

(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2013-124054  
(P2013-124054A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>B60T</b>	<b>8/17</b>	<b>(2006.01)</b>	B60T	8/17	ZHVC	3D246	
<b>B60L</b>	<b>7/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	7/24	D	5H125	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2011-275178 (P2011-275178)  
(22) 出願日 平成23年12月16日 (2011.12.16)

(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 100082670  
弁理士 西脇 民雄  
(72) 発明者 樋口 拓也  
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  
(72) 発明者 網代 圭悟  
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 AA09 BA02 DA01 EA05 GA21  
GB39 GC14 HA43A HA44A HA64A  
JA12 JB43 LA02Z LA15Z  
5H125 AA01 AC12 CB02 CB07 EE44  
EE52

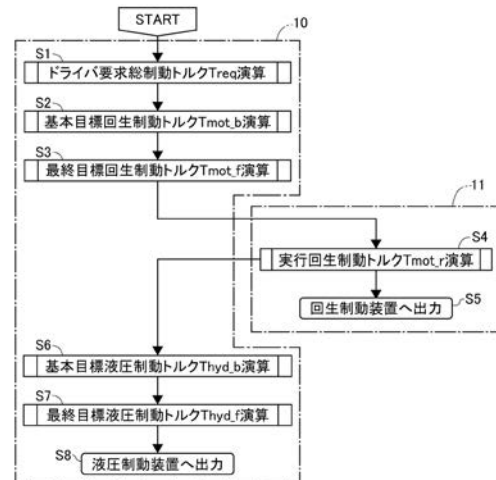
(54) 【発明の名称】 制動トルク制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 液圧制動装置における実液圧制動トルクの発生遅れによる減速度不足を改善することができる制動トルク制御装置を提供すること。

【解決手段】 ブレーキコントロールユニット10は、ドライバ要求総制動トルクに応じた基本目標回生制動トルクを求める基本目標回生制動トルク演算部S2と、液圧制動装置Aにおける遅れを持たせた最終目標回生制動トルクを求める最終目標回生制動トルク演算部S3と、最終目標回生制動トルクから実行回生制動トルクを求める実行回生制動トルク演算部S4と、ドライバ要求総制動トルクから実行回生制動トルクを減じて基本目標液圧制動トルクを求める基本目標液圧制動トルク演算部S6と、基本目標液圧制動トルクに、最終目標回生制動トルクから基本目標回生制動トルクを減じた差分を加算して最終目標液圧制動トルクを求める最終目標液圧制動トルク演算部S7とを備えている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車両におけるドライバ要求総制動トルクを検出する要求総制動力検出装置と、  
前記車両の車輪に加えられる回生制動トルクを制御する回生制動装置と、  
前記車輪に加えられる液圧制動トルクを制御する液圧制動装置と、  
前記ドライバの制動操作時に、前記回生制動装置と前記液圧制動装置とに指令値を出力して前記回生制動トルクと前記液圧制動トルクとを制御する制動トルク制御部と、  
を備えた制動トルク制御装置であって、

前記制動トルク制御部は、

前記ドライバ要求総制動トルクに応じた基本目標回生制動トルクを演算する基本目標回生制動トルク演算部と、

前記回生制動トルクを減少させつつ前記液圧制動トルクを増加させる際に、前記基本目標回生制動トルクに対し、前記液圧制動装置における液圧応答遅れを考慮した遅れを持たせた最終目標回生制動トルクを演算する最終目標回生制動トルク演算部と、

前記最終目標回生制動トルクを受け、実際に回生している実行回生制動トルクを演算する実行回生制動トルク演算部と、

前記ドライバ要求総制動トルクから前記実行回生制動トルクを減じた値を基本目標液圧制動トルクとする基本目標液圧制動トルク演算部と、

前記基本目標液圧制動トルクに、前記最終目標回生制動トルクから前記基本目標回生制動トルクを減じて得られた差分を加算した値を、最終目標液圧制動トルクとして演算する最終目標液圧制動トルク演算部と、

前記最終目標液圧制動トルクを前記液圧制動トルクの指令値とする液圧制動トルク指令値演算部と、

を備えていることを特徴とする制動トルク制御装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載された制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク演算部は、前記液圧制動装置において指令出力から実際に液圧が発生するまでに要する無駄時間を演算する無駄時間演算部と、前記液圧制御装置における応答遅れを演算する応答遅れ演算部とを備え、前記無駄時間演算部は、前記液圧制動装置の発生液圧が 0 よりも大きいときは前記無駄時間を 0 とすることを特徴とする制動トルク制御装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載された制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク演算部は、前記ドライバ要求総制動トルクと、前記最終目標回生制動トルクとの小さい方を前記最終目標回生制動トルクとすることを特徴とする制動トルク制御装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク演算部は、前記回生制動トルクを増加させつつ前記液圧制動トルクを減少させる際には、前記最終目標回生制動トルクとして、前記基本目標回生制動トルクを用いることを特徴とする制動トルク制御装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク演算部は、前記基本目標回生制動トルクと前記最終目標回生制動トルクとを比較し、前記最終目標回生制動トルクが前記基本目標回生制動トルクを上回る場合は、前記最終目標回生制動トルクをそのまま使用し、前記最終目標回生制動トルクが前記基本目標回生制動トルクを下回る場合は、前記基本目標回生制動トルクを前記最終目標回生制動トルクとして用いることを特徴とする制動トルク制御装置。

