ と車速 V に基づき、目標左右駆動力差マップを参照して設定する。なお、目標左右駆動力差マップは、例えば、図 6 のように設定される。

【0030】

ステップ S 60 では、各輪 1 ~ 4 の駆動力配分 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ を、下記の式 (8) 及び式 (9)、

$$F_{x1} = F_{x3} = (tF / 4) - (F / 4) \quad \dots (8)$$

$$F_{x2} = F_{x4} = (tF / 4) + (F / 4) \quad \dots (9)$$

の通り求める。なお、各輪 1 ~ 4 の駆動力配分 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ は車両を前進させる方向に働く力を正とする。

【0031】

ステップ S 70 ではエンジン 52 の目標運転点 (目標回転数と目標トルク) を設定し、エンジン 52 を制御する。エンジン 52 の目標運転点の設定方法を以降述べる。

【0032】

まず、エンジン 52 の目標出力パワー tP_e (単位: W) を、下記の式 (10)、

$$tP_e = tF \times V - 100 \times e_{soc} \quad \dots \text{式 (10)}$$

の通り定める。なお、 tF はステップ S 40 で求めた車両前後方向力の目標値、 V はステップ S 10 で求めた車体速である。また、 e_{soc} はステップ S 10 で検出したバッテリー 9 の蓄電量 B_c から 50 を引いた値 ($e_{soc} = B_c - 50$) である。即ち、蓄電量 B_c が 50% より小さくなると充電、大きくなると放電するように、エンジン 52 の目標出力パワー tP_e を定める。

【0033】

そして、このエンジン 52 の目標出力パワー tP_e から図 7 の線マップを参照してエンジン 52 の目標回転数と目標トルクを定める。この図 7 の線マップはエンジン 52 が同じ出力パワーを得るのに最も燃料消費率が少ない点を結んだものである。

【0034】

ステップ S 80 では、ステップ S 70 で求められた駆動力配分 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ により実現される平面運動の車両挙動 (例えば、タイヤ力の総和の車体前後方向成分 F_x と、タイヤ力の総和の車体横方向成分 F_y と、各輪 1 ~ 4 のタイヤ力によって発生する車体重心周りのヨーモーメントの総和 M の 3 つ) と、現在の各輪 1 ~ 4 のタイヤ特性において同じ車両挙動を実現可能な駆動力配分の集合 $F_{x1}(j), F_{x2}(j), F_{x3}(j), F_{x4}(j)$ (但し、 $j = 1, 2, \dots$) を求める。

【0035】

前記駆動力配分の集合 $F_{x1}(j), F_{x2}(j), F_{x3}(j), F_{x4}(j)$ の求め方は、図 3 に示すフローに従って求める。ここで、図 3 のフローチャートに基づき、現在の各輪 1 ~ 4 のタイヤ特性において同じ車両挙動を実現可能な駆動力配分の集合 $F_{x1}(j), F_{x2}(j), F_{x3}(j), F_{x4}$

10

20

30

40

50

(j)、(但し $j = 1, 2, \dots$) を求める方法について説明する。

【0036】

ステップS410では、まず現在の駆動力配分 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ を、ステップ数(1)の駆動力配分 $F_{x1}(1), F_{x2}(1), F_{x3}(1), F_{x4}(1)$ に設定する。また、探索ステップ数(1)に1を、駆動力補正基準量(単位: N)に $0.2(N)$ を設定する。

【0037】

なお、探索ステップ数(1)は、同じ車両挙動を実現する駆動力配分を幾つ求めたかを表す数であり、駆動力補正基準量は後述するステップS422, S434で使用する。

【0038】

ステップS412では、各輪1~4の駆動力変化量が微小とした時における、車両挙動を変化させない駆動力補正量比 $F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4}$ を求め、左前輪1の駆動力補正量 F_{x1} の絶対値が閾値 th よりも小さい場合にはステップS416に進んでフラグ Fl に4を設定し、閾値 th 以上の場合にはステップS414に進んでフラグ Fl に1を設定する。

10

【0039】

車両挙動を変化させない駆動力補正量比 $F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4}$ 及び駆動力補正量 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ は次の通りにして求める。

【0040】

まず、駆動力配分 $F_{x1}(1), F_{x2}(1), F_{x3}(1), F_{x4}(1)$ における各輪1~4の駆動力変化に対するタイヤ横力の感度 $k_i (i=1 \sim 4)$ を求める。 k_i の求め方を左前輪1の場合を例にとって以下に示す。

20

【0041】

ステップS20で推定した横すべり角 δ_i , 輪荷重 W_i , 路面摩擦係数 μ_i からタイヤ特性マップを参照して、制駆動力 F_{x1} に対応するタイヤ横力 F_{y1} と、制駆動力 $(F_{x1} + dF_{x1})$ に対応するタイヤ横力 $(F_{y1} + dF_{y1})$ とを求める。ここで、制駆動力変化 dF_{x1} (単位: N, $dF_{x1} > 0$) は輪荷重 $W1$ と比較して十分微小な制駆動力である。即ち、制駆動力 F_{x1} が微小な変化量 dF_{x1} だけ変化した時のタイヤ横力 F_{y1} の変化量 dF_{y1} を求めることによって、制駆動力 F_{x1} の変化に対するタイヤ横力 F_{y1} の感度 k_1 が、下記の式(11)、

$$K_1 = dF_{y1} / dF_{x1} \quad \dots (11)$$

によって求まる。タイヤ特性マップは、図8(a)(b)のように設定される。また、図8(c)に感度 k_1 の求め方の一例を示す。なお、感度 $k_2 \sim k_4$ についても同様にして求める。

30

【0042】

次に、下記の式(12)、

$$\begin{aligned} & F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4} \\ & = [(Lt/LI)(h_4 - h_2) + h_2(h_4 - h_3)] / (\cos \delta_1 - k_1 \sin \delta_1) \\ & : - [(Lt/LI)(h_3 - h_1) - h_1(h_4 - h_3)] / (\cos \delta_2 - k_2 \sin \delta_2) \\ & : - [(Lt/LI)(h_4 - h_2) - h_4(h_2 - h_1)] / (\cos \delta_3 - k_3 \sin \delta_3) \\ & : [(Lt/LI)(h_3 - h_1) + h_3(h_2 - h_1)] / (\cos \delta_4 - k_4 \sin \delta_4) \quad \dots (12) \end{aligned}$$

ただし、 $h_i = (\sin \delta_i + k_i \cos \delta_i) / (\cos \delta_i - k_i \sin \delta_i)$

40

を用いて、車両挙動を変化させない駆動力補正量比 $F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4}$ を求める。

【0043】

また、車両挙動を変化させない駆動力補正量 $F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, F_{x4}$ は、式(12)から下記の式(13)、

$$\begin{aligned} F_{x1} &= [(Lt/LI)(h_4 - h_2) + h_2(h_4 - h_3)] / (\cos \delta_1 - k_1 \sin \delta_1), \\ F_{x2} &= - [(Lt/LI)(h_3 - h_1) - h_1(h_4 - h_3)] / (\cos \delta_2 - k_2 \sin \delta_2), \\ F_{x3} &= - [(Lt/LI)(h_4 - h_2) - h_4(h_2 - h_1)] / (\cos \delta_3 - k_3 \sin \delta_3), \\ F_{x4} &= [(Lt/LI)(h_3 - h_1) + h_3(h_2 - h_1)] / (\cos \delta_4 - k_4 \sin \delta_4) \end{aligned}$$

50

・・・(13)で表される値とする。

【0044】

ここで、閾値thであるが、式(12)を用いて得られるのは駆動力補正量の比であるので、何れか1輪の駆動力の補正量を基準にして残り3輪の駆動力補正量を求めなくてはならない。従って、この駆動力補正量比が0に近い値となる車輪の駆動力の補正量を基準とすると、0割等が発生し、コントローラ8での演算が不正確になる。そこで、この閾値thを用い、駆動力補正量比が0に近い値となる車輪の駆動力補正量を基準としないように制御を行う。本実施例では閾値thには0.01が設定される。

【0045】

ステップS418では、駆動力配分 $F_{x1}(l)$ 、 $F_{x2}(l)$ 、 $F_{x3}(l)$ 、 $F_{x4}(l)$ における各輪1～4の駆動力変化に対するタイヤ横力の感度 K_i ($i=1\sim4$)をステップS412と同様にして求める。

10

【0046】

ステップS420では、フラグF1が1の場合にはステップS434に、そうでない場合(フラグF1が4の場合)にはステップS422に進む。

【0047】

ステップS422では、右後輪4の駆動力 $F_{x4}(l)$ に駆動力補正基準量 ΔF_{x4} を加算した時に、同じ車両挙動を実現する駆動力配分 $F_{x1}(l+1)$ 、 $F_{x2}(l+1)$ 、 $F_{x3}(l+1)$ 、 $F_{x4}(l+1)$ を求める。駆動力配分 $F_{x1}(l+1)$ 、 $F_{x2}(l+1)$ 、 $F_{x3}(l+1)$ 、 $F_{x4}(l+1)$ の求め方を、以下に説明する。

20

【0048】

まず最初に、ステップS418で求めたタイヤ横力の感度 K_i を用いて式(12)から車両挙動を変化させない駆動力補正量比 $F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4}$ を求める。

【0049】

その上で、下記の式(14)～式(17)、

$$F_{x1}(l+1) = F_{x1}(l) + (F_{x1} / F_{x4}) \times \Delta F_{x4} \quad \dots (14)$$

$$F_{x2}(l+1) = F_{x2}(l) + (F_{x2} / F_{x4}) \times \Delta F_{x4} \quad \dots (15)$$

$$F_{x3}(l+1) = F_{x3}(l) + (F_{x3} / F_{x4}) \times \Delta F_{x4} \quad \dots (16)$$

$$F_{x4}(l+1) = F_{x4}(l) + \Delta F_{x4} \quad \dots (17)$$

の通り駆動力配分 $F_{x1}(l+1)$ 、 $F_{x2}(l+1)$ 、 $F_{x3}(l+1)$ 、 $F_{x4}(l+1)$ を求める。

30

【0050】

ステップS424では、ステップS422で求めた車両挙動を変化させない駆動力補正量比 F_{x4} の絶対値が閾値thよりも小さい場合にはステップS426に進む。閾値th以上の場合にはステップS446に進む。

