

(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2009-278840

(P2009-278840A)

(43) 公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>B60L</b>	<b>7/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	7/14	ZHV	3D246		
<b>B60L</b>	<b>7/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	7/24	D	5H115		
<b>B60L</b>	<b>11/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	11/14				
<b>B60W</b>	<b>10/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K	6/20	320			
<b>B60W</b>	<b>20/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K	6/20	370			

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-130333 (P2008-130333)  
 (22) 出願日 平成20年5月19日 (2008.5.19)

(71) 出願人 000003997  
 日産自動車株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
 (74) 代理人 100119644  
 弁理士 綾田 正道  
 (72) 発明者 岩田 直衛  
 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  
 Fターム(参考) 3D246 BA02 CA03 DA01 EA05 EA20  
 GA22 GB01 GB12 GB39 GC14  
 HA32A HA35B HA64A HA69B HA70B  
 HA72B JA03

最終頁に続く

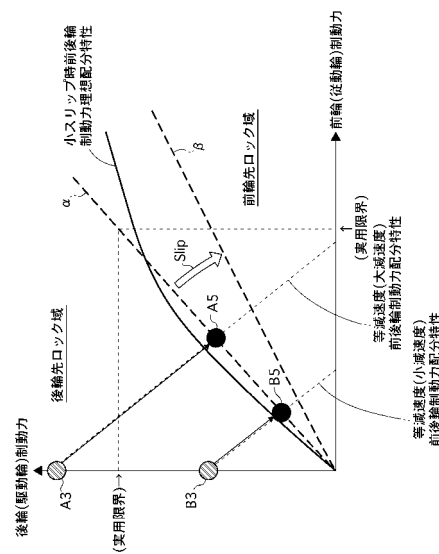
(54) 【発明の名称】 電動車両の回生制動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 駆動輪の制動スリップに応じた回生制動制限を、如何なる大きさの要求減速度のもとでも、前後輪制動力配分が理想配分から大きくずれることのない態様で行う。

【解決手段】 駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが小さいときは、前後輪制動力配分特性が  $\alpha$  で示すごとく小スリップ時前後輪制動力理想配分特性に近似した一定配分比となり、また、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが大きくなるにつれ、前後輪制動力配分特性が  $\beta$  で示すごとく大スリップ時前後輪制動力理想配分特性（図示せず）に近似した一定配分比となるような駆動輪（後輪）制動力配分比を決定し、この駆動輪（後輪）制動力配分比に基づき、スリップ量Slipに応じた駆動輪（後輪）回生制動力の制限を行う。よって小スリップ時につき説明すると、回生制動力の制限時に動作点がA3からA5、B3からB5へ移動し、前後輪制動力理想配分特性からの乖離を減速度の大小に関係なく小さくし得る。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

原動機として少なくともモータ/ジェネレータを搭載し、該モータ/ジェネレータにより駆動輪としての前輪または後輪を駆動したり回生制動し、回生制動力を、従動輪である後輪または前輪の車輪速に対する駆動輪の車輪速の偏差に応じ制限するようにした電動車両において、

駆動輪制動力配分比が、実用領域で前後輪制動力理想配分特性に近似する一定の前後輪制動力配分特性に対応したものとなるよう前記回生制動力の制限を行う構成としたことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の、電動車両の回生制動制御装置において、

前記従動輪速に対する駆動輪速の偏差として、右側従動輪速に対する右側駆動輪速の偏差、および、左側従動輪速に対する左側駆動輪速の偏差のうち大きい方を用いるよう構成したことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【請求項 3】

請求項1または2に記載の、電動車両の回生制動制御装置において、

前記駆動輪制動力配分比を、前記従動輪速に対する駆動輪速の偏差が大きいほど小さな配分比としたことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【請求項 4】

前記電動車両が、前後輪摩擦制動力配分比を変更不能な摩擦ブレーキと、前記モータ/ジェネレータによる回生ブレーキとの複合ブレーキにより減速度要求を実現するものである、請求項1~3のいずれか1項に記載の、電動車両の回生制動制御装置において、

前記駆動輪制動力配分比の下限値を、前記摩擦ブレーキの変更不能な前後輪摩擦制動力配分比に対応する配分比としたことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【請求項 5】

前記電動車両が、前後輪摩擦制動力配分比を変更不能な摩擦ブレーキと、前記モータ/ジェネレータによる回生ブレーキとの複合ブレーキにより減速度要求を実現するものである、請求項1~4のいずれか1項に記載の、電動車両の回生制動制御装置において、

前記駆動輪制動力配分比から求めた駆動輪制動力目標値より、前記変更不能な前後輪摩擦制動力配分比から求めた駆動輪摩擦制動力を差し引いて求めた差値を、駆動輪回生制動力として定めるよう構成したことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【請求項 6】

前記電動車両が、前後輪摩擦制動力配分比を変更可能な摩擦ブレーキと、前記モータ/ジェネレータによる回生ブレーキとの複合ブレーキにより減速度要求を実現するものである、請求項1~4のいずれか1項に記載の、電動車両の回生制動制御装置において、

前記駆動輪制動力配分比に対応した目標前後輪制動力配分比から、従動輪の摩擦制動力および駆動輪の制動力目標値を求め、

この駆動輪制動力目標値を許容最大回生制動力で賄い得る場合は、駆動輪回生制動力を駆動輪制動力目標値と同じ値にし、駆動輪制動力目標値を許容最大回生制動力で賄い得ない場合は、駆動輪回生制動力を許容最大回生制動力と同じ値にすると共に、駆動輪制動力の不足分を駆動輪摩擦制動力で補うべく摩擦ブレーキの前後輪摩擦制動力配分比を変更するよう構成したことを特徴とする電動車両の回生制動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、原動機としてエンジンおよびモータ/ジェネレータを搭載し、モータ/ジェネレータのみによる電気走行や、エンジンおよび/またはモータ/ジェネレータによるハイブリッド走行が可能なハイブリッド車両とか、原動機として電動モータのみを搭載した電気自動車とかの電動車両の回生制動制御装置、特に、モータ/ジェネレータにより回生制動されている駆動輪が制動スリップを発生した時、旋回挙動が不安定になるのを防止すべ

10

20

30

40

50

く駆動輪の制動スリップを解消するための回生制動制限技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

回生制動中の駆動輪が制動スリップを発生した時の回生制動制限技術としては従来、例えば特許文献1に記載のごとく、

駆動されない従動輪である前輪または後輪の車輪速に対し、駆動輪である他方の後輪または前輪の車輪速が相対的に低くなったのを、回生制動中の駆動輪が制動スリップを発生したとして、従動輪速に対する駆動輪速の車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）に応じ回生制動力を制限する技術が提案されている。