## 【請求項 6】

請求項 2 に記載された制動トルク制御装置において、

10

20

30

40

50

前記液圧制動装置は、倍力装置を備え、

前記応答遅れ演算部は、前記倍力装置の倍力性能に応じた  $n$  次遅れ系で構成されていることを特徴とする制動トルク制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク演算部は、あらかじめ回生可能最低車速が設定され、車速が前記回生可能最低車速を下回っても前記最終目標回生制動トルクが 0 以上であると判断した場合には、前記回生可能最低車速までに前記最終目標回生制動トルクを 0 とする最終目標回生制動トルク制限部を有していることを特徴とする制動トルク制御装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク制限部は、現在の車速に応じて、前記回生可能最低車速に向かって 0 になる回生制動トルク制限勾配の回生トルク制限値を有しており、前記最終目標回生制動トルクが前記制限値を上回る場合は、前記最終目標回生制動トルクを前記回生トルク制限値に設定することを特徴とする制動トルク制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の制動トルク制御装置において、

前記最終目標回生制動トルク制限部は、前記回生制動トルク制限勾配が、車輪速減速度に応じて、その勾配を前記減速度が大きいほど緩く設定することを特徴とする制動トルク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制動時に、検出されたドライバの要求総制動トルクに応じて回生制動装置と液圧制動装置との制動トルクを制御する制動トルク制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、制動時に、検出されたドライバの要求総制動トルクに応じて回生制動装置と液圧制動装置とを作動させて制動を行う制動トルク制御装置が知られている。

【0003】

このような従来 of 制動トルク制御装置において、液圧制動装置による応答遅れに起因する減速度不足が発生するのを防止する制動トルク制御装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

この従来 of 制動トルク制御装置は、目標液圧制動トルクを、ドライバの制動要求により発生するマスタシリンダの液圧に応じた目標総制動トルクから実回生制動トルクを引いた大きさに制御した場合の位相遅れを考慮して、以下の制御を行っている。

すなわち、この従来技術では、液圧制動装置による位相遅れを考慮し、回生制動トルクの指令を二次関数的に減少させ、液圧制動トルクの指令もドライバ要求総制動トルクが変わらないように（すなわち二次関数的に）増加させている。これにより、液圧制御装置の応答遅れによる総制動トルクの減少度合いを抑えるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 196064 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の従来 of 制動トルク制御装置にあつては、以下のような課題を残していた。

すなわち、液圧制動装置の応答遅れのタイミングに応じて、回生制動トルクの発生が遅

10

20

30

40

50

れることにより、液圧制動トルク指令自体も遅れるのに加え、その指令に対する液圧制動装置自体の応答遅れが重なるという現象により、減速度不足が生じるおそれがあった。

【0006】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、液圧制動装置における実液圧制動トルクの発生遅れによる減速度不足を改善することができる制動トルク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】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の制動トルク制御装置は、  
 制動トルク制御部が、  
 ドライバ要求総制動トルクに応じた基本目標回生制動トルクを演算する基本目標回生制動トルク演算部と、  
 回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを増加させる際に、前記基本目標回生制動トルクに対し、液圧制動装置における液圧応答遅れを考慮した遅れを持たせた最終目標回生制動トルクを演算する最終目標回生制動トルク演算部と、  
 前記最終目標回生制動トルクを受け、実際に回生している実行回生制動トルクを演算する実行回生制動トルク演算部と、  
 前記ドライバ要求総制動トルクから前記実行回生制動トルクを減じた値を基本目標液圧制動トルクとする基本目標液圧制動トルク演算部と、  
 前記基本目標液圧制動トルクに、前記最終目標回生制動トルクから前記基本目標回生制動トルクを減じて得られた差分を加算した値を、最終目標液圧制動トルクとして演算する最終目標液圧制動トルク演算部と、  
 を備えていることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0008】

ドライバの制動操作により、回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを上昇させる場合、回生制動装置の指令値となる最終目標回生制動トルクを形成する最終目標回生制動トルク演算部は、基本目標回生制動トルクに対し液圧制動装置における液圧応答遅れを考慮した遅れを持たせた最終目標回生制動トルクを演算する。

一方、液圧制動装置への指令値は、まず、基本目標液圧制動トルク演算部が、ドライバ要求総制動トルクから実行回生制動トルクを減じて基本目標液圧制動トルクを求める。そして、最終目標液圧制動トルク演算部が、基本目標液圧制動トルクに、最終目標回生制動トルクから基本目標回生制動トルクを減じて得られた差分を加算して最終目標液圧制動トルクを演算し、これを指令値とする。

30

【0009】

このように、液圧制動装置への指令値は、ドライバ要求総制動トルクから実行回生制動トルクを減じて基本目標液圧制動トルクに、液圧制動装置の遅れに相当する差分を加算することにより、回生制動トルクを遅らせたことに起因する液圧制動トルクの遅れが生じることがなくなる。

したがって、回生制動トルクに液圧制動装置の応答遅れ分の遅れを持たせても、上記差分の加算を行わないものと比較して、回生制動トルクを遅らせたことに起因する液圧制動トルクの遅れが生じることがなくなり、車両の減速度の抜けが改善される。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施の形態の制動トルク制御装置のシステム構成図である。