【0051】

ステップS426では、「 $F_{x1}(l+1) - F_{x1}(l)$ が0以上」であればステップS430に進み、駆動力補正基準量 $\Delta F_{x1} = |F_{x1}(l+1) - F_{x1}(l)|$ とする(の符号を正とする)。そうでなければ(0以下であれば)ステップS428に進み、駆動力補正基準量 $\Delta F_{x1} = -|F_{x1}(l+1) - F_{x1}(l)|$ とする(の符号を負とする)。ステップS432では、フラグF1に1を設定し、ステップS446に進む。

40

【0052】

ステップS434では、左前輪1の駆動力 $F_{x1}(l)$ に駆動力補正基準量 ΔF_{x1} を加算した時に、同じ車両挙動を実現する駆動力配分 $F_{x1}(l+1)$ 、 $F_{x2}(l+1)$ 、 $F_{x3}(l+1)$ 、 $F_{x4}(l+1)$ を求める。駆動力配分 $F_{x1}(l+1)$ 、 $F_{x2}(l+1)$ 、 $F_{x3}(l+1)$ 、 $F_{x4}(l+1)$ の求め方を、以下に説明する。

【0053】

まず最初に、ステップS418で求めたタイヤ横力の感度 k_i から式(12)を用いて、車両挙動を変化させない駆動力補正量比 $F_{x1} : F_{x2} : F_{x3} : F_{x4}$ を求める。

【0054】

その上で、下記の式(18)～式(21)、

50

$$F x_1(l+1) = F x_1(l) + \dots (18)$$

$$F x_2(l+1) = F x_2(l) + (F x_2 / F x_1) \times \dots (19)$$

$$F x_3(l+1) = F x_3(l) + (F x_3 / F x_1) \times \dots (20)$$

$$F x_4(l+1) = F x_4(l) + (F x_4 / F x_1) \times \dots (21)$$

の通り駆動力配分 $F x_1(l+1)$, $F x_2(l+1)$, $F x_3(l+1)$, $F x_4(l+1)$ を求める。

【0055】

ステップS436では、ステップS434で求めた駆動力補正量 $F x_1$ の絶対値が閾値 th よりも小さい場合にはステップS438に進む。閾値 th 以上の場合にはステップS446に進む。

【0056】

ステップS438では、「 $F x_4(l+1) - F x_4(l)$ が0以上」であればステップS1042に進み、駆動力補正基準量 $= | |$ とする（の符号を正とする）。そうでなければステップS440に進み、駆動力補正基準量 $= - | |$ とする（の符号を負とする）。ステップS444では、フラグF1に4を設定し、ステップS446に進む。

【0057】

ステップS446では、探索ステップ数（ l ）に1を加算する。

【0058】

ステップS448では、探索ステップ数（ l ）が100以上で、且つ下記の式（22）の評価関数 P が「1」以下であれば、現在の各輪のタイヤ特性において同じ車両挙動を実現する駆動力配分の集合が一通り求められたとして演算を終了する。

【0059】

【数1】

$$P = \sum_{i=1}^4 (F x_i(l) - F x_i(1))^2 \dots (22)$$

【0060】

前記により得られた同じ車両挙動を実現する駆動力配分の集合は、図9に示すように、左前輪1の駆動力を横軸として、左前輪1の駆動力を変化させていった場合における他の3輪の駆動力変化（縦軸の目盛り参照）の状態を示すものである。例えば、左前輪1の駆動力が a 1点にある場合には、右前輪2は b 1点、左後輪3は c 1点、右後輪4は d 1点の各駆動力配分となり、左前輪1の駆動力が増加されると、他の3輪の駆動力は夫々の線上をたどって変化される。即ち、各輪1～4の駆動力は夫々ループとなった線上で変化することとなる。

【0061】

図2のフローチャートに戻り、ステップS90では、ステップS80で求めた駆動力配分の集合 $F x_1(j)$, $F x_2(j)$, $F x_3(j)$, $F x_4(j)$ それぞれに対し、各駆動力配分を各輪モータ11～14が出力した時の消費電力 $P_{out}(j)$ （単位：W）を下記の式（23）を用いて求める。

【0062】

【数2】

$$P_{out}(j) = \sum_{i=1}^4 (F x_i(j) \times V_i + P_{loss_i}(j)) \dots (23)$$

【0063】

なお、 V はステップS10で求めた車速である。また、式（23）中の $P_{loss_i}(j)$ （単位：W）は各輪1～4のモータ11～14駆動時のロスであり、各輪1～4毎に、その車輪の駆動力配分 $F x_i(j)$ と車速 V 、或いは駆動力配分 $F x_i(j)$ と各輪1～4の速度 V_i から図10のマップを参照して求める。図10のマップは各輪1～4のモータ11～14駆動

10

20

30

40

50

時の電氣的，機械的なロス を 駆動力 と 車輪速毎に 予め 求めて おいた マップ である。

【 0 0 6 4 】

なお、この各駆動力配分を各輪モータ 1 1 ~ 1 4 が出力した時の消費電力 $P_{out}(j)$ を求める際には、電力を使用する他の車載機器（エアコン，カーオーディオ，ヘッドライト等），エンジン補機，モータ冷却装置等の消費電力を上乗せすると尚よい。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 0 0 では、バッテリー 9 とジェネレータ 5 1 が供給できる電力の上限値 $P_{s max}$ （単位：W）と下限値 $P_{s min}$ （単位：W）を、下記の式（24）及び式（25）、

$$P_{s max} = P_g + P_{b max} \quad \dots (24)$$

$$P_{s min} = P_g + P_{b min} \quad \dots (25)$$

10

の通り求める。

【 0 0 6 6 】

ここで、 P_g はステップ S 1 0 で検出したジェネレータ 5 1 の発電電力であり、 $P_{b max}$ （単位：W）はバッテリー 9 の放電可能最大電力、 $P_{b min}$ （単位：W）はバッテリー 9 の充電可能最大電力である。なお、バッテリー 9 とジェネレータ 5 1 が供給できる電力の上限値 $P_{b max}$ と下限値 $P_{b min}$ とは全て放電側を正值とする。

【 0 0 6 7 】

この上限値 $P_{b max}$ ，下限値 $P_{b min}$ は、バッテリー 9 の蓄電量 B_c から図 1 1 および図 1 2 のマップを参照して決定される。なお、図 1 1 及び図 1 2 中の $P_{b m max}$ ， $P_{b m min}$ は、バッテリー 9 が十分に充放電できる状態（本実施例では蓄電量 B_c が 5 0 % の状態）で、バッテリー 9 が破損や急速な劣化を起こさない最大放電可能電力（ $P_{b m max}$ ）と最大充電可能電力（ $P_{b m min}$ ）（共に単位：W）である。

20

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 1 0 では、各輪 1 ~ 4 の駆動力の上限 F_{max_i} （単位：N）、及び下限 F_{min_i} （単位：N）を求める。この駆動力の上限 F_{max_i} 及び下限 F_{min_i} は次のようにして求める。

【 0 0 6 9 】

まず、各輪 1 ~ 4 において、スリップ或いは車輪ロックを起こさない各輪の駆動力の上限 $F_{s max_i}$ （単位：N）及び下限 $F_{s min_i}$ （単位：N）を求める。このスリップ或いは車輪ロックを起こさない各輪 1 ~ 4 の駆動力の上限 $F_{s max_i}$ ，下限 $F_{s min_i}$ の求め方としては、例えば、特開平 6 - 9 8 4 1 8 号公報に記載された方法を用い、各輪 1 ~ 4 が路面から受ける反力 F^{\wedge}_i （ $i=1 \sim 4$ ）を推定し、反力（ F^{\wedge}_i ）を各輪 1 ~ 4 の駆動力の上限値 $F_{s max_i}$ 、反力（ $-F^{\wedge}_i$ ）を $F_{s min_i}$ とする。

30

【 0 0 7 0 】

次に、各輪 1 ~ 4 において、モータ 1 1 ~ 1 4 が過熱して破損しないようにする各輪 1 ~ 4 の駆動力の上限値 $F_{d max_i}$ （単位：N）及び下限値 $F_{d min_i}$ （単位：N）を求める。このモータ 1 1 ~ 1 4 が破損しない駆動力の上限値 $F_{d max_i}$ ，下限値 $F_{d min_i}$ の求め方としては、例えば、各輪 1 ~ 4 のモータ 1 1 ~ 1 4 の温度 T_i （ $i=1 \sim 4$ ）から、現在のモータ温度とモータ過熱を抑えることができる最大出力 $P_{t max}$ （単位：W）との関係を求めたマップから、各輪モータ 1 1 ~ 1 4 の最大出力値 $P_{t max_i}$ （ $i=1 \sim 4$ 、単位：W）を求め、下記の式（26）及び式（27）、

40

$$F_{d max_i} = P_{t max_i} \div \dots (26)$$

$$F_{d min_i} = P_{t max_i} \div \dots (27)$$

の通り、モータ駆動力上限値 $F_{d max_i}$ ，モータ駆動力下限値 $F_{d min_i}$ を各輪 1 ~ 4 毎に求める。現在のモータ温度とモータ過熱を抑えることができる最大出力値 $P_{t max}$ との関係性を求めたマップは、例えば、図 1 3 のように設定される。

【 0 0 7 1 】

ここで、各輪 1 ~ 4 のメカブレーキによる制動力とモータ 1 1 ~ 1 4 の駆動力を協調制御できる車両であれば、モータ駆動力下限値 $F_{d min_i}$ に、各輪のメカブレーキの最大制動力を加算する。

