

(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2006-248331

(P2006-248331A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int. Cl.  
B60K 17/35 (2006.01)

F I  
B60K 17/35 B

テーマコード(参考)  
3D043

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-65996(P2005-65996)  
(22) 出願日 平成17年3月9日(2005.3.9)

(71) 出願人 000005348  
富士重工業株式会社  
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号  
(74) 代理人 100076233  
弁理士 伊藤 進  
(72) 発明者 松野 浩二  
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士  
重工業株式会社内  
(72) 発明者 米田 毅  
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士  
重工業株式会社内  
Fターム(参考) 3D043 AA03 AB01 AB17 EA02 EA18  
EA25 EA42 EE02 EE03 EE07  
EE08 EE12 EF14 EF18 EF19

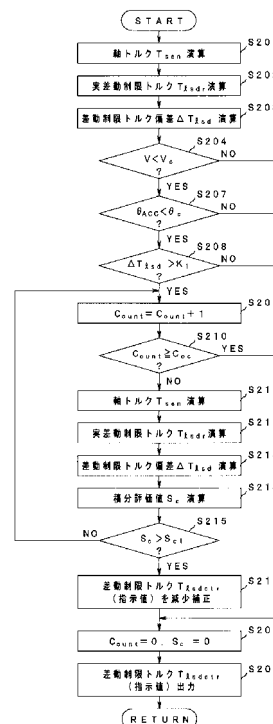
(54) 【発明の名称】 4輪駆動車の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 タイトコーナブレーキング現象を確実に防止しつつ差動制限機構の機能を十分に安定して発揮させる。

【解決手段】 前軸力検出センサ34によりベアリング22に作用するx、y、z方向の各力 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ を直接検出し、この力を基に実差動制限トルク $T_{lsdr}$ を演算し、該実差動制限トルク $T_{lsdr}$ と前後軸差動制限トルク $T_{lsdctr}$ (指示値)との偏差 $\Delta T_{lsd}$ を演算し、低車速で、アクセル開度が低開度の際に、実差動制限トルク $T_{lsdr}$ の前後軸差動制限トルク $T_{lsdctr}$ (指示値)に対する振動状態を示す設定時間以内の積分評価値 $S_c$ が大きい場合に、前後軸差動制限トルク $T_{lsdctr}$ (指示値)を予め設定しておいた一定値減少補正する。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エンジンからの駆動力を前軸側と後軸側とに所定に配分する差動制限手段と、  
車両の走行状態に応じて上記差動制限手段に対する差動制限トルクの指示値を演算する  
差動制限制御手段と、

前軸と後軸のどちらかの軸トルクを検出する軸トルク検出手段と、

上記検出した軸トルクを基に上記差動制限手段における実際の差動制限トルクを演算する  
実差動制限トルク演算手段と、

上記実際の差動制限トルクと上記差動制限トルクの指示値とを比較して、上記差動制限  
トルクの指示値に対して上記実際の差動制限トルクが振動する振動状態を検出する振動状態  
検出手段と、 10

上記振動状態検出手段で予め設定した振動状態を検出した際に、上記差動制限トルクの  
指示値を減少補正する差動制限トルク補正手段と、

を備えたことを特徴とする 4 輪駆動車の制御装置。

## 【請求項 2】

上記振動状態検出手段は、車速が予め設定しておいた値より小さい場合に上記振動状態  
の検出を行うことを特徴とする請求項 1 記載の 4 輪駆動車の制御装置。

## 【請求項 3】

上記振動状態検出手段は、アクセル開度が予め設定しておいた値より小さい場合に上記  
振動状態の検出を行うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の 4 輪駆動車の制御装  
置。 20

## 【請求項 4】

上記振動状態検出手段は、上記差動制限トルクの指示値に対する上記実際の差動制限ト  
ルクの偏差を演算し、該偏差の大きさと、該偏差の絶対値の積分値とにより上記振動状態  
の検出を行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一つに記載の 4 輪駆動車の  
制御装置。

## 【請求項 5】

上記振動状態検出手段は、上記差動制限トルクの指示値に対する上記実際の差動制限ト  
ルクの偏差を演算し、該偏差の大きさと、上記差動制限トルクの指示値の 2 乗値と上記実  
際の差動制限トルクの 2 乗値との差の絶対値の平方根の積分値とにより上記振動状態の検  
出を行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一つに記載の 4 輪駆動車の制  
御装置。 30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、エンジンからの駆動力を差動制限機構により前軸側と後軸側とに所定に配分  
制御する 4 輪駆動車の制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、4 輪駆動車においては、センタデファレンシャルによる差動、或いは、前軸に対  
する後軸の差動を、クラッチ要素を用いた差動制限機構により制限制御して、前後駆動力  
配分を任意に可変設定する様々なタイプのものが提案され、実用化されている。こうした  
4 輪駆動車では、前後軸を略直結として旋回する際に生じるタイトコーナブレーキング現  
象を抑制するため様々な制御が提案されており、例えば、特開昭 62 - 155133 号公  
報には、前輪駆動軸に前輪トルクセンサを設け、前輪の負トルクを検出した場合にセンタ  
デフ差動機構の制限を減少、または、解除することで、タイトコーナブレーキング現象を  
防止することが開示されている。 40

【特許文献 1】特開昭 62 - 155133 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかしながら、駆動系のガタ等により0近辺のトルク検出は不安定である場合が多く、こうした不安定な検出状態の基で上述の特許文献1のように制御すると、制御が不安定になってしまう虞がある。また、実用上はある程度の負トルクは許容できることは経験的に知られており、更に、エンジンブレーキ等の制動時には通常でも駆動系のトルクが負になることから、上述の特許文献1のように前輪の負トルクを検出した場合の制御を実行すると、不安定な制御となるばかりでなく差動制限機構の機能を十分に発揮させることができないという問題もある。