【図2】図2は実施の形態の制動トルク制御装置による制動トルク制御の全体の流れを示すフローチャートである。

【図3】図3は実施の形態の制動トルク制御装置における基本目標回生制動トルクの演算の詳細を示すフローチャートである。

【図4】図4は実施の形態の制動トルク制御装置における最終目標回生制動トルクの演算

50

の詳細を示すフローチャートである。

【図5】図5は実施の形態の制動トルク制御装置における低車速域制限マップを示す特性図である。

【図6】図6は実施の形態の制動トルク制御装置における回生可能最低車速制限線図である。

【図7】図7は実施の形態の制動トルク制御装置の通常制動時の動作例を示すタイムチャートである。

【図8】図8は実施の形態の制動トルク制御装置との比較例の動作例を示すタイムチャートである。

【図9】図9は実施の形態の制動トルク制御装置のドライバ要求総制動トルク急減時の動作例を示すタイムチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の制動トルク制御装置を実現する実施の形態を図面に基づいて説明する。

(実施の形態)

まず、実施の形態の制動トルク制御装置の構成を、この制動トルク制御装置のシステム構成図である図1に基づいて説明する。

【0012】

実施の形態の制動トルク制御装置は、モータ/ジェネレータ4により駆動輪1を駆動させる電動車両に適用されており、液圧制動装置Aと回生制動装置Bを備えている。

20

【0013】

まず、液圧制動装置Aについて説明する。

この液圧制動装置Aは、運転者が踏み込むブレーキペダル5を備えている。そして、ブレーキペダル5に対する踏力に応じた制動液圧がマスタシリンダ7で発生し、この制動液圧が、ブレーキ液圧配管8を介して駆動輪1に設けられたホイールシリンダ2へ供給されて制動力を発生する。

【0014】

また、ブレーキペダル5の踏力(操作量)は、倍力装置としての電動ブースタ6によりあらかじめ設定された倍力比で倍力され、マスタシリンダ7では、この倍力された入力が液圧に変換されて制動液圧が形成される。

30

【0015】

なお、ブレーキ液圧配管8は、図1では、1個の駆動輪1に設けたホイールシリンダ2のみに接続しているが、図示を省略した他の3輪のホイールシリンダ(図示省略)にも接続されている。また、電動ブースタ6およびマスタシリンダ7はリザーバタンク7a内のブレーキ液を作動媒体とする。そして、ブレーキペダル5のペダルブラケット5aには、ブレーキペダル5の動作を検出するストロークセンサ101が設けられている。

【0016】

ブレーキ液圧配管8には、ホイールシリンダ2の制動液圧を制御するVDC(Vehicle Dynamics Controlの略)アクチュエータ9が設けられている。

このVDCアクチュエータ9は、特許文献1にも記載された周知のものである。すなわち、VDCアクチュエータ9は、内部に図示を省略した増圧弁および減圧弁を備え、ホイールシリンダ圧Pwcを増減させて調整することができる。したがって、ドライバが制動を行なったときに、駆動輪1を含む車輪がロックしないようにホイールシリンダ圧Pwcを調整する、いわゆるABS制御を実行可能である。

40

【0017】

さらに、VDCアクチュエータ9は、図示を省略したポンプを内蔵している。したがって、VDCアクチュエータ9は、マスタシリンダ7において制動液圧が発生していない状態において、この内蔵ポンプで形成した制動液圧により駆動輪1を含む車輪に液圧制動トルクを生じさせることができる。そして、この液圧制動トルクを、4輪のうちの任意の車輪において任意の制動力を発生させることにより、車両の運動制御(以下、これをVDC

50

制御という)を実行可能である。

なお、VDCアクチュエータ9の駆動は、VDCコントロールユニット12により制御される。

【0018】

次に、回生制動装置Bについて説明する。

回生制動装置Bは、駆動輪1に減速機及びディファレンシャル3を介して駆動結合されたモータ/ジェネレータ4により車輪回転エネルギーを電力に変換する。すなわち、モータ/ジェネレータ4は、モータコントロールユニット11からの3相PWM信号によりインバータ41での交流・直流変換を介して制御される。そして、駆動輪1の駆動が必要なEV走行モードでは、強電バッテリー42からの電力でモータ/ジェネレータ4をモータとして駆動させて駆動輪1を回転させる。一方、制動が必要な制動モードでは、回生制動トルク制御を行なって、モータ/ジェネレータ4をジェネレータとして駆動させて車両運動エネルギーを電力に変換して強電バッテリー42に回収する。

10

【0019】

VDCコントロールユニット12およびモータコントロールユニット11は、ブレーキコントロールユニット10との間で通信を行いながら、このブレーキコントロールユニット10からの指令により、液圧制動装置Aおよび回生制動装置Bを制御する。

【0020】

これによりモータコントロールユニット11は、ブレーキコントロールユニット10からの回生制動トルク指令値に基づいてモータ/ジェネレータ4による回生制動トルクを制御する。

20

また、VDCコントロールユニット12は、ブレーキコントロールユニット10からの指令値に基づいてホイールシリンダ2における液圧制動トルクを制御する。

【0021】

なお、センサ群100には、前述したストロークセンサ101の他に、バッテリー温度センサ102、車輪速センサ103、マスタシリンダ液圧センサ104、ホイールシリンダ液圧センサ105が含まれている。

バッテリー温度センサ102は、強電バッテリー42の温度を検出する。車輪速センサ103は、駆動輪1を含む各車輪速度Vwを検出する。マスタシリンダ液圧センサ104は、マスタシリンダ液圧Pmcを検出する。ホイールシリンダ液圧センサ105は、ホイールシリンダ圧Pwcを検出する。