この提案技術は、上記の車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）が大きいほど回生制動力を強く制限して、回生制動中における駆動輪の制動スリップを制動力の制限により防止するというものである。

【特許文献1】特開2006-246657号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来のかかる駆動輪回生制動制限技術は、回生制動力の制限程度を上記の車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）が大きいほど強くするも、回生制動力の制限程度を車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）により一義的に決定するものであるため、以下に説明するような問題を生ずる。

【0004】

図10に基づき説明するに、Aは、ブレーキペダルを強く踏み込んだ大減速度要求時の制限前における回生制動力、Bは、ブレーキペダル踏力を小さくした小減速度要求時の制限前における回生制動力をそれぞれ示す。

これら大減速度要求時および小減速度要求時に、同じ車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）が発生した場合、回生制動力A,Bはそれぞれ、この車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）により一義的に決まる同じ回生制動力制限量A2,B2だけ制限されて、制限後回生制動力A1,B1へと低下される。

そして、これら回生制動力の制限分（低下分）A2,B2がそれぞれ、液圧ブレーキなどによる摩擦制動力により補われる。

【0005】

しかし、大減速度要求時も小減速度要求時も、回生制動力A,Bを、車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）により一義的に決まる回生制動力制限量A2,B2だけ制限するというのでは、車輪速偏差（駆動輪制動スリップ量）が同じである場合、大減速度要求時も小減速度要求時も回生制動力制限量A2,B2が図10に示すように同じである。

このため、前輪または後輪のみをモータ駆動し、他方が従動輪である電動車両の場合、全てのブレーキペダル踏力（要求減速度）で適切な前後輪制動力配分とならない虞がある。

【0006】

例えば図11に示すように、A3点で後輪（駆動輪）を回生制動しながら制限前回生制動力Aで大減速度要求を実現しているとき、後輪（駆動輪）が制動スリップを生じて回生制動力Aを、この制動スリップ量により一義的に決まる回生制動力制限量A2だけ低下され、制限後回生制動力A1で後輪（駆動輪）を回生制動することになった場合、対応する等減速度前後輪制動力配分特性線上のA4点での制動となる。

【0007】

また、小減速度要求時は同図に示すように、B3点で後輪（駆動輪）を回生制動しながら制限前回生制動力Bで小減速度要求を実現しているとき、後輪（駆動輪）が大減速度要求時と同じ制動スリップを生じて回生制動力Bを、この制動スリップ量により一義的に決まる回生制動力制限量B2（=A2）だけ低下され、制限後回生制動力B1で後輪（駆動輪）を回生制動することになった場合、対応する等減速度前後輪制動力配分特性線上のB4点での制

10

20

30

40

50

動となる。

【0008】

図11の回生制動制限後動作点A4,B4の比較から明らかなように、小減速度要求時は回生制動が制限された場合に動作点がB4点となり、前後輪が同時に制動ロックする前後輪制動力理想配分特性線上に位置し、前後輪制動力配分が適切なものであるものの、

大減速度要求時は回生制動が制限された場合に動作点がA4点となり、前後輪制動力理想配分特性線から大きく乖離し、前後輪制動力配分が適切なものにならない。

【0009】

かように、ブレーキペダル踏力（要求減速度）と関係なく、回生制動力の制限量を駆動輪の制動スリップ量に応じ一義的に決めて回生制動力を制限するのでは（駆動輪制動スリップ量が同じなら回生制動力制限量を、要求減速度が大きい場合も小さい場合も同じにするのでは）、

上記のごとく、小減速度要求中の回生制動制限時に動作点が前後輪制動力理想配分特性線の近くに位置して前後輪制動力配分が適切なものとなるような回生制動制限態様にする

と、大減速度要求時に回生制動力制限量が充分でなくなると、摩擦制動力をも含めた車両全体の前後輪制動力配分が駆動輪制動力過多な配分となり、従動輪よりも先に駆動輪がタイヤ限界性能を超えて制動ロックを生じ、車両挙動が不安定になる。

【0010】

つまり、図11の場合がそうであるが、後輪が駆動輪であり、前輪が従動輪である場合に、前輪よりも先に後輪がタイヤ限界性能を超えて制動ロックを生じることとなり、後輪よりも先に前輪が制動ロックを生じた場合よりも、車両の挙動が不安定になって好ましくない。

【0011】

かといって逆に、大減速度要求中の回生制動制限時に動作点が前後輪制動力理想配分特性線の近くに位置して前後輪制動力配分が適切なものとなるような回生制動制限態様にする

と、後輪が駆動輪であり、前輪が従動輪である場合において、小減速度要求中の回生制動制限時に動作点が前後輪制動力理想配分特性線よりも前輪先ロック域に位置することとなり、上記した車両挙動の不安定についての問題は生じないものの、

上記の動作点が前後輪制動力理想配分特性線よりも必要以上に大きく離れて前輪先ロック域に位置することとなり、回生制動力制限量が過大であって、回生制動による燃費向上効果が低下するという問題を生ずる。

【0012】

本発明は、回生制動力制限量を駆動輪制動スリップ量に応じて決める限り上記の問題が発生するとの事実認識にもとづき、

この代わりに、回生制動される駆動輪の制動力配分比が、駆動輪制動スリップ量に応じて変化する前後輪制動力理想配分特性に近似する一定の前後輪制動力配分特性に対応したものとなるよう、駆動輪制動スリップ時回生制動制限制御を行う構成となして、

上記した二律背反の関係にある諸問題を共に解決し得るようにした電動車両の回生制動制限制御装置を提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この目的のため本発明による電動車両の回生制動制限制御装置、請求項1に記載のごとく、原動機として少なくともモータ/ジェネレータを搭載し、該モータ/ジェネレータにより駆動輪としての前輪または後輪を駆動したり回生制動し、回生制動力を、従動輪である後輪または前輪の車輪速に対する駆動輪の車輪速の偏差に応じ制限するようにした電動車両において、

駆動輪制動力配分比が、実用領域で前後輪制動力理想配分特性に近似する一定の前後輪制動力配分特性に対応したものとなるよう前記回生制動力の制限を行う構成としたことを

10

20

30

40

50

特徴とするものである。

【発明の効果】

【0014】

かかる本発明の構成によれば、

駆動輪としての前輪または後輪の回生制動力を、従動輪である後輪または前輪の車輪速に対する駆動輪の車輪速の偏差に応じ制限するに際し、

駆動輪制動力配分比が、実用領域で前後輪制動力理想配分特性に近似する一定の前後輪制動力配分特性に対応したものとなるよう当該回生制動力の制限を行うため、

大減速度要求中の回生制動制限時も、小減速度要求中の回生制動制限時も、動作点が前後輪制動力理想配分特性線の近くに位置して前後輪制動力配分を適切なものにすることができる。