## 【0004】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、タイトコーナブレーキング現象を確実に防止しつつ差動制限機構の機能を十分に安定して発揮させることが可能な4輪駆動車の制御装置を提供することを目的とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、エンジンからの駆動力を前軸側と後軸側とに所定に配分する差動制限手段と、車両の走行状態に応じて上記差動制限手段に対する差動制限トルクの指示値を演算する差動制限制御手段と、前軸と後軸のどちらかの軸トルクを検出する軸トルク検出手段と、上記検出した軸トルクを基に上記差動制限手段における実際の差動制限トルクを演算する実差動制限トルク演算手段と、上記実際の差動制限トルクと上記差動制限トルクの指示値とを比較して、上記差動制限トルクの指示値に対して上記実際の差動制限トルクが振動する振動状態を検出する振動状態検出手段と、上記振動状態検出手段で予め設定した振動状態を検出した際に、上記差動制限トルクの指示値を減少補正する差動制限トルク補正手段とを備えたことを特徴としている。

20

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明による4輪駆動車の制御装置によれば、タイトコーナブレーキング現象を確実に防止しつつ差動制限機構の機能を十分に安定して発揮させることが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

30

図1乃至図6は本発明の実施の一形態を示し、図1は4輪駆動車全体の概略構成を示す説明図、図2はセンタデファレンシャル差動制限制御部の機能ブロック図、図3は目標作動回転数と制御開始差動回転数の車速との関係を示す説明図、図4は制御開始差動回転数の舵角との関係を示す説明図、図5は前後軸差動制限トルク演算プログラムのフローチャート、図6は前後軸差動制限トルク補正プログラムのフローチャートである。

## 【0008】

図1において、符号1は車両前部に配置されたエンジンを示し、このエンジン1による駆動力は、エンジン1後方の自動変速装置(トルクコンバータ等も含んで図示)2からトランスミッション出力軸2aを経てセンタデファレンシャル装置3に伝達される。

## 【0009】

40

センタデファレンシャル装置3に伝達された駆動力は、リヤドライブ軸4、プロペラシャフト5、ドライブピニオン軸部6を介して後輪終減速装置7に入力される一方、トランスファドライブギヤ8、トランスファドリブンギヤ9、ドライブピニオン軸部となっているフロントドライブ軸10を介して前輪終減速装置11に入力される。ここで、自動変速装置2、センタデファレンシャル装置3および前輪終減速装置11等は、一体にケース12内に設けられている。

## 【0010】

後輪終減速装置7に入力された駆動力は、後輪左ドライブ軸13rlを経て左後輪14rlに伝達される一方、後輪右ドライブ軸13rrを経て右後輪14rrに伝達される。また、前輪終減速装置11に入力された駆動力は、前輪左ドライブ軸13flを経て左前輪14flに

50

伝達される一方、前輪右ドライブ軸 1 3 fr を経て右前輪 1 4 fr に伝達される。

【 0 0 1 1 】

センタデファレンシャル装置 3 は、入力側のトランスミッション出力軸 2 a に大径の第 1 のサンギヤ 1 5 が形成されており、この第 1 のサンギヤ 1 5 が小径の第 1 のピニオン 1 6 と噛合して第 1 の歯車列が構成されている。

【 0 0 1 2 】

また、後輪への出力を行うリヤドライブ軸 4 には、小径の第 2 のサンギヤ 1 7 が形成されており、この第 2 のサンギヤ 1 7 が大径の第 2 のピニオン 1 8 と噛合して第 2 の歯車列が構成されている。

【 0 0 1 3 】

第 1 のピニオン 1 6 と第 2 のピニオン 1 8 は、ピニオン部材 1 9 に一体に形成されており、複数（例えば 3 個）のピニオン部材 1 9 が、キャリア 2 0 に設けた固定軸に回転自在に軸支されている。そして、このキャリア 2 0 の前端には、トランスファドライブギヤ 8 が連結され、前輪への出力が行われる。

【 0 0 1 4 】

また、キャリア 2 0 には、前方からトランスミッション出力軸 2 a が回転自在に挿入される一方、後方からはリヤドライブ軸 4 が回転自在に挿入されて、空間中央に第 1 のサンギヤ 1 5 と第 2 のサンギヤ 1 7 を格納している。そして、複数のピニオン部材 1 9 の各第 1 のピニオン 1 6 が第 1 のサンギヤ 1 5 に、各第 2 のピニオン 1 8 が第 2 のサンギヤ 1 7 に、共に噛合されている。

【 0 0 1 5 】

こうして、入力側の第 1 のサンギヤ 1 5 に対し、第 1 , 第 2 のピニオン 1 6 , 1 8 、及び、第 2 のサンギヤ 1 7 を介して一方の出力側（後軸側）とし、第 1 , 第 2 のピニオン 1 6 , 1 8 のキャリア 2 0 を介して他方の出力側（前軸側）として噛み合い構成され、リングギヤの無い複合プラネタリギヤを成している。

【 0 0 1 6 】

そして、かかる複合プラネタリギヤ式センタデファレンシャル装置 3 は、第 1 , 第 2 のサンギヤ 1 5 , 1 7 、および、これらサンギヤ 1 5 , 1 7 の周囲に複数個配置される第 1 , 第 2 のピニオン 1 6 , 1 8 の歯数を適切に設定することで差動機能を有する。

【 0 0 1 7 】

また、第 1 , 第 2 のピニオン 1 6 , 1 8 と第 1 , 第 2 のサンギヤ 1 5 , 1 7 との噛み合いピッチ半径を適切に設定することで、基準トルク配分が所望の配分（例えば、後輪偏重にした不等トルク配分；前軸側：後軸側 = 3 5 : 6 5 ）となっている。