50

【 0 0 7 2 】

そして、モータ駆動力上限値 $F_{d\max_i}$ と各輪 1 ~ 4 の駆動力上限値 $F_{s\max_i}$ とを比較して小さい方の値を各輪 1 ~ 4 の出力可能な駆動力上限値 F_{\max_i} に設定し、同様に、モータ駆動力下限値 $F_{d\min_i}$ と各輪 1 ~ 4 の駆動力下限値 $F_{s\min_i}$ とを比較して大きい方の値を各輪 1 ~ 4 の出力可能な駆動力下限値 F_{\min_i} に設定する。ただし、各輪 1 ~ 4 の出力可能な駆動力上限値 F_{\max_i} は駆動力の最大値なので必ず 0 以上、各輪 1 ~ 4 の出力可能な駆動力下限値 F_{\min_i} は制動力の最大値なので必ず 0 以下となるように制限を設ける。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 2 0 では、ステップ S 9 0 で求めた消費電力 $P_{out}(1)$ とステップ S 1 0 0 で求めた、バッテリー 9 とジェネレータ 5 1 が供給できる電力の上限値 $P_{s\max}$ 及び下限値 $P_{s\min}$ が、消費電力 $P_{out}(1)$ 供給電力上限値 $P_{s\max}$ 且つ消費電力 $P_{out}(1)$ 供給電力下限値 $P_{s\min}$ であればステップ S 1 2 1 においてフラグ f_p に 1 を設定する。そうでなければステップ S 1 2 2 においてフラグ f_p に 0 を設定する。

10

【 0 0 7 4 】

ここで消費電力 $P_{out}(1)$ は、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 F_{x_i} を出力するのに必要な電力である。即ち、ステップ S 1 2 0 では、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分が、ジェネレータ 5 1 とバッテリー 9 が供給可能な電力で実現可能か否かでフラグ f_p の値を変える。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 3 0 では、必要駆動力補正量 F_{s_i} (単位: N) の絶対値 $|F_{s_i}|$ が、0 より大きい車輪が 1 輪以上ある場合にはステップ S 1 3 2 においてフラグ f_t に 0 を設定する。そうでない場合にはステップ S 1 3 1 においてフラグ f_t に 1 を設定する。

20

【 0 0 7 6 】

この必要駆動力補正量 F_{s_i} は、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 F_{x_i} から各輪 1 ~ 4 毎に、次のように設定される。

【 0 0 7 7 】

F_{\min_i} (各輪駆動力下限値) < F_{x_i} (各輪駆動力) < F_{\max_i} (各輪駆動力上限値) ならば、必要駆動力補正量 F_{s_i} は「0」、

F_{x_i} (各輪駆動力) F_{\max_i} (各輪駆動力上限値) ならば、必要駆動力補正量 $F_{s_i} = F_{\max_i}$ (各輪駆動力上限値) - F_{x_i} (各輪駆動力)、

30

F_{x_i} (各輪駆動力) F_{\min_i} (各輪駆動力下限値) ならば、必要駆動力補正量 $F_{s_i} = F_{\min_i}$ (各輪駆動力下限値) - F_{x_i} (各輪駆動力)。

【 0 0 7 8 】

従って、この必要駆動力補正量 F_{s_i} が 0 でない車輪がある (フラグ f_t が 0) ということは、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 F_{x_i} を出力できない車輪が存在するということである。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 3 5 では、ステップ S 1 2 0 で設定したフラグ f_p とステップ S 1 3 0 で設定したフラグ f_t が共に「1」であるか否かを判定し、共に「1」である場合にはステップ S 3 0 0 へ進み、駆動力配分 F_{x_i} に各輪の半径 R を乗じた値、即ちトルク指令値をモータ 1 1 ~ 1 4 が出力するように制御を行い、今回の処理ステップを終了する。しかしながら、ステップ S 1 2 0 で設定したフラグ f_p とステップ S 1 3 0 で設定したフラグ f_t が共に「1」となっていない場合にはステップ S 1 4 0 へ進む。

40

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 4 0 では、ステップ S 8 0 で求めた駆動力配分の集合 $F_{x_1}(j)$, $F_{x_2}(j)$, $F_{x_3}(j)$, $F_{x_4}(j)$ の中で、各輪 1 ~ 4 の駆動力制限を満たし、且つジェネレータ 5 1 とバッテリー 9 が供給可能な電力で実現可能なものを選び出す。ステップ S 1 0 0 で求めた、バッテリー 9 とジェネレータ 5 1 が供給できる電力の上限値 $P_{s\max}$, 下限値 $P_{s\min}$ 、及びステップ S 1 1 0 で求めた、各輪駆動力上限値 F_{\max_i} 及び下限値 F_{\min_i} を用いて制限する方法について、以下に述べる。

50

【 0 0 8 1 】

まず、図 1 4 に示すような配列 S_t を考える。配列 S_t の列数はステップ S 8 0 で求めた駆動力配分の数 j と同じ数で、行数は 7 である。

【 0 0 8 2 】

まず駆動力配分の数 j を 1 から順に変化させ、 $P_{s \max}$ (供給可能電力上限値) $P_{out}(j)$ (消費電力) $P_{s \max}$ (供給可能電力上限値) を満たす場合には対応する駆動力配分の数 j の列の 2 行目 ($j \times 2$) に「1」を、そうでない場合には「0」を設定する。

【 0 0 8 3 】

次にまた、駆動力配分の数 j を 1 から順に変化させ、 F_{\min_i} (駆動力下限値) $F_{x_i}(j)$ (駆動力配分の集合) F_{\max_i} (駆動力上限値) を満たす場合には対応する駆動力配分の数 j の列の 3 行目 ($j \times 3$) に「1」を、そうでない場合には「0」を設定する。即ち、各駆動力配分がそれぞれ左前輪 1 の駆動力制限を満たすか否かをチェックする。

10

【 0 0 8 4 】

同様にして、右前輪 2、左後輪 3、右後輪 4 についても駆動力制限を満たす場合には「1」を、そうでない場合には「0」を配列 S_t に設定する (右前輪 2 の場合は $j \times 4$ に、左後輪 3 の場合は $j \times 5$ に、右後輪 4 の場合は $j \times 6$ に設定する)。

【 0 0 8 5 】

そして最後に、また駆動力配分の数 j を「1」から順に変化させ、各 j 列の 2 ~ 6 行目までの要素の AND を取り 7 行目にその結果を記録する。

【 0 0 8 6 】

20

即ち配列 S_t の 7 行目が「1」である列の駆動力配分の数 j は、対応する駆動力配分が各輪の駆動力制限を満たし、且つジェネレータ 5 1 とバッテリー 9 が供給可能な電力で実現可能であることを示している。

【 0 0 8 7 】

またステップ S 1 4 0 では、配列 S_t の 7 行目の和 (AND) をとり実現可能な駆動力配分数 $S_t \text{ num}$ に設定する。なお、図 1 4 に示されている例では、実現可能な駆動力配分数 $S_t \text{ num} = 2$ である。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 5 0 では、実現可能な駆動力配分数 $S_t \text{ num}$ が「0」である場合にはステップ S 2 1 0 に進む。そうでない場合にはステップ S 1 6 0 に進む。即ち、ステップ S 8 0 で求めた駆動力配分の集合の中に実現可能な駆動力配分が存在しない場合にはステップ S 2 1 0 に進み、存在する場合にはステップ S 1 6 0 に進む。

30

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 6 0 では、ステップ S 1 4 0 で得られた実現可能な駆動力配分の集合の中から、一つの駆動力配分を選択する。どの駆動力配分を選択するかが、本発明のポイントとなるので、以下詳細に説明する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 F_{x_i} を出力する際、バッテリー 9 が放電となる場合、ステップ S 1 6 0 で選択する駆動力配分は、ステップ S 9 0 で求めた駆動力配分の集合 $F_{x_1}(j), F_{x_2}(j), F_{x_3}(j), F_{x_4}(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 F_{x_i} を出力するのに必要な電力 $P_{out}(1)$ より大きい駆動力配分を選択する。

40

【 0 0 9 1 】

このように選択することで、この後さらに大きな駆動力が要求された場合の増加側電力マージンを多く確保することができる。この様子を図 1 5 に示す。図中のループは、実現可能な駆動力配分の集合により消費される消費電力を示している。

【 0 0 9 2 】

ある瞬間 (図 1 5 (A)) の消費電力 $P_{out}(1)$ が 5 kW で、バッテリー 9 は放電 (蓄電状態 SOC が 50% 以上が確保されている) していたとする。この時の駆動力配分の集合 $F_{x_1}(j), F_{x_2}(j), F_{x_3}(j), F_{x_4}(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が 4 ~ 6 kW だ

50

とすると、ステップ S 1 6 0 で選択される駆動力配分は駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が最大の 6 kW となる配分とする。そして次の瞬間 (図 1 5 (B)) に駆動力要求が増え消費電力 $P_{out}(1)$ が 7 kW、駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が 6 ~ 8 kW になったとする。この時、ステップ S 1 6 0 で駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が最小の 6 kW となる配分を選択すれば、バッテリー 9 およびジェネレータ 5 1 の供給電力を一切変化させなくても対応することができるのがわかる。なお上記の例のように、駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ の最大値を選択した時が、増加側電力マージンが最大となる。

10

【 0 0 9 3 】

一方、バッテリー 9 が充電 (蓄電状態 SOC が 5 0 % 以下となっている) となる場合、ステップ S 1 6 0 で選択する駆動力配分は、ステップ S 9 0 で求めた駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ が、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 $F x_i$ を出力するのに必要な電力 $P_{out}(1)$ より小さい駆動力配分を選択する。このように選択しておくことで、この後駆動力が下がっても減少側電力マージンを多く確保することができる。即ち、バッテリー 9 およびジェネレータ 5 1 の状態を変化させなくても下げられる駆動力範囲を広げることができる。なお、この場合は駆動力配分の集合 $F x_1(j), F x_2(j), F x_3(j), F x_4(j)$ それぞれを出力する時の消費電力 $P_{out}(j)$ の最小値を選択した時が、減少側電力マージンは最大となる。