10

【0015】

このため、大減速度要求中の回生制動制限時に後輪が前輪よりも先にタイヤ限界性能を超えて制動ロックを生じ、車両の挙動が不安定になるという前記の問題を生ずることがないし、

小減速度要求中の回生制動制限時に回生制動力制限量が不必要に多くなって、回生制動による燃費向上効果が低下するという前記の問題を生ずることもない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例に基づき詳細に説明する。

20

図1は、本発明の一実施例になる回生制動制御装置を搭載したフロントエンジン・リヤホイールドライブ式ハイブリッド車両（電動車両）のパワートレーンを、その制御系とともに示し、

1は原動機としてのエンジン、2FL,2FRはそれぞれ左右前輪（左右従動輪）、3RL,3RRはそれぞれ左右後輪（左右駆動輪）である。

図1に示すハイブリッド車両のパワートレーンにおいては、通常の後輪駆動車と同様にエンジン1の車両前後方向後方に自動変速機4をタンデムに配置し、エンジン1（詳しくはクランクシャフト1a）からの回転を自動変速機4の入力軸4aへ伝達する軸5に結合して、第2の原動機であるモータ/ジェネレータ6を設ける。

【0017】

30

モータ/ジェネレータ6は、ハウジング内に固設した環状のステータ6aと、このステータ6a内に所定のエアギャップを持たせて同心に配置したロータ6bとよりなり、運転状態の要求に応じ、モータ（電動機）として作用したり、ジェネレータ（発電機）として作用するもので、エンジン1および自動変速機4間に配置する。

モータ/ジェネレータ6は、ロータ6bの中心に上記の軸5を貫通して結着し、この軸5をモータ/ジェネレータ軸として利用する。

【0018】

かかるモータ/ジェネレータ6およびエンジン1間、詳しくは、モータ/ジェネレータ軸5とエンジンクランクシャフト1aとの間に第1クラッチ7を介挿し、この第1クラッチ7によりエンジン1およびモータ/ジェネレータ6間を切り離し可能に結合する。

40

ここで第1クラッチ7は、伝達トルク（クラッチ締結）容量を連続的に変更可能なものとし、例えば、比例ソレノイドでクラッチ作動油流量およびクラッチ作動油圧を連続的に制御して伝達トルク（クラッチ締結）容量を変更可能な湿式多板クラッチで構成する。

【0019】

モータ/ジェネレータ6および自動変速機4間は、モータ/ジェネレータ軸5と変速機入力軸4aとの直接結合により相互に直結させる。

自動変速機4は、周知の遊星歯車組式自動変速機と同様なものであるが、これからトルクコンバータを排除して、その代わりにモータ/ジェネレータ6を変速機入力軸4aに直接結合したものとし、

複数の変速摩擦要素（クラッチやブレーキ等）を選択的に締結させたり、解放すること

50

で、これら変速摩擦要素の締結・解放の組み合わせにより伝動系路（変速段）を決定するものとする。

【0020】

従って自動変速機4は、入力軸4aからの回転を選択変速段に応じたギヤ比で変速して出力軸4bに出力する。

この出力回転は、ディファレンシャルギヤ装置8により左右後輪3RL,3RRへ分配して伝達され、車両の走行に供される。

但し自動変速機4は、上記したような有段式のものに限られず、無段変速機であってもよいのは言うまでもない。

【0021】

なおハイブリッド車両にあっては、モータ/ジェネレータ6および駆動輪3RL,3RRを切り離し可能に結合する第2クラッチ9が必要であるが、

本実施例においてはこの第2クラッチ9を自動変速機4の前、若しくは、後に追加して新設する構成を採用せず、

この代わりに第2クラッチ9として、自動変速機4内に既存する前記した変速摩擦要素のうち、前進変速段選択用の変速摩擦要素または後退変速段選択用の変速摩擦要素を流用する。

【0022】

ちなみに、第2クラッチ9として用いる自動変速機4内に既存の前進変速段選択用の変速摩擦要素または後退変速段選択用の変速摩擦要素はもともと、前記した第1クラッチ7と同様、伝達トルク容量（クラッチ締結容量）を連続的に変更可能なものである。

かように、第2クラッチ9として自動変速機4内に既存の前進変速段選択用の変速摩擦要素または後退変速段選択用の変速摩擦要素を流用する場合、第2クラッチ9が以下に説明するモード選択機能を果たすのに加えて、この機能を果たすよう締結される時に自動変速機を対応変速段への変速により動力伝達状態にすることとなり、専用の第2クラッチが不要でコスト上大いに有利である。

【0023】

以下、図1につき上述したパワートレーンのモード選択機能を説明する。

図1に示したパワートレーンにおいては、停車状態からの発進時などを含む低負荷・低車速時に用いられる電気走行(EV走行)モードが要求される場合、第1クラッチ7を解放し、自動変速機4を第2クラッチ9の締結により動力伝達可能状態にする。

【0024】

この状態でモータ/ジェネレータ6を駆動すると、当該モータ/ジェネレータ6からの出力回転のみが変速機入力軸4aに達することとなり、自動変速機4が当該入力軸4aへの回転を、選択中の変速段に応じ変速して変速機出力軸4bより出力する。

変速機出力軸4bからの回転はその後、ディファレンシャルギヤ装置8を経て後輪3RL,3RRに至り、車両をモータ/ジェネレータ6のみによって電気走行(EV走行)させることができる。

【0025】

高速走行時や大負荷走行時などで用いられるハイブリッド走行(HEV走行)モードが要求される場合、第1クラッチ7を締結させると共に、自動変速機4を第2クラッチ9の締結により動力伝達可能状態にする。

この状態では、エンジン1からの出力回転、または、エンジン1からの出力回転およびモータ/ジェネレータ6からの出力回転の双方が変速機入力軸4aに達することとなり、自動変速機4が当該入力軸4aへの回転を、選択中の変速段に応じ変速して、変速機出力軸4bより出力する。

変速機出力軸4bからの回転はその後、ディファレンシャルギヤ装置8を経て後輪3RL,3RRに至り、車両をエンジン1およびモータ/ジェネレータ6の双方によってハイブリッド走行(HEV走行)させることができる。

【0026】

かかるHEV走行中において、エンジン1を最適燃費で運転させるとエネルギーが余剰となる場合、この余剰エネルギーによりモータ/ジェネレータ6を発電機として作動させることで余剰エネルギーを電力に変換し、この発電電力をモータ/ジェネレータ6のモータ駆動に用いるよう蓄電しておくことでエンジン1の燃費を向上させることができる。

【0027】

以下、上記したハイブリッド車両のパワートレインを成すエンジン1、モータ/ジェネレータ6、第1クラッチ7、および第2クラッチ9の制御システムを、図1に基づき概略説明する。