【 0 0 1 8 】

また、センタデファレンシャル装置 3 の 2 つの出力部材、すなわちキャリア 2 0 とリヤドライブ軸 4 との間には、前後軸間の駆動力配分を可変する、差動制限手段としての油圧式多板クラッチを採用したセンタデフクラッチ 2 1 が設けられている。そして、このセンタデフクラッチ 2 1 の締結トルクを制御することで、前後輪のトルク配分が、前後 5 0 : 5 0 の直結による 4 WD から、センタデファレンシャル装置 3 によるトルク配分比（例えば前後 3 5 : 6 5 ）の範囲で可変制御することが可能となっている。

【 0 0 1 9 】

センタデフクラッチ 2 1 は、複数のソレノイドバルブを擁した油圧回路で構成するセンタデフクラッチ駆動部 4 1 と接続されており、このセンタデフクラッチ駆動部 4 1 で発生される油圧で解放、締結が行われる。そして、センタデフクラッチ駆動部 4 1 を駆動させる制御信号（各ソレノイドバルブに対する出力信号）は、後述のセンタデファレンシャル差動制限制御部 4 0 から出力される。

【 0 0 2 0 】

車両には、各車輪 1 4 fl , 1 4 fr , 1 4 rl , 1 4 rr の車輪速  $fl$  ,  $fr$  ,  $rl$  ,  $rr$  を検出する車輪速センサ 3 1 fl , 3 1 fr , 3 1 rl , 3 1 rr 、ハンドル角  $H$  を検出するハンドル角センサ 3 2 、アクセル開度  $ACC$  を検出するアクセル開度センサ 3 3 、フロントド

10

20

30

40

50

ライブ軸 10 を支持するベアリング 22 に作用する力を検出する前軸力検出センサ 34 が設けられており、これらからの各信号は、センタデファレンシャル差動制限制御部 40 に入力される。

【0021】

ここで、前軸力検出センサ 34 は、例えば、特開平 9 - 2240 号公報に開示されるセンサであり、前軸側に作用する力を、ベアリング 22 に作用する前後方向 (x 方向)、横方向 (y 方向)、及び、縦方向 (z 方向) の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  として、ベアリング 22 に生じる変位量に基づき検出するものである。

【0022】

また、エンジン 1 に関して燃料噴射制御等の各種制御を実行するエンジン制御部 35 が、センタデファレンシャル差動制限制御部 40 と接続されており、このエンジン制御部 35 からはエンジン回転数  $N_e$ 、エンジン出力トルク  $T_e$  がセンタデファレンシャル差動制限制御部 40 に入力される。

10

【0023】

更に、自動変速装置 2 に関して変速制御等の各種制御を実行するトランスミッション制御部 36 が、センタデファレンシャル差動制限制御部 40 と接続されており、このトランスミッション制御部 36 からはトルクコンバータのタービン回転数  $N_t$  と自動変速装置 2 のギヤ比  $i$  がセンタデファレンシャル差動制限制御部 40 に入力される。

【0024】

そして、センタデファレンシャル差動制限制御部 40 は、車輪速  $fl$ 、 $fr$ 、 $rl$ 、 $rr$ 、ハンドル角  $H$  を基に前後軸の実際の差動回転数と目標差動回転数とに応じて前後軸差動制限トルクの指示値を演算する。また、車輪速  $fl$ 、 $fr$ 、 $rl$ 、 $rr$ 、アクセル開度  $ACC$ 、ベアリング 22 に作用する  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、エンジン回転数  $N_e$ 、エンジン出力トルク  $T_e$ 、タービン回転数  $N_t$ 、自動変速装置 2 のギヤ比  $i$  を基に前後軸差動制限トルクの指示値を必要に応じて減少補正してセンタデフクラッチ駆動部 41 に出力する。

20

【0025】

すなわち、センタデファレンシャル差動制限制御部 40 は、マイクロコンピュータとその周辺回路とで構成され、図 2 に示すように、車速演算部 40a、前後軸実差動回転数演算部 40b、前後目標差動回転数設定部 40c、前後差動回転数偏差演算部 40d、前後制御開始差動回転数設定部 40e、前後制御開始条件判定部 40f、前後軸第 1 の差動制限トルク演算部 40g、前後軸第 2 の差動制限トルク演算部 40h、前後軸差動制限トルク演算部 40i、前軸トルク変換部 40j、前後軸差動制限トルク設定部 40k から主に構成されている。尚、本実施の形態では、車速演算部 40a ~ 前後軸差動制限トルク演算部 40i が前後軸差動制限トルクの指示値を演算する差動制限制御手段としての機能部として設けられている。

30

【0026】

車速演算部 40a は、4 輪の車輪速センサ、すなわち各車輪速度センサ 31  $fl$ 、31  $fr$ 、31  $rl$ 、31  $rr$  から各車輪 14  $fl$ 、14  $fr$ 、14  $rl$ 、14  $rr$  の車輪速度  $fl$ 、 $fr$ 、 $rl$ 、 $rr$  が入力され、例えばこれらの平均を演算することにより車速  $V$  を演算し、前後目標差動回転数設定部 40c、前後制御開始差動回転数設定部 40e、前後軸差動制限トルク設定部 40k に出力する。

40

【0027】

前後軸実差動回転数演算部 40b は、各車輪速度センサ 31  $fl$ 、31  $fr$ 、31  $rl$ 、31  $rr$  から各車輪 14  $fl$ 、14  $fr$ 、14  $rl$ 、14  $rr$  の車輪速度  $fl$ 、 $fr$ 、 $rl$ 、 $rr$  が入力され、前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  を以下の (1) 式により演算する。

$$ctr = | ((fl + fr) / 2) - ((rl + rr) / 2) | \dots (1)$$

【0028】

そして、前後軸実差動回転数演算部 40b で演算された前軸と後軸との間の実際の差動

50

回転数  $ctr$  は、前後差動回転数偏差演算部 40d と前後制御開始条件判定部 40f に出力される。

【0029】

前後目標差動回転数設定部 40c は、車速演算部 40a から車速  $V$  が入力され、例えば、予め実験や演算等により求めておいた車速  $V$  と前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  のマップを参照して、車速  $V$  に応じた前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  を設定する。