30

また、モータコントロールユニット11は、バッテリー温度や推定される強電バッテリー42の充電容量(以下、これをバッテリーSOCと称する)から、モータ/ジェネレータ4の最大許容回生制動トルクを算出してブレーキコントロールユニット10へ送信する。

また、VDCコントロールユニット12は、入力された車輪速度Vw、マスタシリンダ液圧Pmcおよびホイールシリンダ圧Pwcをブレーキコントロールユニット10へ送信する。

【0022】

ブレーキコントロールユニット10は、運転手が制動操作を行った際に、上述の入力情報に基づいて以下に説明する制動トルク制御を実行する。

40

この制動トルク制御について図2~図4のフローチャートに基づいて説明する。

図2は、制動トルク制御の全体の流れを示している。

ステップS1では、ドライバ要求総制動トルクTreqを演算し、次のステップS2に進む。本実施の形態では、ストロークセンサ101により検出されるドライバのブレーキペダル5の動作に基づいて、そのストロークで発生し得る液圧制動トルクを演算し、これをドライバ要求総制動トルクTreqとしている。また、クルーズコントロールのような自動減速制御手段を有している場合は、上記液圧制動トルクとのセレクトハイ値を最終的なドライバ要求総制動トルクTreqとしてもよい。

【0023】

ステップS2では、基本目標回生制動トルクTmot\_bを演算し、ステップS3に進

50

む。

ここで、ステップ S 2 における基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  の演算の詳細を、図 3 のフローチャートにより説明する。

基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  の演算では、まず、ステップ S 2 0 1 においてドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  を入力し、次のステップ S 2 0 2 に進む。

ステップ S 2 0 2 では、回生最大値制限値  $T_{lim\_m}$  を演算した後、ステップ S 2 0 3 に進む。この回生最大値制限値  $T_{lim\_m}$  は、モータ/ジェネレータ 4 の最大出力や電流値、回生協調を行う液圧制動装置 A の仕様などから設定するパラメータである。

【 0 0 2 4 】

ステップ S 2 0 3 では、低車速制限値  $T_{lim\_s}$  を演算した後、ステップ S 2 0 4 に進む。本実施の形態では、ステップ S 2 0 2 及びステップ S 2 0 3 において設定する回生最大値制限値  $T_{lim\_m}$  及び低車速制限値  $T_{lim\_s}$  は、図 5 に示すように、現在の車速  $V$  における制限値をマップ化して演算する。

10

【 0 0 2 5 】

このマップに示すように、低車速制限値  $T_{lim\_s}$  は、高速側の制限車速  $V_H$  と低速側の制限車速  $V_L$  との間では、あらかじめ設定された係数で車速  $V$  に比例して低下し、低速側の制限車速  $V_L$  以下では、0 に設定されている。

また、図示のように高速側の制限車速  $V_H$  の低車速制限値  $T_{lim\_s}$  に回生最大値制限値  $T_{lim\_m}$  を設定することで、ステップ S 2 0 2 の処理と S 2 0 3 の処理とを同時に実施することができる。ここで、車速制限を行う制限車速  $V_L$  及び  $V_H$  は、使用するモータ/ジェネレータ 4 の低車速域制御性、液圧制動装置 A の応答性などに基づいて設定する。

20

【 0 0 2 6 】

次のステップ S 2 0 4 では、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  の上昇勾配に変化速度制限値  $T_{lim\_g}$  を設定した後、ステップ S 2 0 5 に進む。このステップ S 2 0 4 では、前回の処理における基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を記憶しておき、その値からの変化率に基づいて変化速度制限値  $T_{lim\_g}$  を設定する。この変化速度制限値  $T_{lim\_g}$  は、モータ/ジェネレータ 4 の急激なトルク立上げによるモータ/ジェネレータ 4、インバータ 4 1、強電バッテリー 4 2 への負荷などを考慮して設定する。

【 0 0 2 7 】

次のステップ S 2 0 5 では、ABS 制御や VDC 制御などの制動制御のための運動トルク制限値  $T_{lim\_v}$  を設定した後、ステップ S 2 0 6 に進む。VDC 制御や ABS 制御などのブレーキ液圧制御が介入すると想定される場合は、回生制動から液圧制動に切り換えることが望ましく、液圧の応答性を考慮しつつ素早く回生を 0 に近づけるよう運動トルク制限値  $T_{lim\_v}$  を設定する。

30

【 0 0 2 8 】

次のステップ S 2 0 6 では、S 2 0 2 ~ S 2 0 5 で演算した各制限値  $T_{lim\_m}$ 、 $T_{lim\_s}$ 、 $T_{lim\_g}$ 、 $T_{lim\_v}$  のセレクトローを取り、最も制限要求の高い値を選択して制限値  $T_{lim}$  を決定した後、ステップ S 2 0 7 に進む。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 2 0 7 では、ステップ S 2 0 1 で入力したドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  と制限値  $T_{lim}$  のセレクトローを演算し、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  のうちで回生可能なトルクを算出した後、ステップ S 2 0 8 に進む。

40

ステップ S 2 0 8 では、ステップ S 2 0 7 でセレクトローされた値を今回の基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  として出力する。

【 0 0 3 0 】

以上の処理を実行して、ステップ S 2 における基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  の演算が終了する。なお、ブレーキコントロールユニット 1 0 において以上説明したステップ S 2 の処理を行う部分が、基本目標回生制動トルク演算部に相当する。