この制御システムは、パワートレインの動作点を統合制御する統合コントローラ11を具え、該パワートレインの動作点を、目標エンジントルク $t_{Te}$ と、目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ と、第1クラッチ7の目標締結容量 $t_{Tc1}$ （第1クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc1}$ ）と、第2クラッチ9の目標締結容量 $t_{Tc2}$ （第2クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc2}$ ）とで規定する。

【0028】

統合コントローラ11には、上記パワートレインの動作点を決定するために、エンジン回転数 $N_e$ を検出するエンジン回転センサ12からの信号と、モータ/ジェネレータ回転数 $N_m$ を検出するモータ/ジェネレータ回転センサ13からの信号と、

変速機入力回転数 $N_i$ を検出する入力回転センサ14からの信号と、

変速機出力回転数 $N_o$ を検出する出力回転センサ15からの信号と、

アクセルペダル踏み込み量（アクセル開度 $AP0$ ）を検出するアクセル開度センサ16からの信号と、

モータ/ジェネレータ6用の電力を蓄電しておくバッテリー31の蓄電状態SOC（持ち出し可能電力）を検出する蓄電状態センサ17からの信号と、

ブレーキペダル踏力に応じたマスターシリンダ液圧 $P_m$ を検出するマスターシリンダ液圧センサ18からの信号と、

左右前輪（左右従動輪）2FL, 2FRおよび左右後輪（左右駆動輪）3RL, 3RRの車輪速 $V_w$ を個々に検出する車輪速センサ群21からの信号とを入力する。

【0029】

統合コントローラ11は、上記入力情報のうちアクセル開度 $AP0$ 、バッテリー蓄電状態SOC、および変速機出力回転数 $N_o$ （車速VSP）から、運転者が希望している車両の駆動力を実現可能な運転モード（EVモード、HEVモード）を選択すると共に、目標エンジントルク $t_{Te}$ 、目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ 、第1クラッチ目標締結容量 $t_{Tc1}$ 、および第2クラッチ目標締結容量 $t_{Tc2}$ をそれぞれ演算する。

【0030】

目標エンジントルク $t_{Te}$ はエンジンコントローラ32に供給され、このエンジンコントローラ32は、センサ12で検出したエンジン回転数 $N_e$ と目標エンジントルク $t_{Te}$ とから、エンジン回転数 $N_e$ のもとで目標エンジントルク $t_{Te}$ を実現するためのスロットル開度制御や燃料噴射量制御などにより、エンジントルクが目標エンジントルク $t_{Te}$ となるようエンジン1を制御する。

【0031】

目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ はモータ/ジェネレータコントローラ33に供給され、このモータ/ジェネレータコントローラ33は、バッテリー31の電力をインバータ34により直流 - 交流変換して、またインバータ34による制御下でモータ/ジェネレータ6のステータ6aに供給し、モータ/ジェネレータトルクが目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ に一致するようモータ/ジェネレータを制御する。

【0032】

なお目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ が、モータ/ジェネレータ6に回生制動作用を要求するようなものである場合、モータ/ジェネレータコントローラ33はインバータ34を介し、センサ17で検出したバッテリー蓄電状態SOC（持ち出し可能電力）との関連においてバッテリー31が過充電とならないような発電負荷をモータ/ジェネレータ6に与え、

10

20

30

40

50

モータ/ジェネレータ6が回生制動により発電した電力を交流 - 直流変換してバッテリー31に充電する。

【0033】

かかるモータ/ジェネレータ6の回生ブレーキのみでは制動力が不足する場合、統合コントローラ11は、不足分の制動力を液圧ブレーキシステムで補うべく摩擦制動力指令値 $T_f$ を回生協調ブレーキ制御指令としてブレーキコントローラ35に供給する。

ブレーキコントローラ35は、回生協調ブレーキ制御指令がない場合（摩擦制動力指令値 $T_f = 0$ の場合）、ブレーキペダル踏力に応じたマスターシリンダ液圧 $P_m$ を検出するマスターシリンダ液圧センサ18からの信号をもとに、各輪ブレーキユニットのブレーキ液圧をそれぞれ、変更不能な固定の前後輪摩擦制動力配分比でマスターシリンダ液圧 $P_m$ に応じた液圧に制御するが、

10

統合コントローラ11から回生協調ブレーキ制御指令（摩擦制動力指令値 $T_f > 0$ ）を受けるときブレーキコントローラ35は、摩擦制動力指令値 $T_f (> 0)$ を液圧ブレーキシステムにより実現すべく各輪ブレーキユニットのブレーキ液圧をそれぞれ、変更不能な固定の前後輪摩擦制動力配分比で摩擦制動力指令値 $T_f$ に応じた液圧に制御する。

【0034】

第1クラッチ目標締結容量 $t_{Tc1}$ は第1クラッチコントローラ36に供給され、この第1クラッチコントローラ36は、第1クラッチ目標締結容量 $t_{Tc1}$ に対応した第1クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc1}$ と、センサ19で検出した第1クラッチ7の締結圧 $P_{c1}$ との対比により、第1クラッチ7の締結圧 $P_{c1}$ が第1クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc1}$ となるよう第1クラッチ締結圧制御ユニット37を介して第1クラッチ7の締結圧を制御して第1クラッチ7の締結容量制御を行う。

20

【0035】

第2クラッチ目標締結容量 $t_{Tc2}$ は変速機コントローラ38に供給され、

この変速機コントローラ38は、第2クラッチ目標締結容量 $t_{Tc2}$ に対応した第2クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc2}$ と、センサ20で検出した第2クラッチ9の締結圧 $P_{c2}$ との対比により、第2クラッチ9の締結圧 $P_{c2}$ が第2クラッチ締結圧指令値 $t_{Pc2}$ となるよう第2クラッチ締結圧制御ユニット39を介して第2クラッチ9の締結圧を制御して第2クラッチ9の締結容量制御を行う。

【0036】

なお変速機コントローラ38は、センサ15で検出した変速機出力回転数 $N_o$ （車速VSP）およびセンサ16で検出したアクセル開度APOから予定の変速マップをもとに、現在の運転状態に好適な変速段を求め、現在の変速段からこの好適変速段への自動変速をも行うものとする。

30

【0037】

以上は、図1の制御システムが実行する通常制御の概要であるが、

本実施例においては図1における統合コントローラ11が、図示せざるブレーキペダルの踏み込みによる減速要求中、図2に示す制御プログラムを実行して、本発明が狙いとする回生制動制御を以下のように行うものとする。

【0038】

ステップS11においては、センサ18で検出したマスターシリンダ液圧 $P_m$ （ブレーキペダルの踏み込みストロークでもよい）から、運転者が希望している車両の目標減速度 $G_s$ を算出する。

40

次のステップS12においては、この目標減速度 $G_s$ を発生させるために必要な車両の目標総制動力 $T_b$ を、予定の目標制動力マップの検索により、または車両モデルに基づく演算により求める。