【0030】

この車速  $V$  と前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  のマップは、例えば図 3 に示すように設定されており、前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  は、予め車両諸元等に基づき、実際の走行で生じる種々の誤差を考慮しながら、車速  $V$  が大きくなるほど、次第に小さくなるように予め設定されている。

10

【0031】

前後目標差動回転数設定部 40c で設定された前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  は、前後差動回転数偏差演算部 40d に出力される。

【0032】

前後差動回転数偏差演算部 40d は、前後軸実差動回転数演算部 40b から前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  が、前後目標差動回転数設定部 40c から前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  が入力され、これらの偏差（前後差動回転数偏差）  $ctr$  を以下の（2）式により演算し、前後軸第 1 の差動制限トルク演算部 40g と前後軸第 2 の差動制限トルク演算部 40h に出力する。

20

$$ctr = ctr - ctr_{rt} \quad \dots (2)$$

【0033】

前後制御開始差動回転数設定部 40e は、車速演算部 40a から車速  $V$  が入力され、例えば、予め実験や演算等により求めておいた車速  $V$  と前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  のマップを参照して、車速  $V$  に応じた前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  を設定する。

【0034】

この前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  は、前後目標差動回転数  $ctr_{rt}$  よりも小さな値で、後述するように前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  の下限値となるものとして設定される。そして、車速  $V$  と前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  のマップは、例えば図 3 に示すように設定されており、前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  は、予め車両諸元等に基づき、実際の走行で生じる種々の誤差を考慮しながら、車速  $V$  が大きくなるほど、次第に小さくなるように予め設定されている。

30

【0035】

尚、本実施の形態においては、前後制御開始差動回転数設定部 40e には、ハンドル角センサ 32 からハンドル角  $H$  が入力されるようになっており、車速  $V$  に応じて設定した前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  を、更に舵角により補正して正確に設定可能になっている。この舵角による補正は、例えば図 4 に示すような特性のマップで行い、舵角が大きい程、前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  を大きく補正する。

【0036】

こうして、前後制御開始差動回転数設定部 40e で設定された前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  は、前後制御開始条件判定部 40f に出力される。

40

【0037】

前後制御開始条件判定部 40f は、前後軸実差動回転数演算部 40b から前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  が、前後制御開始差動回転数設定部 40e から前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  が入力され、前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  と前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  とを比較して、前後制御開始条件が成立しているか否か判定する。

【0038】

すなわち、前後制御開始条件判定部 40f は、前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $ctr$  が前後制御開始差動回転数  $ctr_{rs}$  より大きい場合には、制御開始条件が成立してい

50

ると判定し、この判定結果を前後軸第1の差動制限トルク演算部40gと前後軸第2の差動制限トルク演算部40hに出力する。

【0039】

前後軸第1の差動制限トルク演算部40gは、前後差動回転数偏差演算部40dから前後差動回転数偏差  $\text{ctr}$ が、前後制御開始条件判定部40fから制御開始条件の判定結果が入力され、例えば、以下のように前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}}$ を演算する。

$$s_{\text{ctr}} = \text{ctr} + k_{\text{ictr}} \cdot (\text{ctr}) \, dt \quad \dots (3)$$

(但し、積分範囲は0からtまで)

ここで、 $k_{\text{ictr}}$ は積分項ゲインである。

【0040】

$$x = k_{\text{wctr}} \cdot j_{\text{wctr}} \cdot (d_{\text{ctr}} / dt) + T_{\text{sgctr}} \cdot (s_{\text{ctr}} / (|s_{\text{ctr}}| + \text{ctr})) \quad \dots (4)$$

ここで、 $k_{\text{wctr}}$ は微分項ゲイン、 $j_{\text{wctr}}$ は慣性項、 $T_{\text{sgctr}}$ は切換ゲイン、 $\text{ctr}$ はチャタリング防止のため差動制限力を連続化する定数である。

【0041】

そして、 $x > 0$ の場合は、前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}} = x$ とし、 $x \leq 0$ の場合は、前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}} = 0$ とする。また、前後制御開始条件判定部40fからの制御開始条件の判定結果を参照し、 $\text{ctr} > \text{ctrs}$ で制御開始条件が不成立の場合には、 $T_{\text{smcctr}} = x$ であっても、 $T_{\text{smcctr}} = 0$ とすると共に、 $(\text{ctr}) \, dt = 0$  (但し、積分範囲は0からtまで)にリセットする。

【0042】

すなわち、前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $\text{ctr}$ が、下限値である前後制御開始差動回転  $\text{ctrs}$ を下回る場合には、センタデフクラッチ21が静止摩擦係数でロックする状態を回避すべく、前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}} = 0$ とする。そして、更に、積分項  $(\text{ctr}) \, dt = 0$  (但し、積分範囲は0からtまで)をリセットすることにより、積分項が異常に低い値となり、実際にセンタデフクラッチ21が再び滑り始めたときの制御遅れが増大し、結果的にクラッチのスティックスリップを助長してしまうことを有効に防止する。こうして、演算された前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}}$ は、前後軸差動制限トルク演算部40iに出力される。

【0043】

前後軸第2の差動制限トルク演算部40hは、前後差動回転数偏差演算部40dから前後差動回転数偏差  $\text{ctr}$ が、前後制御開始条件判定部40fから制御開始条件の判定結果が入力され、例えば、以下のように前後軸第2の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}}$ を演算する。