20

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 1 0 では、ステップ S 1 3 0 で設定したフラグ f_t が「 0 」ならばステップ S 2 2 0 に進む。そうでなければステップ S 2 5 0 に進む。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 2 2 0 (実現可能な駆動力配分数 $S t_{num}$ が「 0 」) では、ステップ S 6 0 で設定した駆動力配分 $F x_i$ を、ステップ S 1 1 0 で求めた駆動力の上限値 F_{max_i} と下限値 F_{min_i} との間に収まるように再設定する。再設定方法について、以下に述べる。

【 0 0 9 6 】

まず、各車輪 1 ~ 4 について、下記の式 (2 8) ~ 式 (3 0)、

$$F x_i > 0 \text{ の場合 : } Q_i = (F_{max_i} / F x_i) \quad 0 \quad \dots (2 8)$$

30

$$F x_i < 0 \text{ の場合 : } Q_i = (F_{min_i} / F x_i) \quad 0 \quad \dots (2 9)$$

$$F x_i = 0 \text{ の場合 : } Q_i = 1 \quad \dots (3 0)$$

(ステップ S 1 1 0 で述べた通り、各輪駆動力上限値 F_{max_i} は 0 以上、下限値 F_{min_i} は 0 以下)

の通り再設定係数 Q_i を求める。

【 0 0 9 7 】

次に、4 輪の再設定係数 Q_i の中で最も小さい値を再設定係数 Q として、駆動力配分 $F x_i$ を、下記の式 (3 1) ~ 式 (3 4)、

$$F x_1 \quad Q \times F x_1 \quad \dots (3 1)$$

$$F x_2 \quad Q \times F x_2 \quad \dots (3 2)$$

$$F x_3 \quad Q \times F x_3 \quad \dots (3 3)$$

$$F x_4 \quad Q \times F x_4 \quad \dots (3 4)$$

40

の通り再設定する。即ち、各輪 1 ~ 4 の駆動力制限を満たすように、各輪 1 ~ 4 の駆動力の絶対値を同じ割合で減少させる。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 2 3 0 では、ステップ S 2 2 0 で再設定した駆動力配分 $F x_i$ を各輪モータ 1 1 ~ 1 4 で出力する際に必要とされる電力 P_{out}' をステップ S 9 0 と同じ手順で求める。

【 0 0 9 9 】

ステップ S 2 4 0 では、必要電力 P_{out}' がステップ S 1 0 0 で求めた供給可能電力の

50

上限値 $P_{s \max}$ 及び下限値 $P_{s \min}$ が、 P_{out}' (必要電力) $P_{s \max}$ (供給可能電力の上限値) であり且つ P_{out}' (必要電力) $P_{s \min}$ (供給可能電力の下限値) であればステップ S 300 に進む。そうでなければ駆動力配分 F_{x_i} を出力するのに必要な電力 $P_{out}(1)$ に必要電力 P_{out}' を再設定し、ステップ S 250 に進む。即ち、ステップ S 220 で再設定した駆動力配分 F_{x_i} がバッテリー 9 とジェネレータ 51 で供給できる電力で実現可能か否かをチェックする。

【0100】

ステップ S 250 では、ステップ S 100 で求めたバッテリー 9 とジェネレータ 51 が供給可能な電力制限内に収まるように、駆動力配分 F_{x_i} を、下記の式 (35) ~ 式 (36)

$P_{out}(l) > P_{s \max}$ の場合、 $F_{x_i} = (P_{s \max} / P_{out}(l)) \times F_{x_i} \times \dots$ (35)

$P_{out}(l) < P_{s \min}$ の場合、 $F_{x_i} = (P_{s \min} / P_{out}(l)) \times F_{x_i} \times \dots$ (36)

の通り再設定する。

【0101】

ここで、 α は駆動力変化に伴い各輪モータ 11 ~ 14 の損失が増加する場合等を考慮して乗じる係数で、 $0 < \alpha < 1$ である。これは、例えばバッテリー 9 とジェネレータ 51 のパワー不足を解消するように、各輪 1 ~ 4 の駆動力を (不足したパワー) ÷ (回転速度) だけ単純に減少させた場合を考える。すると、モータ 11 ~ 14 の運転点 (トルク, 回転数) 変化に伴ってモータ 11 ~ 14 の損失が増加し、パワー不足が解消されない場合がある。

【0102】

そこで、このような現象を回避するために、係数 α を用いた式 (35) ~ 式 (36) の通り駆動力配分 F_{x_i} を再設定する。なお、本実施例では係数 $\alpha = 0.8$ が設定される。

【0103】

ステップ S 300 では、駆動力配分 F_{x_i} に各輪の半径 R を乗じた値、即ちトルク指令値をモータ 11 ~ 14 が出力するように制御を行う。

【0104】

以上の構成のハイブリッド車両の駆動力制御装置においては、車両の車両前後方向力、車両横方向力、ヨーモーメントからなる車両挙動の目標値を決定し (ステップ S 80)、前記車両挙動の目標値を実現する四輪の駆動力配分を求め (ステップ S 60)、前記四輪の駆動力配分を実現するために必要なパワーの総和を推定し (ステップ S 90)、前記車両挙動の目標値を実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合を求め (ステップ S 80)、前記実現可能な四輪の駆動力配分の複数の集合夫々を実現するために必要なパワーの総和を推定し (ステップ S 90)、蓄電装置 9 の放電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定値よりも大きな駆動力配分を選択し、および / または、蓄電装置 9 の充電中は前記実現可能な駆動力配分の複数の集合の中から、パワーの総和が前記パワー必要量推定値よりも小さな駆動力配分を選択 (ステップ S 160) するようにしている。このため、蓄電装置 9 の放電中であってもより大きな駆動力増加に対して追従することができる一方、蓄電装置 9 の充電中であってもより大きな駆動力減少に対して追従することができる。

【0105】

前記バッテリー 9 の入出力特性はバッテリー温度に依存し、温度が低下するほど充放電能力が制限される。このため、ハイブリッド車両の性能はバッテリーの温度の影響を大きく受け、バッテリー 9 を適正な温度に維持することが必要となる。本実施形態では、特開 2003-9305 号公報に記載された方法を用いてバッテリー 9 の充放電を行うことにより、バッテリー 9 の暖機制御を行なうことができる。

【0106】

このためには、バッテリー 9 の温度を検出する温度センサと、バッテリー 9 の入出力可能電力 ($P_{b \max}$ 、 $P_{b \min}$) を推定する蓄電装置入出力可能電力推定手段 (ステップ S 100) と、バッテリー 9 の温度が必要な所定値 (温度) 以下の場合に、前記パワー必要量推定手段 (ステップ S 90) で推定した必要電力値 ($P_{out}(j)$) および該蓄電装置入出力可能

10

20

30

40

50

電力値 ($P_{b m \max}$ 、 $P_{b m \min}$) からバッテリー 9 の充放電電力を演算する蓄電装置充放電電力演算手段を設け、前記蓄電装置充放電電力演算手段により演算された充放電電力に基づいてバッテリー 9 の充放電を行なうことにより、バッテリー 9 の暖機制御中であってもより大きな駆動力変化に対して追従することができる。

【 0 1 0 7 】

図 1 6 (A) ~ (C) は、パイポラ形のバッテリー 9 の暖機を目的として外気温度 (- 3 0) の野外での 1 0 ・ 1 5 モード試験 (A) により、バッテリーパワーの変化 (B)、および、バッテリー温度の変化 (C) を確認するシミュレーション結果である。図 1 6 (B) に示すように、車両の加速・定速・減速・アイドルの各運転が繰返される毎にバッテリー 9 には充電と放電とが繰返され、そのバッテリーパワー (放電可能最大電力および充電可能最大電力) が徐々に増加され、図 1 6 (C) に示すように、そのバッテリー温度も徐々に上昇される。

10

【 0 1 0 8 】

なお、上記実施形態において、前輪若しくは後輪の少なくともいずれか一方の左右輪を夫々独立に駆動するハイブリッド車両として、蓄電装置の電力を用いて四輪を夫々独立に駆動するものについて説明したが、図示はしないが、蓄電装置の電力を用いて前輪と左後輪と右後輪を夫々独立若しくは左前輪と右前輪と後輪を夫々独立に駆動するものであってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 9 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態を示すハイブリッド車両の駆動力制御装置の概略構成図。

【 図 2 (A) 】 同じくトルク配分制御のフローチャート。

【 図 2 (B) 】 同じく図 2 (A) に続くトルク配分制御のフローチャート。

【 図 3 】 同じ車両挙動を実現する駆動力配分の集合の求め方のフローチャート。

【 図 4 】 アクセルペダルの踏み込み量と車体速に応じたドライバーの要求駆動力を表すマップ。

【 図 5 】 ブレーキペダルの踏み込み量に応じたドライバーの要求駆動力を表すマップ。

【 図 6 】 ステアリング回転角と車速に応じた車両の左右駆動力差の目標値を表すマップ。

【 図 7 】 エンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図。

【 図 8 】 制駆動力とタイヤ横力との関係を表す図。

30

【 図 9 】 同じ車両挙動を実現可能な駆動力配分の集合における左前輪の駆動力を変化させていった場合における他の 3 輪の駆動力変化を示す特性図。

【 図 1 0 】 駆動力と車輪の速度に対するモータのロスを表すマップ。

【 図 1 1 】 バッテリーの蓄電量と最大放電電力との関係を表す図。

【 図 1 2 】 バッテリーの蓄電量と最大充電電力との関係を表す図。

【 図 1 3 】 モータ温度とモータ過熱を抑えることができる最大出力との関係を表すマップ。

【 図 1 4 】 コントローラで演算する際に用いる配列の構成を説明する図。

【 図 1 5 】 実現可能な駆動力配分の集合に必要な電力の変化前 (A) と変化後 (B) を説明する説明図。

40

【 図 1 6 】 暖機制御のシミュレーションにおける車速 (A)、バッテリーパワー (B)、バッテリー温度 (C) の時間的变化を示す図。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