【0039】

次のステップS13においては、車輪速センサ群21で検出した車輪速 $V_w$ をもとに、従動輪速（前輪速）から駆動輪速（後輪速）を差し引いて両者間の車輪速偏差を算出し、この車輪速偏差を駆動輪（後輪）の制動スリップ量 $Slip$ とする。

この駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ を算出するに際しては、図3に明示するごとく、右従動輪速（右前輪速）から右駆動輪速（右後輪速）を差し引いて右車輪速偏差を算出

50



すると共に、左従動輪速（左前輪速）から左駆動輪速（左後輪速）を差し引いて左車輪速偏差を算出し、右車輪速偏差および左車輪速偏差のうち、大きい方の車輪速偏差を選択して（MAXにより示す）、駆動輪（後輪）の制動スリップ量Slipとする。

【0040】

ステップS14においては、図4に例示するマップをもとに上記の駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipから駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrを検索し、1から駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrを差し引いて従動輪（前輪）制動力配分比BTOfを算出する。

ここで駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrは、図4から明らかなように駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが多いほど小さくするが、

駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第1の設定スリップ量Slip1未満である場合、駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrを、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第1の設定スリップ量Slip1である時の上限値に保つ。

なお、かかる駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrの上限値は、前後輪制動力配分特性が図6に で例示するごとく実用領域において、当該少ない駆動輪（後輪）制動スリップ量のもとでの図示する前後輪制動力理想配分特性に近似する一定配分比となるような値に対応させる。

【0041】

そして図4に示すごとく、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第1の設定スリップ量Slip1以上、第2の設定スリップ量Slip2未満である場合、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが大きくなるほど駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrを上記の上限値から徐々に低下させる。

かかる駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrの低下は、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが大きくなるにつれて前後輪制動力理想配分特性が図6に示すものから一層なだらかなものに変化するのに対応させ、当該変化した前後輪制動力理想配分特性に対し、上記低下した駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrが前後輪制動力配分特性を近似させ続けるようになす。

【0042】

駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第2の設定スリップ量Slip2以上である場合、駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrを、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第2の設定スリップ量Slip2である時の下限値に保つ。

ここで、駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrの下限値は、前後輪制動力配分特性が図6に で例示するごときものとし、

好ましくは、図1のブレーキコントローラ35につき前述した、液圧式摩擦ブレーキの変更不能な固定の前後輪摩擦制動力配分比に対応する値となすのが良い。

よって、駆動輪（後輪）制動力配分比BTOrと、これから演算により求めた従動輪（前輪）制動力配分比BTOfとで決まる前後輪制動力配分特性は、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが多くなるにつれ、図6の 特性から 特性に向けて変化する。

【0043】

図2のステップS15においては、センサ17で検出したバッテリー蓄電状態SOC（持ち出し可能電力）およびセンサ13で検出したモータ/ジェネレータ回転数Nmなどから決まる許容最大回生制動力Tmaxをマップ検索などにより求める。

次のステップS16においては、ステップS12で求めた目標総制動力Tbに、ステップS14で求めた従動輪（前輪）制動力配分比RTOfを乗じて、従動輪（前輪）の摩擦制動力Tbffを算出する。

【0044】

ステップS17においては、ステップS16で求めた従動輪（前輪）摩擦制動力Tbffに、図1のブレーキコントローラ35につき前述した、液圧式摩擦ブレーキの変更不能な固定の前後輪摩擦制動力配分比RTOmechaを乗じて、駆動輪（後輪）の摩擦制動力Tbrfを算出する。

ステップS18においては、ステップS12で求めた目標総制動力Tbに、ステップS14で求めた駆動輪（後輪）制動力配分比RTOrを乗じて、駆動輪（後輪）の総制動力Tbrを算出す

10

20

30

40

50

る。

【0045】

ステップS19においては、ステップS17で上記のごとくに求めた駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ （負値）と、ステップS18で上記のごとくに求めた駆動輪（後輪）総制動力 $T_{br}$ （負値）とを対比し、 $T_{brf} > T_{br}$ か否かを、つまり $|T_{brf}| < |T_{br}|$ か否かにより、駆動輪（後輪）の回生制動が可能か否かをチェックする。

【0046】

ステップS19で駆動輪（後輪）の回生制動が可能であると判定するときは、ステップS20において、

駆動輪（後輪）総制動力 $T_{br}$ から駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ を差し引いた差値を駆動輪（後輪）回生制動力 $T_{brm}$ とし、これを目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ として図1のごとくモータ/ジェネレータコントローラ33に指令すると共に、

ステップS16およびステップS17で求めた従動輪（前輪）摩擦制動力 $T_{bff}$ および駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ の和値を摩擦制動力指令値 $T_f$ として、図1のごとくブレーキコントローラ35へ出力する。

【0047】

ステップS19で駆動輪（後輪）の回生制動が不能であると判定するときは、ステップS21において、

駆動輪（後輪）回生制動力 $T_{brm} = 0$ とし、これを目標モータ/ジェネレータトルク $t_{Tm}$ として図1のごとくモータ/ジェネレータコントローラ33に指令すると共に、

ステップS16およびステップS17で求めた従動輪（前輪）摩擦制動力 $T_{bff}$ および駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ の和値を摩擦制動力指令値 $T_f$ として、図1のごとくブレーキコントローラ35へ出力する。

【0048】

上記した駆動輪（後輪）回生制動力 $T_{brm}$ 、従動輪（前輪）摩擦制動力 $T_{bff}$ および駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ の算出要領をブロック線図により示すと、図5のごときものとなる。

つまり、車両の目標総制動力 $T_b$ と、駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ に応じた駆動輪（後輪）制動力配分比 $BTO_r$ および従動輪（前輪）制動力配分比 $BTO_f$ とから、

従動輪（前輪）摩擦制動力 $T_{bff}$ （ $= T_b \times BTO_f$ ）を算出すると共に、駆動輪（後輪）総制動力 $T_{br}$ （ $= T_b \times BTO_r$ ）を算出する。

次いで、従動輪（前輪）摩擦制動力 $T_{bff}$ と、液圧式摩擦ブレーキの変更不能な固定の前後輪摩擦制動力配分比 $RTO_{mecha}$ とから、

駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ （ $= T_{bff} \times RTO_{mecha}$ ）を算出し、

前記の駆動輪（後輪）総制動力 $T_{br}$ から駆動輪（後輪）摩擦制動力 $T_{brf}$ を差し引いて得られる差値を駆動輪（後輪）回生制動力 $T_{brm}$ （ $= T_{br} - T_{brf}$ ）する。