【0044】

すなわち、前後差動回転数偏差  $\text{ctr}$ が、0より大きい場合は、前後軸第2の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}} = k_{\text{pcctr}} \cdot \text{ctr}$ とし、前後差動回転数偏差  $\text{ctr}$ が、0以下の場合は、前後軸第2の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}} = 0$ とする。ここで、 $k_{\text{pcctr}}$ は比例項ゲインである。そして、前後制御開始条件判定部40fからの制御開始条件の判定結果を参照し、 $\text{ctr} > \text{ctrs}$ で制御開始条件が不成立の場合には、 $T_{\text{pcctr}} = k_{\text{pcctr}} \cdot \text{ctr}$ であっても、 $T_{\text{pcctr}} = 0$ とし、センタデフクラッチ21が静止摩擦係数でロックする状態を回避する。こうして演算された前後軸第2の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}}$ は、前後軸差動制限トルク演算部40iに出力される。

【0045】

前後軸差動制限トルク演算部40iは、前後軸第1の差動制限トルク演算部40gから前後軸第1の差動制限トルク  $T_{\text{smcctr}}$ が、前後軸第2の差動制限トルク演算部40hから前後軸第2の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}}$ が入力され、以下の(5)式により、前後軸差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$ を演算し、前後軸差動制限トルク設定部40jに出力する。

$$T_{\text{lsdctr}} = T_{\text{smcctr}} + T_{\text{pcctr}} \quad \dots (5)$$

【0046】

尚、上述の車速演算部40a～前後軸差動制限トルク演算部40iにより演算される前

10

20

30

40

50

後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  は、後述する前後軸差動制限トルク設定部 40k で必要とされてから演算されるものであっても、或いは、常時演算しておき前後軸差動制限トルク設定部 40k で必要に応じて読み込まれるものであっても良い。

【0047】

前軸トルク変換部 40j は、前軸力検出センサ 34 からベアリング 22 に作用する  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  が入力される。そして、これらの力を基に予め記憶しておいたマップを参照し、或いは、予め設定しておいた実験式等に適用して、フロントドライブ軸 10 の軸トルク  $T_{sen}$  を演算し、前後軸差動制限トルク設定部 40k に出力する。ここで、上述のマップとは、例えば、軸トルク  $T_{sen}$  と  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  との相関を予め実験、計算等によりマッピングし、作成しておいたものである。このように、前軸力検出センサ 34 と前軸トルク変換部 40j とで軸トルク検出手段が構成されている。

10

【0048】

前後軸差動制限トルク設定部 40k は、アクセル開度センサ 33 からアクセル開度  $ACC$  が、エンジン制御部 35 からエンジン回転数  $N_e$ 、エンジン出力トルク  $T_e$  が、トランスミッション制御部 36 からトルクコンバータのタービン回転数  $N_t$  と自動変速装置 2 のギヤ比  $i$  が、車速演算部 40a から車速  $V$  が、前後軸差動制限トルク演算部 40i から前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) が、前軸トルク変換部 40j から軸トルク  $T_{sen}$  が入力される。

【0049】

20

そして、後述する図 6 に示すフローチャートに示すように、以下の (6) 式により、実際の前後軸差動制限トルク (実差動制限トルク)  $T_{lsdr}$  を演算し、該実差動制限トルク  $T_{lsdr}$  と前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) との偏差  $T_{lsd} (= T_{lsdctr} - T_{lsdr})$  を演算し、車速  $V$  が設定値  $V_c$  よりも低く、且つ、アクセル開度  $ACC$  が設定値  $c$  よりも低い時に、以下 (8) 式で定義する、実差動制限トルク  $T_{lsdr}$  の前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) に対する振動状態を示す設定時間以内の積分評価値  $S_c$  が大きい場合に、前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) を予め設定しておいた一定値減少補正してセンタデフクラッチ駆動部 41 に出力する。

【0050】

すなわち、実際の前後軸差動制限トルク (実差動制限トルク)  $T_{lsdr}$  は、

30

$$T_{lsdr} = T_t \cdot D_t - T_{sen} \quad \dots (6)$$

で演算される。ここで、 $T_t$  はセンタデファレンシャル装置 3 への入力トルクで以下の (7) 式により演算される。また、 $D_t$  はセンタデファレンシャル装置 3 が備えた前輪への駆動力配分率 (センタデフクラッチ 21 が無い場合での前輪への駆動力配分率) であり、本実施形態の場合では、0.35 である。尚、センタデファレンシャルがなく、後輪への駆動力配分をクラッチ締結力にのみで制御する前輪ベースの 4 輪駆動車においては、この  $D_t$  は、1.0 となる。

【0051】

$$T_t = T_e \cdot t \cdot i \quad \dots (7)$$

ここで、 $t$  はトルクコンバータのトルク比であり、予め設定されている、トルクコンバータの回転速度比  $e (= N_t / N_e)$  とトルクコンバータのトルク比とのマップを参照することにより求められる。

40

【0052】

また、実差動制限トルク  $T_{lsdr}$  の前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) に対する振動状態を示す設定時間以内の積分評価値  $S_c$  は、

$$S_c = \int |T_{lsd}| dt \quad \dots (8)$$

で演算される。

【0053】

尚、積分評価値  $S_c$  は、より変化量を大きく捉えることのできる、以下 (9) 式で示すような、前後軸差動制限トルク  $T_{lsdctr}$  (指示値) の 2 乗値と実差動制限トルク  $T_{lsdr}$  の

50



2乗値との差の絶対値の平方根の積分値で演算するようにしても良い。

$$S c = \left( | T l s d c t r^2 - T l s d r^2 | \right)^{1 / 2} d t \quad \dots (9)$$

【0054】

このように、前後軸差動制限トルク設定部40kは、実差動制限トルク演算手段、振動状態検出手段、及び、差動制限トルク補正手段としての機能を有して構成されている。

【0055】

次に、センタデファレンシャル差動制限制御部40での処理の流れを、図5及び図6のフローチャートで説明する。まず、前後軸差動制限トルクT l s d c t r(指示値)を演算する車速演算部40a～前後軸差動制限トルク演算部40iにおける処理を、図5に示すフローチャートで説明する。