1 ~ 4 車輪

1 1 ~ 1 4 モータ

2 1 ~ 2 4 車輪速センサ

3 1 ~ 3 4 インバータ

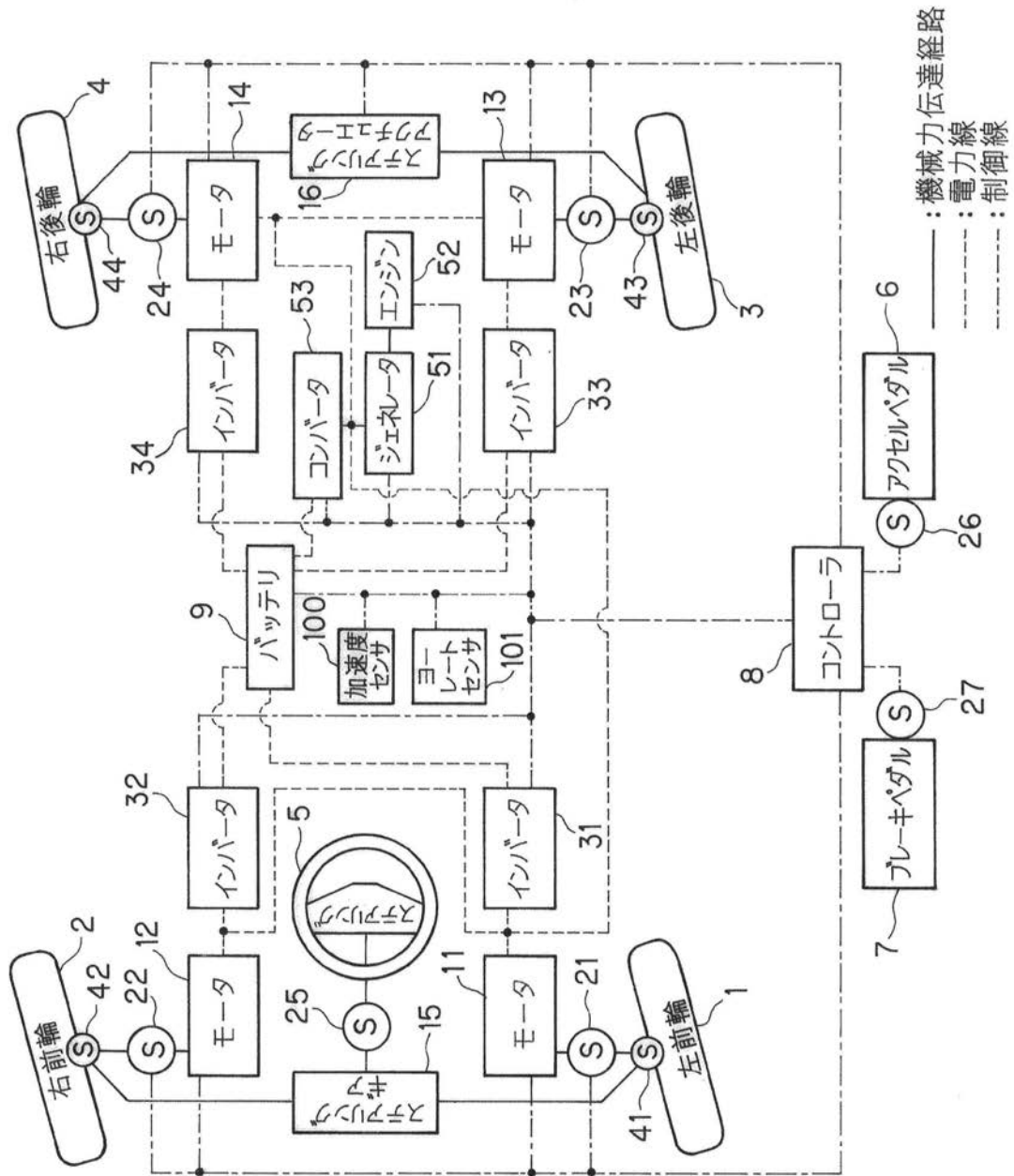
4 1 ~ 4 4 舵角センサ

5 ステアリング

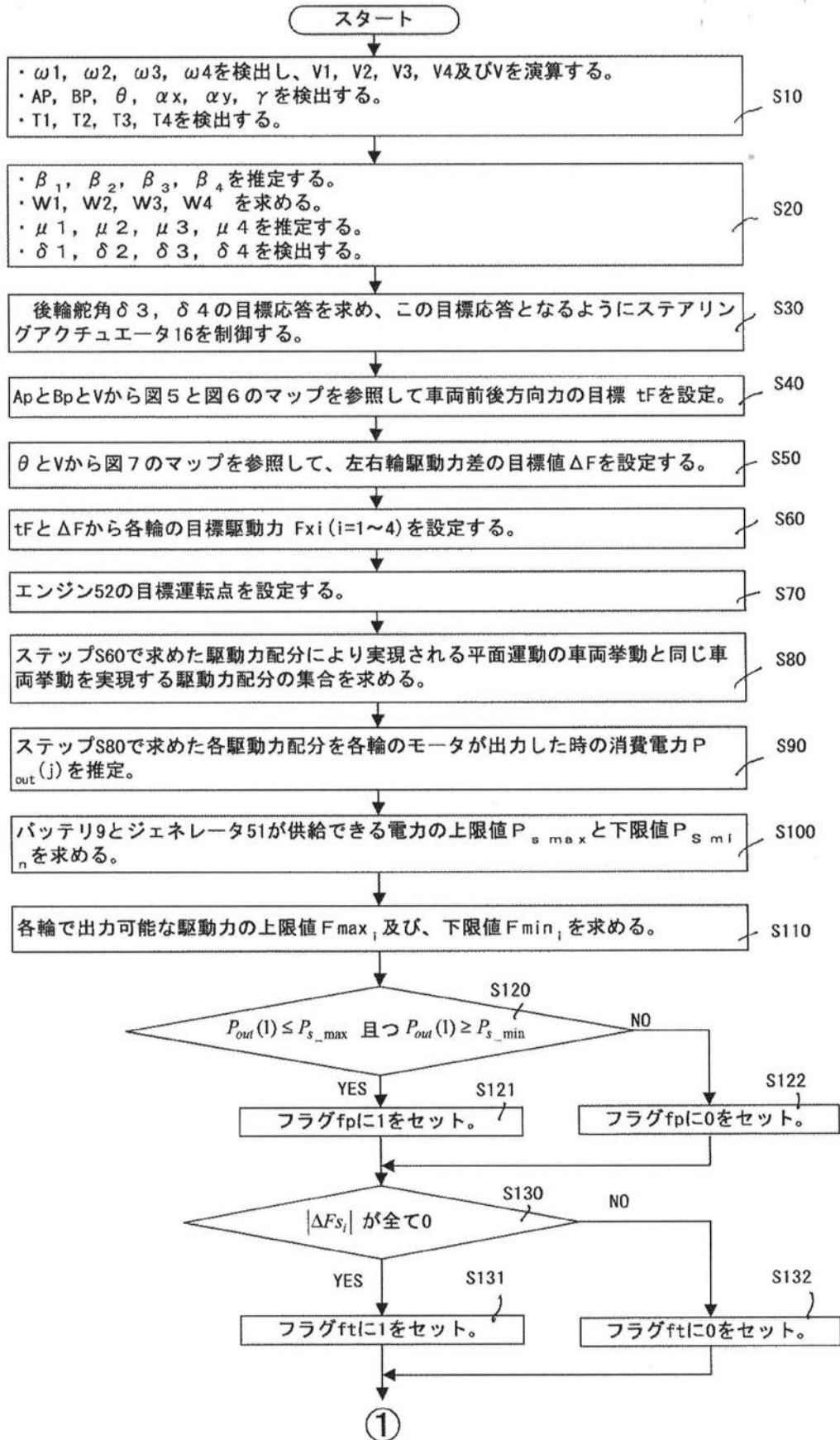
50

- 1 5 ステアリングギヤ
- 1 6 ステアリングアクチュエータ
- 2 5 ステアリング角センサ
- 6 アクセルペダル
- 2 6 アクセルストロークセンサ
- 7 ブレーキペダル
- 2 7 ブレーキストロークセンサ
- 8 コントローラ
- 9 バッテリ
- 5 1 ジェネレータ
- 5 2 エンジン
- 5 3 コンバータ
- 1 0 0 加速度センサ
- 1 0 1 ヨーレートセンサ