【 0 0 3 1 】

50

次に図 2 に戻り、ステップ S 2 に続くステップ S 3 の処理を説明する。

ステップ S 3 では、ステップ S 2 で求められた基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に対し、液圧制動装置 A における遅れ（無駄時間による遅れ及び応答遅れ）を考慮した最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を演算し、ステップ S 4 に進む。なお、ブレーキコントロールユニット 10 において、このステップ S 3 の処理を行う部分が、最終目標回生制動トルク演算部に相当する。

【0032】

このステップ S 3 の処理を、図 4 のフローチャートにより説明する。

ステップ S 301 では、ステップ S 2 で演算された基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を入力し、次のステップ S 302 に進む。

10

【0033】

ステップ S 302 では、液圧制動装置 A のブレーキ液圧  $P_b$ （本実施の形態では、ブレーキ液圧  $P_b$  としてホイールシリンダ圧  $P_{wc}$  を用いる）を検出して入力した後、ステップ S 303 に進む。

【0034】

ステップ S 303 では、無駄時間  $t_{dead}$  を演算した後、ステップ S 304 に進む。無駄時間  $t_{dead}$  は、液圧制動装置 A において、作動指令が出されてから実際にブレーキ液圧  $P_b$  としてのホイールシリンダ圧  $P_{wc}$  が立ち上がるまでに必要な時間である。この無駄時間  $t_{dead}$  は、ブレーキパッド（図示省略）のロックバックなどによる空走や、マスタシリンダ 7 において作動開始からリザーバポート（図示省略）が閉じるまでに要する時間などにより生じる。このように、無駄時間  $t_{dead}$  は、ホイールシリンダ圧  $P_{wc}$  が立ち上がるまでに要する時間であるため、既にホイールシリンダ圧  $P_{wc}$  が立ち上がって 0 よりも大きな状態では考慮する必要はない。

20

【0035】

そこで、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  が、その前回値よりも下がっている場合、無駄時間  $t_{dead}$  ・ 応答遅れ  $T_{mot\_d}$  を考慮する必要があるため、まず、S 302 にて入力したブレーキ液圧  $P_b$  を参照する。なお、この無駄時間  $t_{dead}$  の考慮中は、無駄時間考慮フラグ  $F_{dead}$  を 1 に設定する。

【0036】

ここで、この無駄時間考慮フラグ  $F_{dead}$  が 0 及びブレーキ液圧  $P_b$  が 0 より大きい場合は、無駄時間  $t_{dead}$  が無い（0）としてよいため、無駄時間  $t_{dead}$  を考慮した遅れ目標回生制動トルク（以下、無駄時間遅れ目標回生制動トルクという） $T_{mot\_t} =$  基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  とする。

30

【0037】

一方、既に無駄時間考慮フラグ  $F_{dead} = 1$  であった場合、もしくは無駄時間考慮フラグ  $F_{dead} = 0$  でもブレーキ液圧  $P_b$  が 0 であった場合は、無駄時間考慮フラグ  $F_{dead} = 1$  とし、無駄時間遅れ目標回生制動トルク  $T_{mot\_t}$  を、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に位相遅れを持たせた値とする。

【0038】

ここで、位相遅れを持たせる場合は、あらかじめ液圧制動装置 A の無駄時間  $t_{dead}$  を考慮して設定された時間  $t_{dead}$  の間、無駄時間遅れ目標回生制動トルク  $T_{mot\_t} =$  基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  とすることで、遅れを持たせる。そして、無駄時間考慮フラグ  $F_{dead} = 1$  となってから時間  $t_{dead}$  が経過した後は、無駄時間  $t_{dead}$  の影響を徐々に取り除き  $T_{mot\_t} = T_{mot\_b}$  となるよう、無駄時間遅れ目標回生制動トルク  $T_{mot\_t}$  を基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に近づけていく。具体的には、無駄時間遅れ目標回生制動トルク  $T_{mot\_t}$  と基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  の差を、設定時間かけて 0 にするよう加算量を設定する。そして、 $T_{mot\_t} = T_{mot\_b}$  となった時点で、無駄時間処理が終了したとして、無駄時間考慮の無駄時間考慮フラグ  $F_{dead} = 0$  とする。

40

【0039】

50



ブレーキコントロールユニット10において以上のステップS303の処理を実行する部分が無駄時間演算部である。

【0040】

次のステップS304では、無駄時間 $t_{dead}$ を考慮した無駄時間遅れ目標回生制動トルク $T_{mot\_t}$ に対し、液圧制動装置Aの応答遅れ $T_{mot\_d}$ と同等の遅れ要素を設定した後、ステップS305に進む。この応答遅れ $T_{mot\_d}$ として、本実施の形態では、電動ブースタ6の倍力性能に応じた $n$ 次遅れ系で設定している。

【0041】

例えば、液圧制動装置Aの応答遅れが下記式(1)のような二次応答でほぼ表現できる場合、

$$H(s) = (2000) / (s^2 + 100s + 2000) \cdots (1)$$

計算周期に合わせ離散化して無駄時間遅れ目標回生制動トルク $T_{mot\_t}$ の前々回値、前回値を記憶しておくことにより応答遅れ $T_{mot\_d}$ を効率的に計算することができる。

ブレーキコントロールユニット10において、以上のステップS304の処理を実行する部分が応答遅れ演算部である。

【0042】

ステップS305では、応答遅れ $T_{mot\_d}$ が回生可能最低車速 $V_{lim}$ を下回って出力されないようにする回生可能最低車速制限処理を行ない、このステップの処理で出力された結果を最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ としてS306に進む。