10

【0056】

まず、ステップ(以下、「S」と略称)101では、車速演算部40aで車速Vを演算し、S102に進んで、前後目標差動回転数設定部40cで、車速Vと前後目標差動回転数 c t r tのマップを参照して、車速Vに応じた前後目標差動回転数 c t r tを設定する。

【0057】

次に、S103に進み、前後制御開始差動回転数設定部40eで、車速Vと前後制御開始差動回転 c t r sのマップを参照し、また、ハンドル角で補正を加えて前後制御開始差動回転 c t r sを設定する。

【0058】

次いで、S104に進み、前後軸実差動回転数演算部40bで(1)式を基に前軸と後軸との間の実際の差動回転数 c t rを演算する。

20

【0059】

その後、S105に進むと、前後制御開始条件判定部40fで、前軸と後軸との間の実際の差動回転数 c t rと前後制御開始差動回転 c t r sとの比較を行い、前軸と後軸との間の実際の差動回転数 c t rが前後制御開始差動回転 c t r sより大きい場合は、前後制御開始条件が成立していると判定してS106に進む。

【0060】

こうして、S106に進むと、前後差動回転数偏差演算部40dで(2)式により前後差動回転数偏差 c t rの演算が行われ、S107に進む。

30

【0061】

S107では、前後軸第1の差動制限トルク演算部40gにおいて、前後差動回転数偏差 c t rの積分値、すなわち、 $\int c t r d t$ (但し、積分範囲は0からtまで)の演算が行われ、S108に進んで、前後軸第1の差動制限トルク演算部40gで前後軸第1の差動制限トルクT s m s s t rの演算が実行される。この前後軸第1の差動制限トルクT s m s s t rの演算は、(4)式で演算されるxの値に依存され、 $x > 0$ の場合は、前後軸第1の差動制限トルクT s m s s t r = xに設定され、 $x \leq 0$ の場合は、前後軸第1の差動制限トルクT s m s s t r = 0と設定される。

【0062】

次いで、S109に進むと、前後軸第2の差動制限トルク演算部40hにおいて、前後軸第2の差動制限トルクT p c c t rの演算が実行される。具体的には、前後差動回転数偏差 c t rが、0より大きい場合は、前後軸第2の差動制限トルクT p c c t r = k p c c t r \cdot c t rとされ、前後差動回転数偏差 c t rが、0以下の場合は、前後軸第2の差動制限トルクT p c c t r = 0とされる。

40

【0063】

次に、S110に進み、前後軸差動制限トルク演算部40iにおいて、前述の(5)式、すなわち、前後軸第1の差動制限トルクT s m s s t rと前後軸第2の差動制限トルクT p c c t rの和を演算して、前後軸差動制限トルクT l s d c t r(指示値)を演算し、プログラムを抜ける。

【0064】

50

一方、上述の S 1 0 5 の判定で、前軸と後軸との間の実際の差動回転数  $\text{ctr}$  が前後制御開始差動回転  $\text{ctrs}$  以下の場合は、前後制御開始条件は不成立として S 1 1 1 に進む。

【 0 0 6 5 】

S 1 1 1 では、前後軸第 1 の差動制限トルク  $T_{\text{smsstr}}$ 、前後軸第 2 の差動制限トルク  $T_{\text{pcctr}}$ 、最終的な前後軸差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を 0 に設定する。

【 0 0 6 6 】

その後、S 1 1 2 に進んで、前後軸第 1 の差動制限トルク演算部 4 0 g において、前後差動回転数偏差  $\text{ctr}$  の積分値を 0 にリセットして、プログラムを抜ける。

【 0 0 6 7 】

次に、上述の図 5 のフローチャートで演算される前後軸差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を補正する、前軸トルク変換部 4 0 j 及び前後軸差動制限トルク設定部 4 0 k で実行される処理を、図 6 に示すフローチャートで説明する。

【 0 0 6 8 】

まず、S 2 0 1 で、前軸トルク変換部 4 0 j は、ベアリング 2 2 に作用する  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  を基にフロントドライブ軸 1 0 の軸トルク  $T_{\text{sen}}$  を演算する。以下、S 2 0 2 ~ S 2 1 4 の処理は、前後軸差動制限トルク設定部 4 0 k において実行される処理である。

【 0 0 6 9 】

S 2 0 2 では、前述の ( 6 ) 式により、実差動制限トルク  $T_{\text{lsdr}}$  を演算する。

【 0 0 7 0 】

次いで、S 2 0 3 に進み、実差動制限トルク  $T_{\text{lsdr}}$  と前後軸差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) との偏差  $T_{\text{lsd}}$  ( $= T_{\text{lsdctr}} - T_{\text{lsdr}}$ ) を演算する。

【 0 0 7 1 】

そして、S 2 0 4 に進むと、車速  $V$  が予め設定しておいた値  $V_c$  よりも低く、低車速か否か判定し、 $V < V_c$  で低車速ではない場合は、S 2 0 5 に進み、カウント値  $\text{Count}$ 、及び、積分評価値  $S_c$  をクリアして S 2 0 6 に進み、差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を出力してプログラムを抜ける。尚、このカウント値  $\text{Count}$  は、積分評価値  $S_c$  の積分時間を規定するカウント値となっている。

【 0 0 7 2 】

また、S 2 0 4 で、 $V < V_c$  であり、低車速と判断した場合は、S 2 0 7 に進み、アクセル開度  $\text{ACC}$  が予め設定しておいた値  $c$  よりも低く、低開度か否か判定し、 $\text{ACC} < c$  で低開度ではない場合は、S 2 0 5 に進み、カウント値  $\text{Count}$ 、及び、積分評価値  $S_c$  をクリアして S 2 0 6 に進み、差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を出力してプログラムを抜ける。