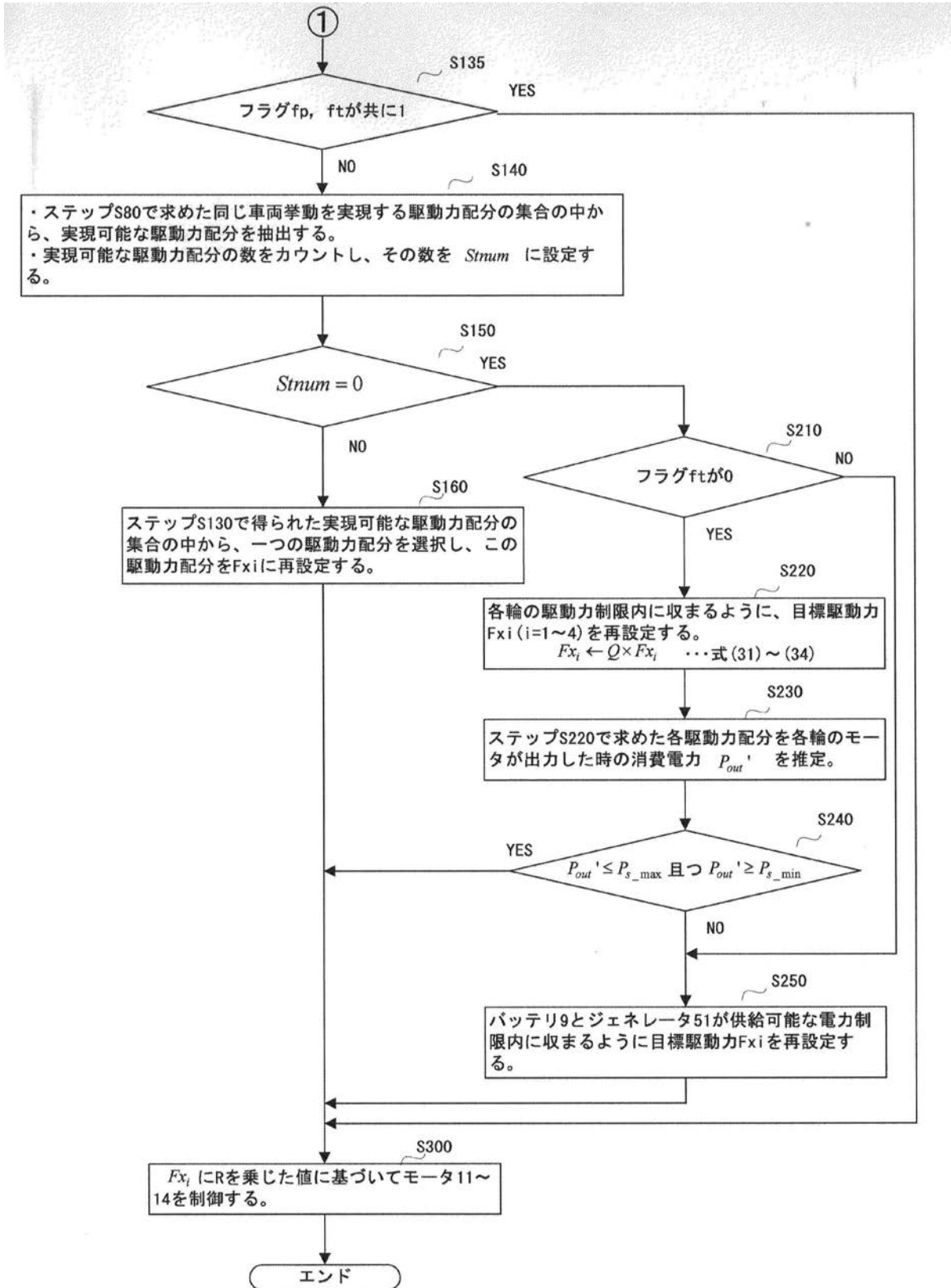
【図1】



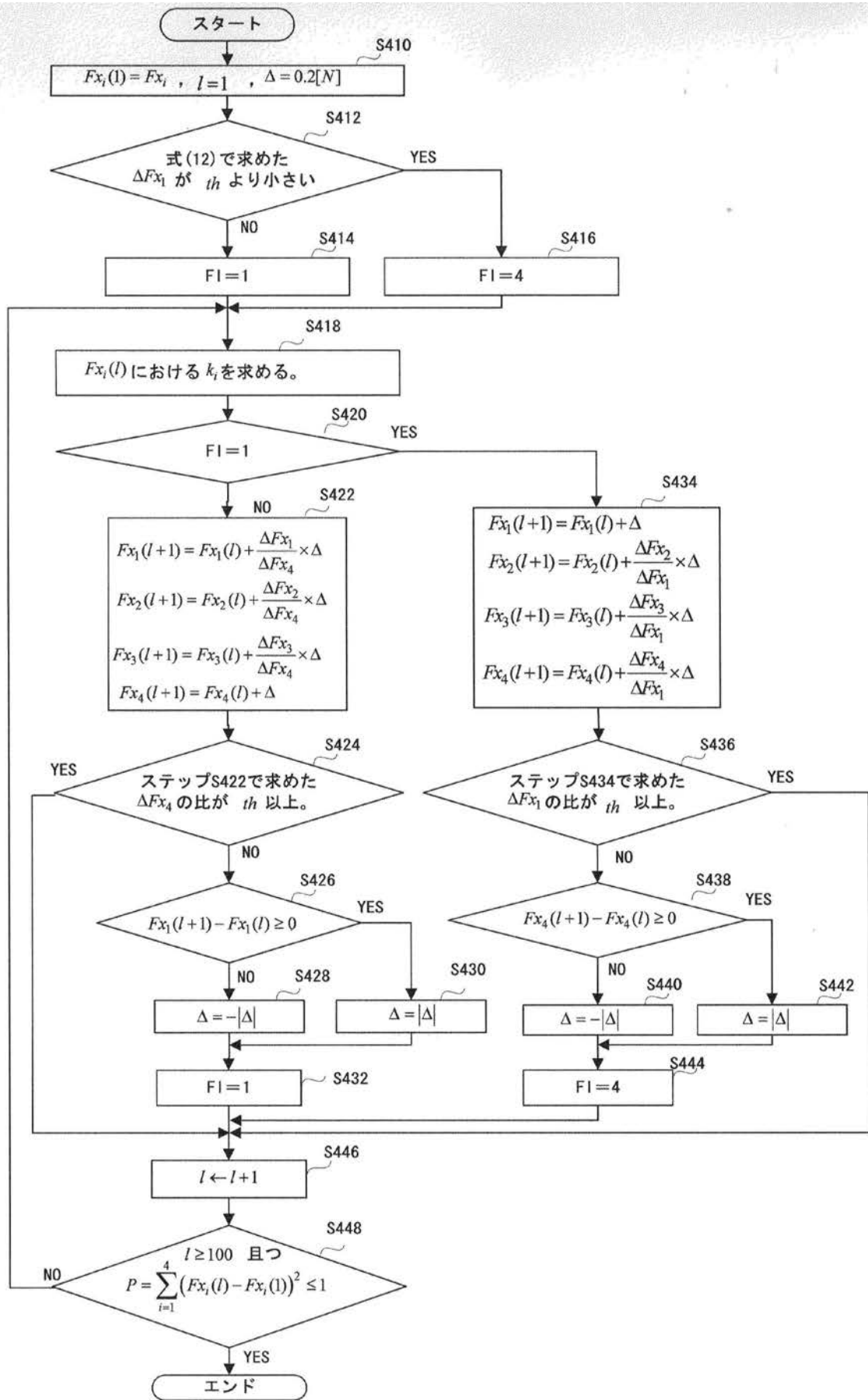
【図2(A)】



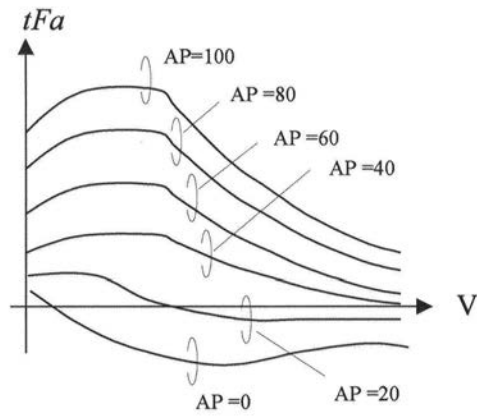
【図2(B)】



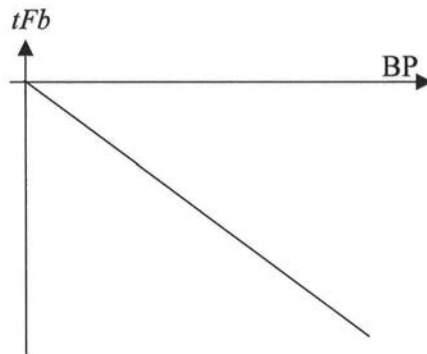
【図3】



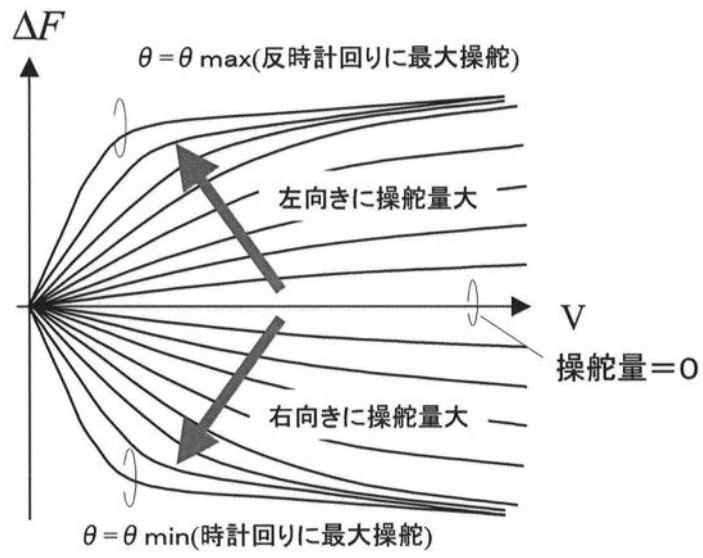
【 図 4 】



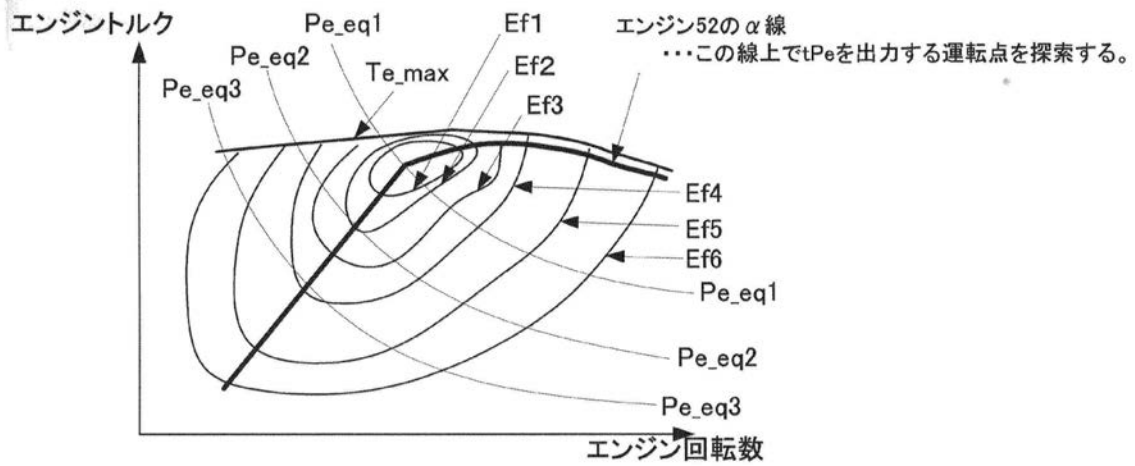
【 図 5 】



【図6】

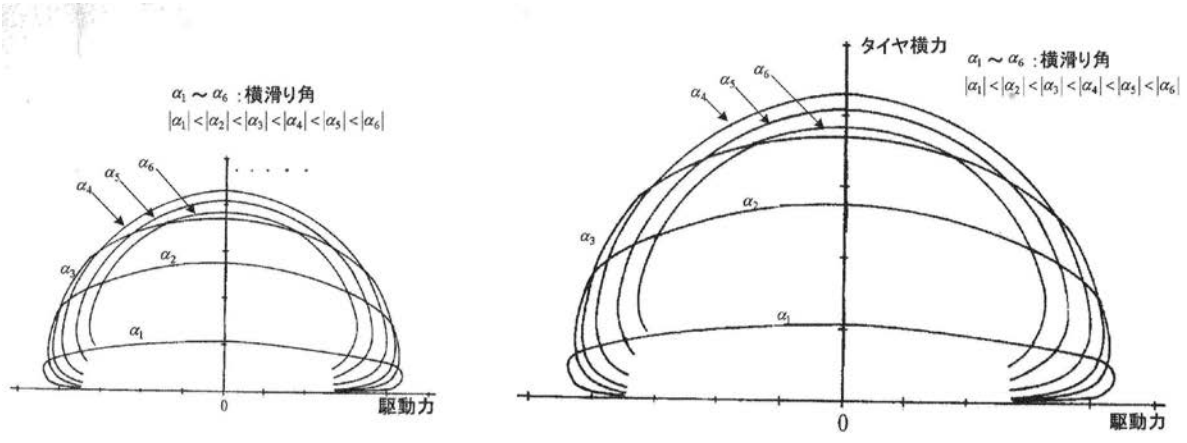


【図7】



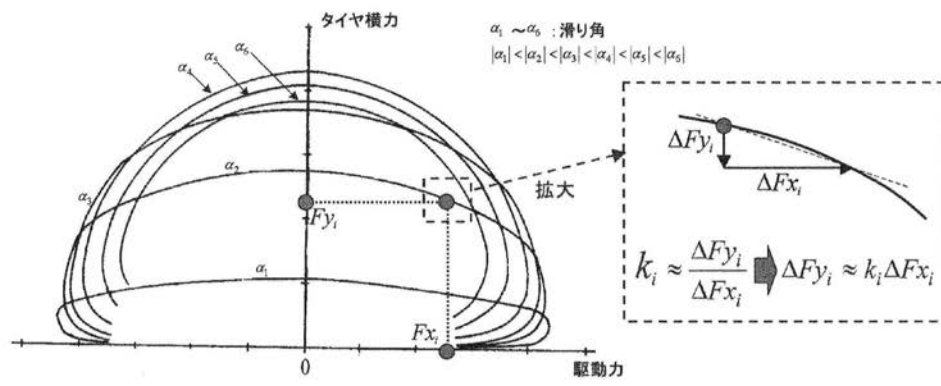
Ef1~Ef6:エンジンの燃料消費率(単位:cm³/min)(Ef6>Ef5>Ef4>Ef3>Ef2>Ef1)
 Pe_eq1~Pe_eq3:エンジンの出力(単位:Nm/s)(Pe_eq1>Pe_eq2>Pe_eq3)