【0043】

すなわち、ステップS305では、図6に示すように回生可能最低車速 $V_{lim}$ から減速度に応じた減少勾配線を設定する。この減少勾配線は、回生可能最低車速 $V_{lim}$ に向かって0となる回生制動トルク勾配の回生トルク制限値 $T_{lim\_min}$ を有しており、減速度が大きい程、緩い勾配に設定している。

【0044】

この回生制動トルク勾配の直線上で現在の車速 $V$ に対応する縦軸の値を回生トルク制限値 $T_{lim\_min}$ とする。そして、この回生トルク制限値 $T_{lim\_min}$ と最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ とを比較し、最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ が回生トルク制限値 $T_{lim\_min}$ を超えている場合は $T_{mot\_f} = T_{lim\_min}$ とする。したがって、ブレーキコントロールユニット10において、ステップS305の処理を実行する部分が、最終目標回生制動トルク制限部に相当する。この最終目標回生制動トルク制限部は、車速 $V$ が前記回生可能最低車速を下回っても最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ が0以上の場合に、回生可能最低車速 $V_{lim}$ までに最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ を0とする。

【0045】

ステップS306では、基本目標回生制動トルク $T_{mot\_b}$ と、ステップS305までに計算された最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ とを比較し、セレクトハイをした結果を最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ とする。これにより、回生制動トルクが上昇しているときには遅れ要素を考慮しないですむようになる。

【0046】

ステップS307では、ドライバ要求総制動トルク $T_{req}$ と、S306までに演算された最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ とを比較し、セレクトローされた結果を最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ とする。最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ は、基本目標回生制動トルク $T_{mot\_b}$ に対し遅れ要素を含み得ることから、ドライバが急激に制動量を減らした場合、ブレーキの引き摺りが発生する懸念がある。そこで、最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ がドライバ要求総制動トルク $T_{req}$ を上回らないように設定することで、このような引き摺りを防止できる。

【0047】

次のステップS308では、ステップS307までに演算した最終目標回生制動トルク

10

20

30

40

50

$T_{mot\_f}$ を最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ として確定処理をする。

以上の処理を経てステップS3における最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ の演算を終了する。

【0048】

図2に戻り、ステップS3に続くステップS4以降の処理を説明する。

ステップS4およびステップS5で実行される処理は、回生制動装置Bのモータコントロールユニット11で実行される処理である。

【0049】

ステップS4では、ステップS3で演算された最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ に基づいて、実際に回生するための指令値をステップS5において出力するための回生制動指令値を形成する。そして、これと同時に、この回生制動指令値により実際に回生を行ってえられる制動トルクである実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ を演算し、その実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ をブレーキコントロールユニット10に出力する。

10

なお、モータコントロールユニット11において、上述のステップS4の処理を実行する部分が、実行回生制動トルク演算部に相当する。

【0050】

また、前述の回生制動指令値は、パワートレインの制限を監視して決定する。この制限として、最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ の範囲内でパワートレインの状態に応じた制限値を、最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ と並列に求める。

この制限値は、強電バッテリー42の充電状態(バッテリーSOC)やバッテリー温度やなどで決まるモータ/ジェネレータ4に許容される許容最大回生制動トルクや、モータ/ジェネレータ4の最大出力制限や、モータ/ジェネレータ4の過熱制限などから決定される許容最大回生制動トルクに基づいて求める。そして、この制限値と最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ との小さい方の値(セレクトロー)を、回生制動指令値とする。したがって、この回生制動指令値及びこれにより形成される実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ は、最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ 以下の値となる。

20

【0051】

続くステップS5では、モータコントロールユニット11からインバータ41へ向けてステップS4にて算出した回生制動指令値に応じた指令信号を出力して、実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ を実現する。

30

【0052】

ステップS6では、ドライバ要求総制動トルク $T_{req}$ および実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ に基づいて、基本目標液圧制動トルク $T_{hyd\_b}$ を演算する。具体的には、ドライバ要求総制動トルク $T_{req}$ からS4で演算された実行回生制動トルク $T_{mot\_r}$ を減じたものを基本目標液圧制動トルク $T_{hyd\_b}$ としている。

すなわち、 $T_{hyd\_b} = T_{req} - T_{mot\_r}$ である。

なお、ブレーキコントロールユニット10において、このステップS6の処理を実行する部分が、基本目標液圧制動トルク演算部に相当する。

【0053】

次のステップS7では、ステップS6で演算された基本目標液圧制動トルク $T_{hyd\_b}$ に対し、ステップS3およびステップS2にてそれぞれ演算された最終目標回生制動トルク $T_{mot\_f}$ から基本目標回生制動トルク $T_{mot\_b}$ を引いた差分 $mot$ を加算した値を、最終目標液圧制動トルク $T_{hyd\_f}$ として算出する。

40

すなわち、 $T_{hyd\_f} = T_{hyd\_b} + (T_{mot\_f} - T_{mot\_b})$ である。

なお、ブレーキコントロールユニット10において、このステップS7の処理を実行する部分が、最終目標液圧制動トルク演算部に相当する。

【0054】

続くステップS8では、ステップS7で得られた最終目標液圧制動トルク $T_{hyd\_f}$ を実現すべく、VDCコントロールユニット12に指令を出力し、VDCアクチュエータ9においてホイールシリンダ圧を制御する。