【 0 0 7 3 】

更に、S 2 0 7 で、 $\text{ACC} < c$  であり、低開度と判断した場合は、S 2 0 8 へと進む。すなわち、本願発明が改善の主要ターゲットとするタイトコーナブレーキング現象は、高速になるとタイヤのスリップ率が上がり、これによってカバーすることが可能である。また、アクセル開度  $\text{ACC}$  が高いときには、トラクション性能を重視して、4 輪に駆動力を伝達しスリップのない安定した加速走行を行うことを重視する。従って、差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を減少補正するのは、低速走行で、且つ、低開度のときのみに限るのである。

【 0 0 7 4 】

S 2 0 7 から S 2 0 8 に進むと、前後軸差動制限トルク偏差  $T_{\text{lsd}}$  が予め設定しておいた値  $K_1$  を超えているか否か判定し、超えていないのであれば、S 2 0 5 に進み、カウント値  $\text{Count}$ 、及び、積分評価値  $S_c$  をクリアして S 2 0 6 に進み、差動制限トルク  $T_{\text{lsdctr}}$  (指示値) を出力してプログラムを抜ける。

【 0 0 7 5 】

逆に、前後軸差動制限トルク偏差  $T_{\text{lsd}}$  が予め設定しておいた値  $K_1$  を超えている場

10

20

30

40

50

合は、S 2 0 9に進み、カウント値 Count をインクリメントし ( $Count = Count + 1$ )、S 2 1 0に進んで、カウント値 Count が一定値 Coc に達したか否か ( $Count \geq Coc$ か否か)、換言すれば一定時間が経過したか否か) を判定する。

【 0 0 7 6 】

S 2 1 0の判定の結果、カウント値 Count が一定値 Coc に達しているのであれば、S 2 0 5に進み、カウント値 Count、及び、積分評価値 Sc をクリアして S 2 0 6に進み、差動制限トルク T lsdctr (指示値) を出力してプログラムを抜ける。

【 0 0 7 7 】

逆に、カウント値 Count が一定値 Coc に達していないのであれば ( $Count < Coc$ の場合は)、S 2 1 1に進んで、前述の S 2 0 1と同様、フロントドライブ軸 1 0の軸トルク T sen を演算し、S 2 1 2に進んで、前述の S 2 0 2と同様、実差動制限トルク T lsd を演算し、S 2 1 3に進んで、前述の S 2 0 3と同様、実差動制限トルク T lsd と前後軸差動制限トルク T lsdctr (指示値) との偏差 T lsd を演算する。

10

【 0 0 7 8 】

そして、S 2 1 4に進み、前述の ( 8 ) 式により、積分評価値 Sc を演算し、S 2 1 5に進んで、積分評価値 Sc が予め設定しておいた閾値 Sc1 より大きいかな否か判定する。

【 0 0 7 9 】

S 2 1 5の判定の結果、積分評価値 Sc が予め設定しておいた閾値 Sc1 より大きい ( $Sc > Sc1$ ) の場合は、タイトコーナブレーキング現象に特有の振動状態にあると判定し、S 2 1 6に進んで、前後軸差動制限トルク T lsdctr (指示値) を予め設定しておいた一定値減少補正し、その後、S 2 0 5に進み、カウント値 Count、及び、積分評価値 Sc をクリアして S 2 0 6に進み、差動制限トルク T lsdctr (指示値) を出力してプログラムを抜ける。

20

【 0 0 8 0 】

また、S 2 1 5の判定の結果、積分評価値 Sc が予め設定しておいた閾値 Sc1 以下 ( $Sc \leq Sc1$ ) の場合は、再び S 2 0 9に戻り、カウント値 Count をインクリメントして、S 2 1 0 ~ S 2 1 5の処理を繰り返す。

【 0 0 8 1 】

このように本実施の形態によれば、前軸力検出センサ 3 4によりベアリング 2 2に作用する x、y、z 方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  を直接検出し、この力を基に実差動制限トルク T lsd を演算し、該実差動制限トルク T lsd と前後軸差動制限トルク T lsdctr (指示値) との偏差 T lsd を演算し、低車速で、アクセル開度が低開度の際に、実差動制限トルク T lsd の前後軸差動制限トルク T lsdctr (指示値) に対する振動状態を示す設定時間以内の積分評価値 Sc が大きい場合に、前後軸差動制限トルク T lsdctr (指示値) を予め設定しておいた一定値減少補正する。このため、タイトコーナブレーキング現象等を生じる際の駆動系に生じる内部循環トルクの変動 (振動) 状態を直接検出して、タイトコーナブレーキング現象等が生じることを精度良く防止することができる。また、他の走行領域では、差動制限機構の機能を十分に発揮させることができるので、安定した制御が行える。

30

【 0 0 8 2 】

尚、本実施の形態では、前軸力検出センサ 3 4によりベアリング 2 2に作用する x、y、z 方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  を直接検出し、この力を基に実差動制限トルク T lsd を演算するようにしているが、これに限ることなく、後軸側に作用する x、y、z 方向の各力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  を直接検出し、この力を基に実差動制限トルク T lsd を演算するようにしても良い。

40

【 0 0 8 3 】

また、本実施の形態では、リングギヤの無い複合プラネタリギヤで構成したセンタデファレンシャル装置 3 を例に説明したが、他のリングギヤを用いた複合プラネタリギヤで構成したセンタデファレンシャル装置や、ベベルギヤで構成したセンタデファレンシャル装置にも本発明が適用できることは云うまでもない。更に、センタデファレンシャル装置が無く、単にクラッチ手段で前後の駆動力配分を制御する 4 輪駆動車においても本発明は適

50

用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】4輪駆動車全体の概略構成を示す説明図

【図2】センタデファレンシャル差動制限制御部の機能ブロック図

【図3】目標作動回転数と制御開始差動回転数の車速との関係を示す説明図

【図4】制御開始差動回転数の舵角との関係を示す説明図

【図5】前後軸差動制限トルク演算プログラムのフローチャート

【図6】前後軸差動制限トルク補正プログラムのフローチャート

【符号の説明】

10

【0085】

1 エンジン

3 センタデファレンシャル装置

10 フロントドライブ軸

14 fl, 14 fr, 14 rl, 14 rr 車輪

21 センタデフクラッチ(差動制限手段)