【0049】

ところで上記した本実施例においては、駆動輪（後輪）の回生制動力 $T_{brm}$ を、従動輪（前輪）速に対する駆動輪（後輪）速の偏差（駆動輪制動スリップ量 $Slip$ ）に応じ制限するに際し、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が第1の設定スリップ量 $Slip1$ （図4参照）未満である場合、駆動輪（後輪）制動力配分比 $BTO_r$ を、前後輪制動力配分特性が図6に で例示のごとく小スリップ時前後輪制動力理想配分特性に近似した一定の前後輪制動力配分特性となるような上限値となし、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が第2の設定スリップ量 $Slip2$ （図4参照）以上である場合、駆動輪（後輪）制動力配分比 $BTO_r$ を、前後輪制動力配分特性が図6に で例示のごとく液圧式摩擦ブレーキの変更不能な前後輪摩擦制動力配分比に対応した一定の前後輪制動力配分特性となるような上限値となし、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が第1の設定スリップ量 $Slip1$ から第2の設定スリップ量 $Slip2$ まで大きくなるにつれ、このスリップ量変化にともなう前後輪制動力理想配分

10

20

30

40

50

特性の変化に対応させて、駆動輪（後輪）制動力配分比 $B_{TO r}$ を上限値から下限値に向けて低下させ、

かかる駆動輪（後輪）制動力配分比 $B_{TO r}$ に基づき上記回生制動力の制限を行うため、以下の作用効果が奏し得られる。

【0050】

つまり、駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が第1の設定スリップ量 $Slip_1$ 未満である時における駆動輪（後輪）制動力配分比 $B_{TO r}$ の上限値を、図6に示すごとく実用域で、小スリップ時前後輪制動力理想配分に近似する一定の前後輪制動力配分比に対応した配分比としたことにより、

大減速度要求中の回生制動制限時は、図7に示すごとく回生制動力 $A$ が回生制動力制限量 $A_2$ だけ制限されて制限後回生制動力 $A_1$ へと低下され、小減速度要求中の回生制動制限時は、同じ駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ のもとでも、同図に示すとおり回生制動力 $B$ が上記の $A_2$ と異なる回生制動力制限量 $B_2$ だけ制限されて制限後回生制動力 $B_1$ へと低下される。

10

【0051】

図11と同じ条件での動作点移動を示す図6により付言すると、大減速度要求中の回生制動制限時は動作点が $A_3$ 点から、前後輪制動力配分特性上の $A_5$ 点へと移動し、小減速度要求中の回生制動制限時は動作点が $B_3$ 点から、同じ前後輪制動力配分特性上の $B_5$ 点へと移動する。

よって、大減速度要求中の回生制動制限時も、小減速度要求中の回生制動制限時も、動作点が小スリップ時前後輪制動力理想配分特性線に近似する一定の前後輪制動力配分線上に位置して前後輪制動力配分が適切なものとなり、

20

従って、図7に示した大減速度要求中の回生制動制限時における制動力比 $A_1:A_2$ と、小減速度要求中の回生制動制限時における制動力比 $B_1:B_2$ とを同じに保ったスリップ時回生制動力制限制御が行われることとなる。

【0052】

このため、大減速度要求中の回生制動制限時に後輪が前輪よりも先にタイヤ限界性能を超えて制動ロックを生じ、車両の挙動が不安定になるという前記の問題を生ずることがないし、

小減速度要求中の回生制動制限時に回生制動力制限量が不必要に多くなって、回生制動による燃費向上効果が低下するという前記の問題を生ずることもない。

30

【0053】

更に、駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が多くなるにつれ、駆動輪（後輪）制動力配分比 $B_{TO r}$ を、図6の特性に相当する上限値から、同図の特性に相当する下限値に向けて低下させるため、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ の増大時にこれと同方向へ移動する前後輪制動力理想配分特性（図示せず）に対し、駆動輪（後輪）制動力配分比 $B_{TO r}$ が追従して低下することとなり、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ の大きさにかかわらず、回生制動制限の動作点がスリップ量対応の前後輪制動力理想配分特性線に近似する一定の前後輪制動力配分線上に位置して、前後輪制動力配分を絶えず適切なものにすることができ、駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ の大きさにかかわらず上記の作用効果を達成することが可能である。

40

【0054】

また本実施例においては、図3につき前述したごとく、右従動輪速（右前輪速）から右駆動輪速（右後輪速）を差し引いて求めた右車輪速偏差と、左従動輪速（左前輪速）から左駆動輪速（左後輪速）を差し引いて求めた左車輪速偏差との大きい方を駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ とするため、

駆動輪（後輪）制動スリップ量 $Slip$ が大きい左または右駆動輪（左または右後車輪）の制動スリップに基づいて、スリップ防止用の回生制動制限を行うこととなり、スリップ防止を一層確実なものとなし得る。

50

## 【 0 0 5 5 】

なお、駆動輪（後輪）制動スリップ量Slipが第2の設定スリップ量Slip2（図4参照）以上である場合において設定する駆動輪（後輪）制動力配分比 $BTO_r$ の下限値を前記したとおり、液圧式摩擦ブレーキの変更不能な前後輪摩擦制動力配分比 $RTOmecha$ に対応する値とする場合、

無用な駆動輪（後輪）制動力配分比 $BTO_r$ の低下を回避することができ、回生制動力制限量が不必要に多くなって、回生制動による燃費向上効果が低下するのを防止することができる。

## 【 0 0 5 6 】

なお上記では、液圧式摩擦ブレーキが前後輪摩擦制動力配分比 $RTOmecha$ を変更不能なものである場合について説明したが、この場合は図8に示すように、前記したごとくに求めた回生制動力制限後の前後輪制動力比、つまり、前輪摩擦制動力 $Tbff$ そのものである前輪制動力 $Fr$ と、後輪回生制動力 $Tbrm$ および後輪摩擦制動力 $Tbrf$ の和値である後輪制動力 $Rr$ との前後輪制動力比 $Fr : Rr$ が、

液圧式摩擦ブレーキの前後輪摩擦制動力配分比 $RTOmecha (= Tbff / Tbrf)$ を変更不能なため、回生制動力制限前の前後輪制動力比 $C : D$ からずれてしまい、駆動輪（後輪）制動力が大きくなり過ぎる懸念がある。

## 【 0 0 5 7 】

この問題解決のためには、摩擦ブレーキとして前後輪摩擦制動力配分比 $RTOmecha$ を変更不能な摩擦ブレーキを用い、以下のように前輪摩擦制動力 $Tbff$ 、後輪回生制動力 $Tbrm$ および後輪摩擦制動力 $Tbrf$ を求める。

まず、駆動輪（後輪）スリップ量Slipが大きいほど小さくなる前記の駆動輪（後輪）制動力配分比 $RTOr$ に対応した目標前後輪制動力配分比（スリップ量Slipに応じ図6の からへと変化する）から、従動輪（前輪）の摩擦制動力 $Tbff$ および駆動輪（後輪）の制動力目標値 $Tbr$ を求める。