50

## 【0055】

次に、図7～図9のタイムチャートに基づいて実施の形態の作用を説明する。

< 通常の制動時 >

ドライバが車両停止までブレーキペダル5を踏み込んだままの通常の制動時の作用を図7に基づいて説明する。なお、この作動例として、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  が、上記のポートレインの制限値に満たない場合において、車速が徐々に低下して、回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを増加させる制動が実行される場合を説明する。

## 【0056】

この通常時は、ブレーキペダル5の踏込動作に基づいて演算されたドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  は、図7に示すように、車両が停止するまで高いまま略一定値を示す。

このような場合、車速  $V$  が低下すると、ステップ  $S_2$  において演算される基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  は、時点  $t_{10}$  から低下する。

## 【0057】

このように、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  が一定で、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  が低下するのに応じ、液圧制動の無駄時間及び応答の遅れを考慮して位相を遅らせた最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  が設定される。そして、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を差し引いた基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  が立ち上がる。

## 【0058】

(比較例)

ここで、本実施の形態と比較するために、本願発明を適用しない従来技術の場合の動作の一例を図8に示し、この動作について説明する。

従来、図7の場合と同様に、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  が一定で基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  が低下した場合、位相遅れを考慮した補正による回生制動指令が図8に示すように出力される。そして、このとき、実際の回生応答制動トルクが図において点線で示すように生じる。

## 【0059】

また、この補正後の回生制動指令に応じた液圧制動指令が、図示のように立ち上げられる。しかしながら、液圧制動装置の場合、ブレーキパッドのロックバックや、マスタシリンダ7のポートが実際に閉じる迄に要する無駄時間や、摩擦などによる応答遅れなどが存在する。これにより、液圧制動指令に対して、実際の液圧応答制動トルクには位相遅れが生じる。よって、実際の液圧応答制動トルクが、図において点線で示すように、実際の回生応答制動トルクに対しても位相遅れが生じる。

## 【0060】

このため、摩擦制動トルクと回生制動トルクを足し合わせた制動トルクが、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  に対して不足し、ドライバに、減速度の抜け感などの違和感を与えるおそれがあった。

## 【0061】

それに対して、図7に示すように、本実施の形態では、液圧制動装置Aにおける遅れを考慮して、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に対して位相を遅らせた最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を求めている。そして、この最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  に基づいて実際に回生を行った場合に得られる実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を求めている。

## 【0062】

一方、基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  は、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を差し引いて求めている。さらに、本実施の形態では、基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  をそのまま摩擦制動トルク指令として出力せずに、以下の補正を行っている。すなわち、基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  に対し、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  から基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を引いた差

10

20

30

40

50

分  $m o t$  を加算した値を、最終目標液圧制動トルク  $T h y d \_ f$  として算出している。そして、この最終目標液圧制動トルク  $T h y d \_ f$  を摩擦制動トルク指令として出力している。

【0063】

このように回生制動トルクを低下させつつ液圧制動トルクを増加させる場合、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  は、液圧制動装置 A における遅れを考慮して、基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  よりも位相が遅れる。さらに、実際の回生制動トルクも、回生制動装置 B の応答遅れにより、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  よりも僅かに位相が遅れる。

【0064】

一方、最終目標液圧制動トルク  $T h y d \_ f$  は、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  から、実行回生制動トルク  $T m o t \_ r$  を差し引いて求めた基本目標液圧制動トルク  $T h y d \_ b$  に、さらに差分  $m o t$  を加算することにより、液圧応答遅れ分だけ逆に位相を進めている。

【0065】

この結果、実際の液圧制動トルクは、比較例のように基本目標液圧制動トルク  $T h y d \_ b$  に対して回生制動装置 B の遅れを持たせた分だけ遅れて、図示のように実行回生制動トルク  $T m o t \_ r$  の減少に対応したタイミングで立ち上がる。

【0066】

したがって、上記比較例のように、実際の液圧制動トルクの立ち上がりが遅れることを原因として、実際の液圧制動トルクと実際の回生制動トルクとを足し合わせた制動トルクが、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  に対して不足することを抑制できる。よって、この制動トルクの不足に起因して、ドライバに減速度の抜け感のような違和感を与えることを抑制できる。

【0067】

さらに、ステップ S 3 0 3 の無駄時間演算処理において、ホイールシリンダ圧  $P w c$  が立ち上がっているか否かに応じ、ホイールシリンダ圧  $P w c$  が 0 よりも大きい場合には、無駄時間  $t d e a d$  を 0 とするようにしている。このため、実際に制動液圧が立ち上がった後は、無駄時間  $t d e a d$  を設定することなく、実際の液圧応答性に即した液圧制動トルクの立ち上がりとなり、いっそうドライバに違和感を与えない制動トルクを得ることができる。

【0068】

<ドライバ要求総制動トルク急減時>

ドライバによる制動操作時に、その操作の途中でブレーキペダル 5 の踏み込みを緩めたり、ブレーキペダル 5 から足を離したりして、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  が急減することがある。この場合、図 7 に示した例のように、回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを増加させている途中から、回生制動トルクと液圧制動トルクの両方を減少させる。

【0069】

図 9 はそのような場合の動作例を示しており、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  が時点  $t 2 2$  で急減し、時点  $t 2 4$  で 0 となっている。

このような場合、実施の形態では、この時点  $t 2 2$  よりも前の時点では、基本目標液圧制動トルク  $T h y d \_ b$  に差分  $m o t$  を加算した値を最終目標液圧制動トルク  $T h y d \_ f$  としている。