22 ベアリング

31 fl, 31 fr, 31 rl, 31 rr 車輪速センサ

32 ハンドル角センサ

33 アクセル開度センサ

20

34 前軸力検出センサ(軸トルク検出手段)

35 エンジン制御部

36 トランスミッション制御部

40 センタデファレンシャル差動制限制御部

40 a 車速演算部(差動制限制御手段)

40 b 前後軸実差動回転数演算部(差動制限制御手段)

40 c 前後目標差動回転数設定部(差動制限制御手段)

40 d 前後差動回転数偏差演算部(差動制限制御手段)

40 e 前後制御開始差動回転数設定部(差動制限制御手段)

40 f 前後制御開始条件判定部(差動制限制御手段)

30

40 g 前後軸第1の差動制限トルク演算部(差動制限制御手段)

40 h 前後軸第2の差動制限トルク演算部(差動制限制御手段)

40 i 前後軸差動制限トルク演算部(差動制限制御手段)

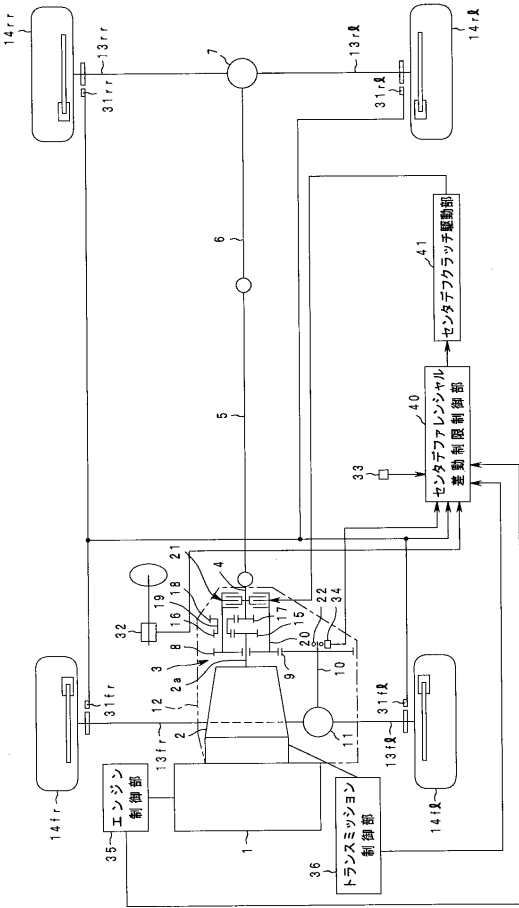
40 j 前軸トルク変換部(軸トルク検出手段)

40 k 前後軸差動制限トルク設定部(実差動制限トルク演算手段、振動状態検出手段、差動制限トルク補正手段)

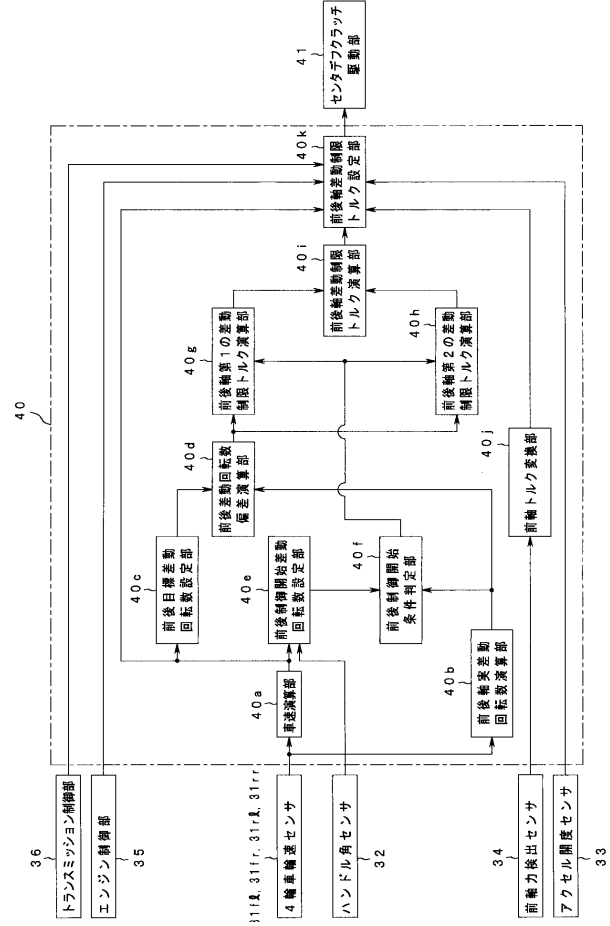
41 センタデフクラッチ駆動部

代理人 弁理士 伊藤 進

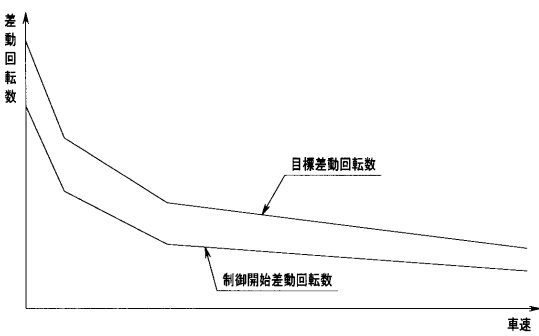
【図1】



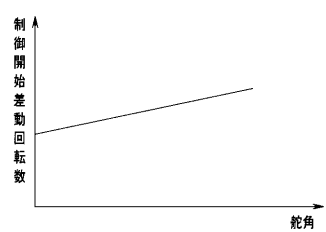
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