## 【 0 0 5 8 】

次に、この駆動輪（後輪）制動力目標値 $Tbr$ を許容最大回生制動力 $Tmax$ （ステップS15）で賄い得る場合は、駆動輪（後輪）回生制動力 $Tbrm$ を駆動輪制動力目標値 $Tbr$ と同じ値にすると共に、駆動輪（後輪）摩擦制動力 $Tbrf$ を零にし、

駆動輪（後輪）制動力目標値 $Tbr$ を許容最大回生制動力 $Tmax$ で賄い得ない場合は、駆動輪（後輪）回生制動力 $Tbrm$ を許容最大回生制動力 $Tmax$ と同じ値にすると共に、駆動輪（後輪）制動力の不足分（ $Tbr - Tmax$ ）を駆動輪（後輪）摩擦制動力 $Tbrf$ で補うように摩擦ブレーキの前後輪摩擦制動力配分比 $RTOmecha$ を変更する。

## 【 0 0 5 9 】

この場合は図9に示すように、前輪摩擦制動力 $Tbff$ そのものである前輪制動力 $Fr$ と、後輪回生制動力 $Tbrm$ および後輪摩擦制動力 $Tbrf$ の和値である後輪制動力 $Rr$ との前後輪制動力比 $Fr : Rr$ が、回生制動力制限前の前後輪制動力比 $C : D$ からずれることがなくて、駆動輪（後輪）制動力が大きくなり過ぎる懸念を回避することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施例になる回生制動制御装置を具えたフロントエンジン・リヤホイールドライブ式ハイブリッド車両のパワートレートを、その制御システムとともに示す線図的平面図である。

【 図 2 】 図1における統合コントローラが実行する回生制動制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【 図 3 】 図2のメインルーチンにおいて求める駆動輪制動スリップ量の演算処理を示すブロック線図である。

【 図 4 】 図2のメインルーチンにおいて求める駆動輪制動力配分比の変化特性図である。

【 図 5 】 図2のメインルーチンにおいて求める前輪（従動輪）摩擦制動力、後輪（駆動輪）摩擦制動力、および後輪（駆動輪）回生制動力の演算処理を示すブロック線図である。

10

20

30

40

50

【図6】図1～5に示す実施例の回生制動制限制御を説明するのに用いた前後輪制動力配分線図である。

【図7】図1～5に示す実施例の回生制動制限制御を行った後における回生制動力と、摩擦制動力（回生制動力制限量）との関係を示す説明図である。

【図8】液圧式摩擦ブレーキが前後輪摩擦制動力配分比を変更不能な場合において、図1～5に示す実施例の回生制動制限制御を行ったときの後輪回生制動力と、後輪摩擦制動力と、前輪摩擦制動力との関係を示す説明図である。

【図9】液圧式摩擦ブレーキの前後輪摩擦制動力配分比を変更しつつ、図1～5に示す実施例の回生制動制限制御を行う場合の後輪回生制動力と、後輪摩擦制動力と、前輪摩擦制動力との関係を示す説明図である。