【 図 8 】



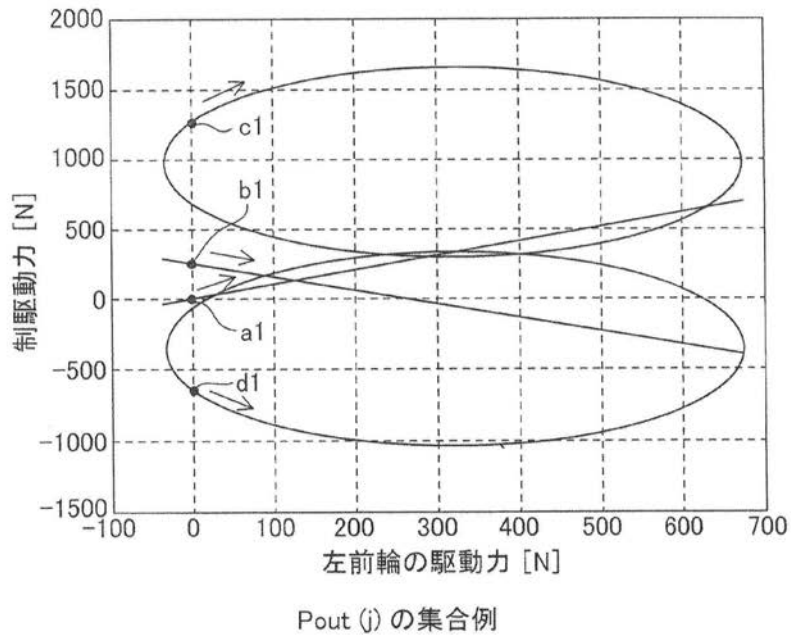
(a)路面摩擦係数 μ_i または輪荷重 W_i :小

(b)路面摩擦係数 μ_i または輪荷重 W_i :大

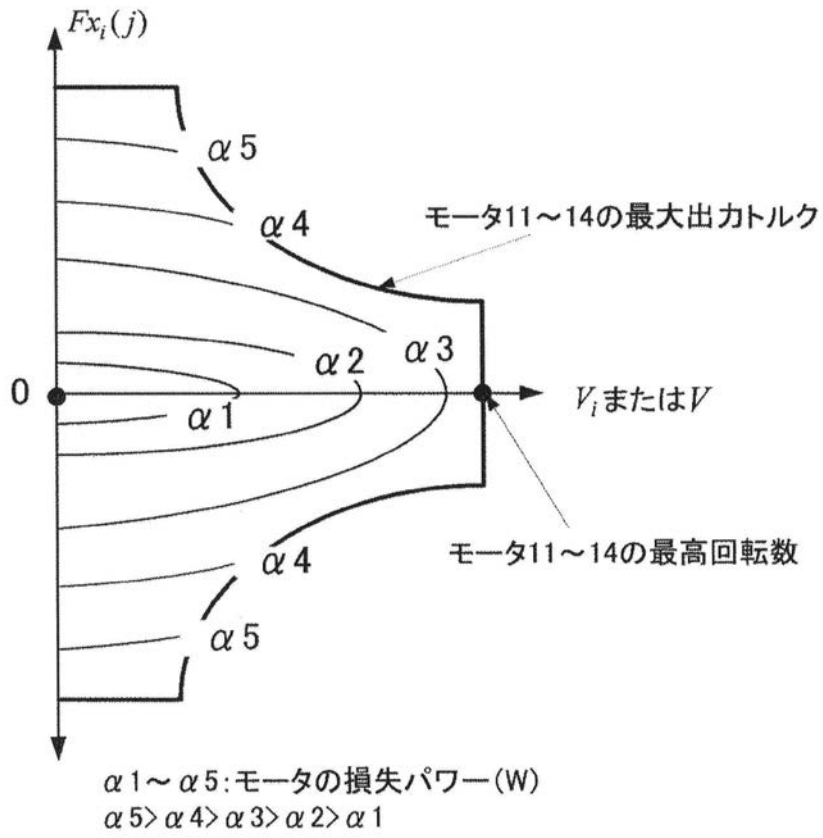


(c) 駆動力変化に対するタイヤ横力の感度 k_i

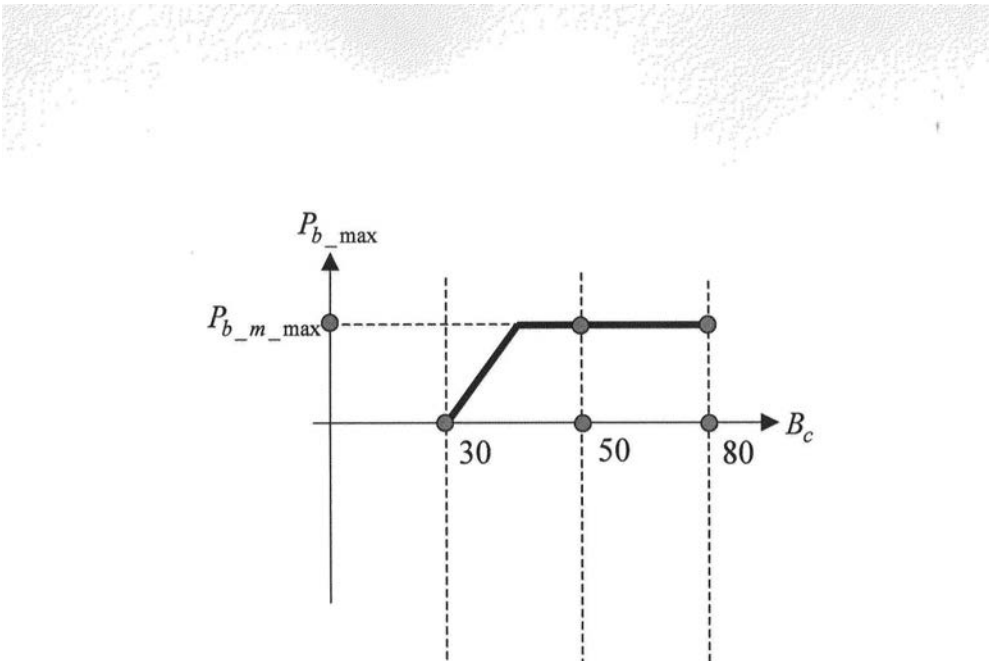
【図9】



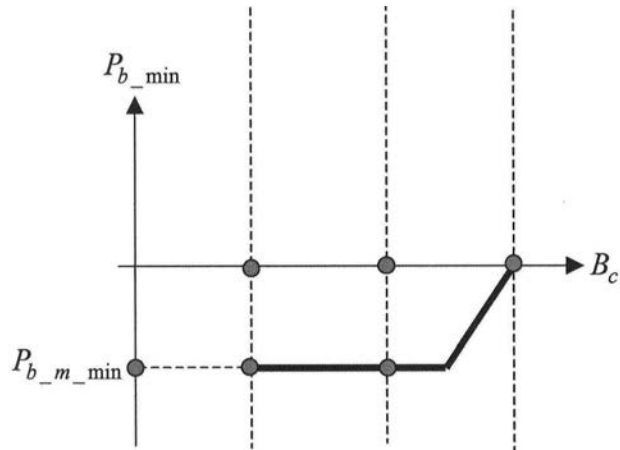
【図10】



【図11】

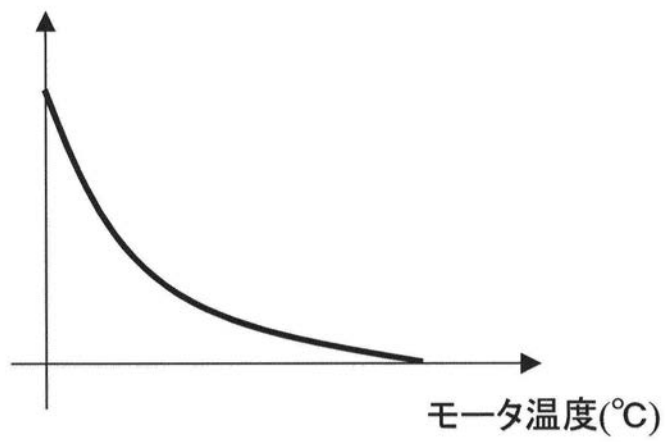


【図12】



【図13】

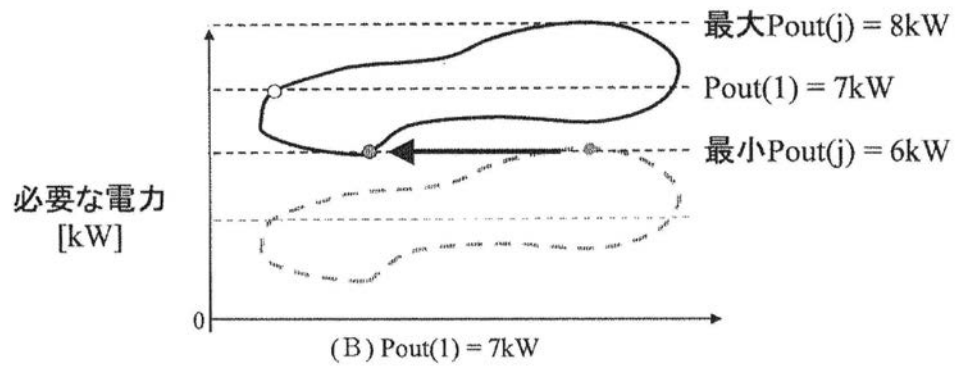
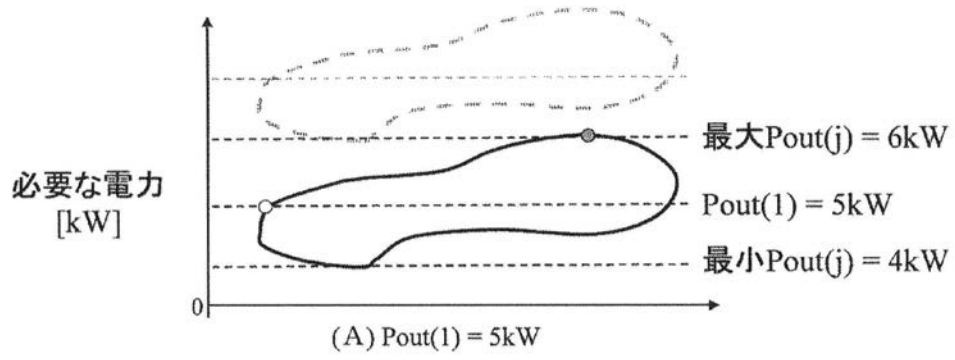
モータ過熱を抑えること
ができる最大出力 : P_{tmax} (W)



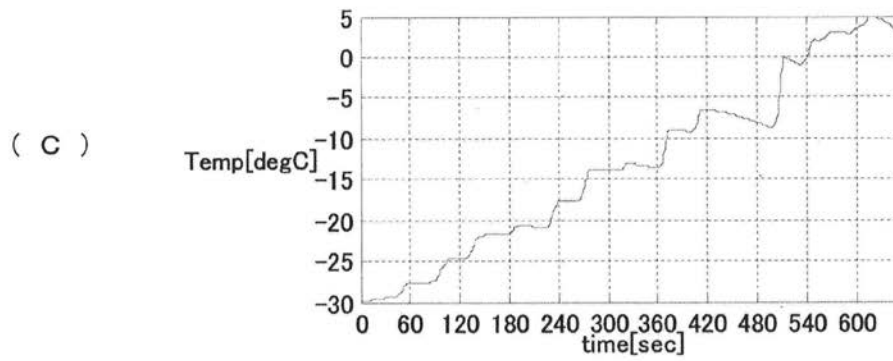
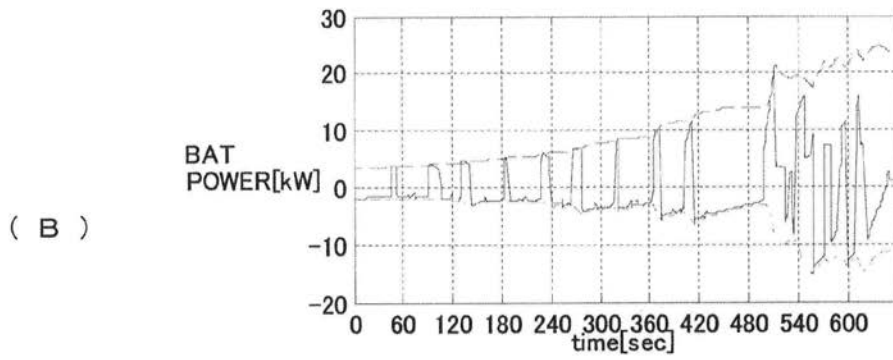
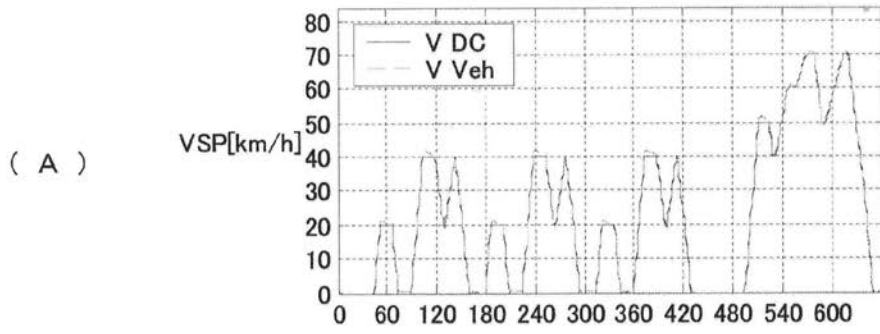
【 図 1 4 】

	(1列目)	(2列目)	(3列目)	(4列目)	(5列目)	(6列目)
$j \Rightarrow$	1	2	3	4	5	6
(1行目)	1				
$P_{s_max} \leq P_{out}(j) \leq P_{s_max}$ ならば1	1	1	1	1	0	0
(2行目)					
$F_{min_1} \leq F_{x_1}(j) \leq F_{max_1}$ ならば1	1	1	1	0	0	0
(3行目)					
$F_{min_2} \leq F_{x_2}(j) \leq F_{max_2}$ ならば1	1	1	1	1	1	0
(4行目)					
$F_{min_3} \leq F_{x_3}(j) \leq F_{max_3}$ ならば1	0	1	1	1	1	0
(5行目)					
$F_{min_4} \leq F_{x_4}(j) \leq F_{max_4}$ ならば1	1	1	1	0	0	0
(6行目)					
同じ列の2~6行目までのANDを取る	0	1	1	0	0	0
(7行目)					

【 図 1 5 】



【 図 16 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 6 0 K	6/52	(2007.10)	B 6 0 K 6/52
B 6 0 K	17/356	(2006.01)	B 6 0 K 17/356 Z H V B
F 0 2 D	29/02	(2006.01)	F 0 2 D 29/02 D
			F 0 2 D 29/02 Z

(72)発明者 山口 一郎
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 山口 武蔵
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 下平 誠司
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 渡辺 英明
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 池田 哲也
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 鹿角 剛二

(56)参考文献 特開2006-094679(JP,A)
 特開2006-101571(JP,A)
 特開2006-273311(JP,A)
 特開2004-169644(JP,A)
 特開2006-149095(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W	1 0 / 0 8
B 6 0 K	6 / 4 6
B 6 0 K	6 / 5 2
B 6 0 K	1 7 / 3 5 6
B 6 0 L	1 1 / 1 2
B 6 0 W	1 0 / 2 6
B 6 0 W	2 0 / 0 0
F 0 2 D	2 9 / 0 2