【図10】従来の回生制動制限制御を行った後における回生制動力と、摩擦制動力（回生制動力制限量）との関係を示す説明図である。

【図11】従来の回生制動制限制御を説明するのに用いた前後輪制動力配分線図である。

【符号の説明】

【0061】

1 エンジン（原動機）

2FL,2FR 左右前輪（左右従動輪）

3RL,3RR 左右後輪（左右駆動輪）

4 自動変速機

6 モータ/ジェネレータ（原動機）

7 第1クラッチ

9 第2クラッチ

11 統合コントローラ

12 エンジン回転センサ

13 モータ/ジェネレータ回転センサ

14 変速機入力回転センサ

15 変速機出力回転センサ

16 アクセル開度センサ

17 蓄電状態センサ

18 マスターシリンダ液圧センサ

21 車輪速センサ群

31 バッテリ

32 エンジンコントローラ

33 モータ/ジェネレータコントローラ

34 インバータ

35 ブレーキコントローラ

36 第1クラッチコントローラ

37 第1クラッチ締結圧制御ユニット

38 変速機コントローラ

39 第2クラッチ締結圧制御ユニット

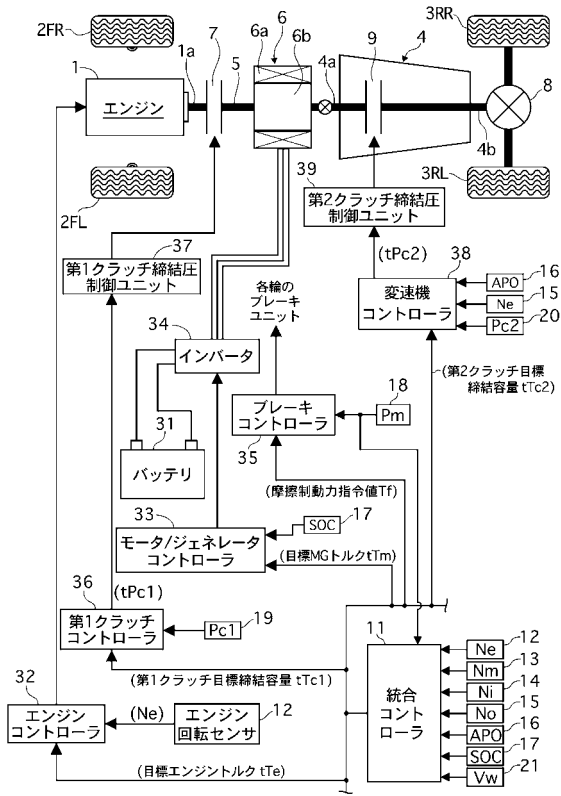
10

20

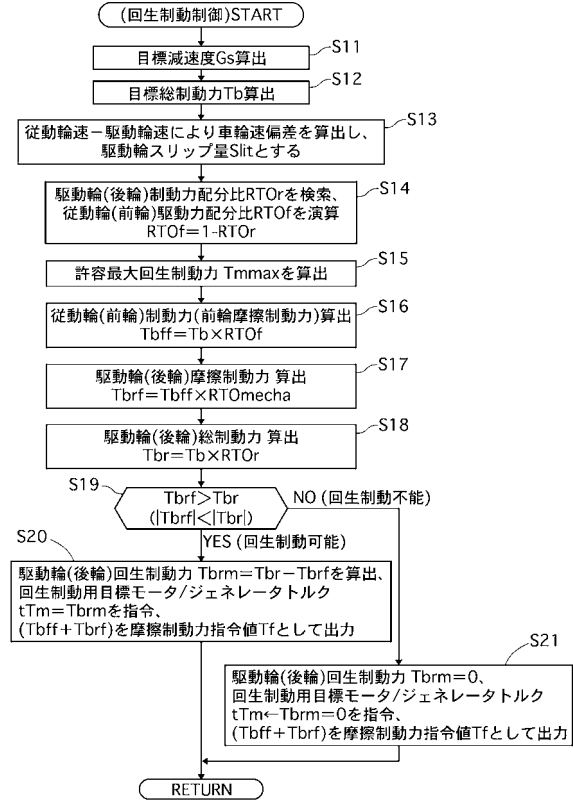
30

40

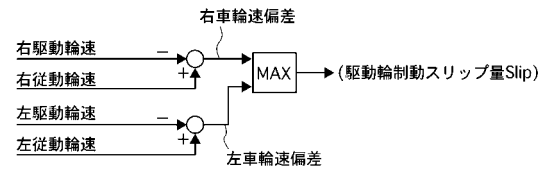
【 図 1 】



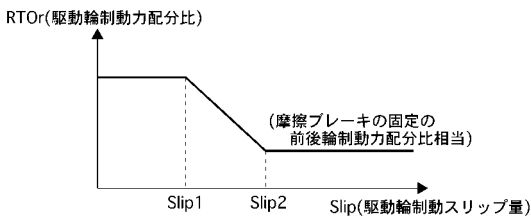
【 図 2 】



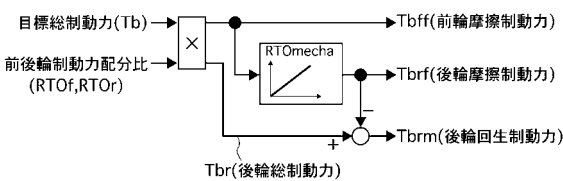
【 図 3 】



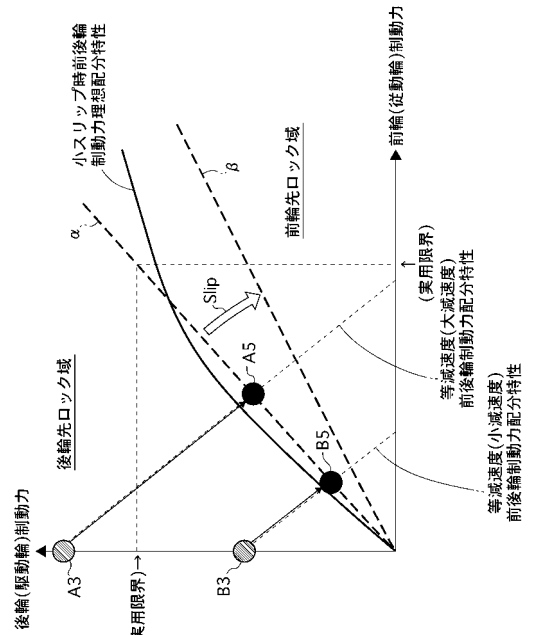
【 図 4 】



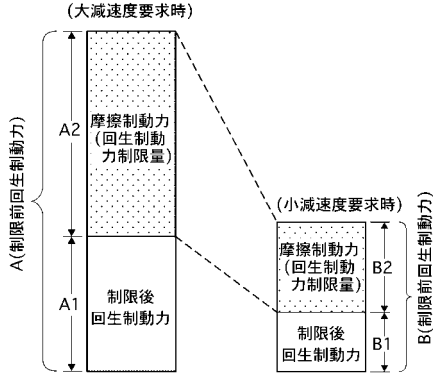
【 図 5 】



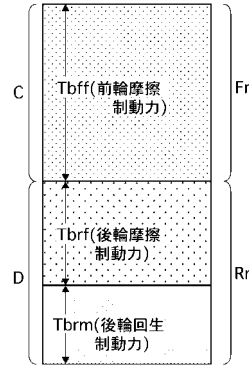
【 図 6 】



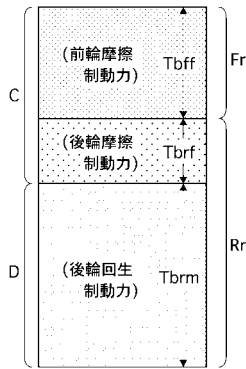
【 図 7 】



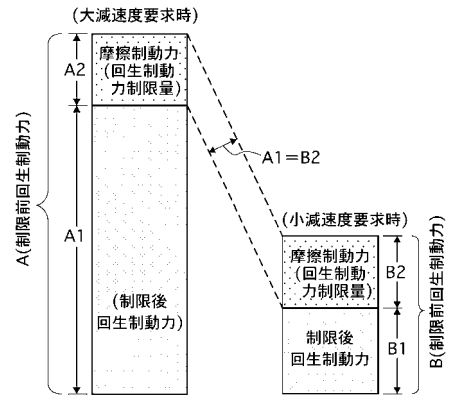
【 図 9 】



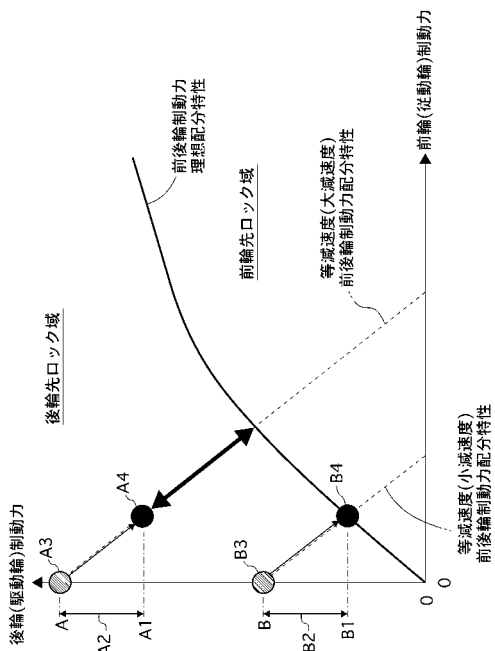
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 11 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<b>B 6 0 W 10/18 (2006.01)</b>	B 6 0 K	6/20	4 0 0	
<b>B 6 0 W 10/10 (2006.01)</b>	B 6 0 K	6/20	3 5 0	
<b>B 6 0 K 6/48 (2007.10)</b>	B 6 0 K	6/48		
<b>B 6 0 K 6/543 (2007.10)</b>	B 6 0 K	6/543		
<b>B 6 0 K 6/547 (2007.10)</b>	B 6 0 K	6/547		
<b>B 6 0 T 8/17 (2006.01)</b>	B 6 0 T	8/17		C
<b>B 6 0 T 8/1766 (2006.01)</b>	B 6 0 T	8/1766		

Fターム(参考) 5H115 PC06 PG04 PI16 PI29 PO17 PU08 PU25 PV09 QE10 Q104  
 Q107 Q115 QN03 QN13 QN27 RB08 RB21 SE04 T023 TR03  
 TR05