【0070】

このため、この時点  $t 2 2$  以降も、基本目標液圧制動トルク  $T h y d \_ b$  に差分  $m o t$  を加算すると、逆に、実際に生じる制動トルクがドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  を上回り、ドライバに引き擦り感を与えるおそれがある。

【0071】

これに対し、実施の形態では、ステップ S 3 0 7 の処理においてドライバ要求総制動ト

10

20

30

40

50

ルク  $T_{req}$  と最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  とを比較し、セレクトローされた結果を最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  としている。

したがって、図において時点  $t_{23}$  において最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  がドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  として設定される。

【0072】

この結果、ステップ  $S_6$  においてドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  に基づく実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を減じて得られる基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  は、図示のようにほぼ 0 となる。

よって、ステップ  $S_7$  において  $T_{hyd\_b} + (T_{mot\_f} - T_{mot\_b})$  で得られる最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  も図示のようにほぼ 0 となる。

10

【0073】

このように、ドライバが要求制動トルクを急減した場合、ステップ  $S_{307}$  のセレクトロー処理を設定しない場合には、ブレーキの引き摺り感が生じる懸念がある。これに対して、本実施の形態では、ステップ  $S_{307}$  の処理により最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  がドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  を上回らないように設定しているため、このような引き摺り感が生じることを防止できる。

【0074】

以下に、実施の形態の制動トルク制御装置の効果を説明する。

(1) 実施の形態の制動トルク制御装置は、

車両におけるドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  を検出するストロークセンサ 101 およびブレーキコントロールユニット 10 と、

20

車両の駆動輪 1 に加えられる回生制動トルクを制御する回生制動装置 B と、

駆動輪 1 に加えられる液圧制動トルクを制御する液圧制動装置 A と、

ドライバの制動操作時に、回生制動装置 B と液圧制動装置 A とに指令値を出力して回生制動トルクと液圧制動トルクとを制御するブレーキコントロールユニット 10 と、

を備え、

ブレーキコントロールユニット 10 は、

ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  に応じた基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を演算する基本目標回生制動トルク演算部 (S2) と、

回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを増加させる際に、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に対し、液圧制動装置 A における液圧応答遅れを考慮した遅れを持たせた最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を演算する最終目標回生制動トルク演算部 (S3) と、

30

最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を受け、実際に回生している実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を演算する実行回生制動トルク演算部 (S4) と、

ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を減じた値を基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  とする基本目標液圧制動トルク演算部 (S6) と、

基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  に、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  から基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を減じて得られた差分  $m_{ot}$  を加算した値を、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  として演算する最終目標液圧制動トルク演算部 (S7) と

40

、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  を液圧制動トルクの指令値とする液圧制動トルク指令値演算部 (S7) と、

を備えていることを特徴とする。

【0075】

このように、本実施の形態では、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を減じた基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  に、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  から基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  を減じて得られた差分  $m_{ot}$  を上乘せした値を、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  としている。

すなわち、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  は、液圧制動装置 A における遅れを考

50

慮して、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に対して位相を遅らせている。それに対し、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  は、実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  に基づいて得られた基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  に差分  $\Delta T_{mot}$  を加算している。

これにより、基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  に対し、最終目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_f}$  の位相を、液圧応答性に応じて回生制動トルクを遅らせた分だけ、進めることができる。

よって、図7に示したように、実際の液圧応答制動トルクが、実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  の減少のタイミングに遅れることなく立ち上がる。したがって、本実施の形態では、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を減じた値を液圧制動トルクの最終指令値とする場合と比較して、液圧制動トルクの発生遅れによる車両の減速度の抜け感が改善される。

加えて、実施の形態では、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  から実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  を減じて基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  を求めるようにしている。このため、図7に示すように、実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  が最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  に対し遅れ要素を持っている場合、その分だけ、実際の液圧応答制動トルクを、基本目標液圧制動トルク  $T_{hyd\_b}$  から遅らせることができる。これにより、実際の液圧応答制動トルクの立ち上がり、実行回生制動トルク  $T_{mot\_r}$  の減少タイミングにより対応させることができ、車両の減速度の抜け感をいっそう改善できる。

【0076】

(2) 実施の形態の制動トルク制御装置は、最終目標回生制動トルク演算部 (S3) は、液圧制動装置 A において指令出力から実際に液圧が発生するまでに要する無駄時間  $t_{dead}$  を演算する無駄時間演算部 (S303) と、液圧制動装置 A における応答遅れ  $T_{mot\_d}$  を演算する応答遅れ演算部 (S304) とを備え、無駄時間演算部 (S303) は、液圧制動装置 A の発生液圧が 0 よりも大きいときは無駄時間  $t_{dead}$  を 0 とすることを特徴とする。

【0077】

ホイールシリンダ 2 に液圧が発生していない状態では、液圧指令を出しても、パッドのロックバック、マスタシリンダ 7 のリザーバポートを閉じるまでの間などの無駄時間  $t_{dead}$  が発生する。よって、この場合は、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  に無駄時間  $t_{dead}$  に応じた遅れを設定することにより、上述の減速度の抜け感の発生を抑制できる。

それに対して、ホイールシリンダ 2 において既に液圧が発生している状態であれば、この無駄時間  $t_{dead}$  は発生しない。よって、このように液圧制動装置 A の発生液圧が 0 よりも大きいときは無駄時間  $t_{dead}$  を 0 とすることにより、実際の応答性に即した制御を行うことが可能になる。

【0078】

(3) 実施の形態の制動トルク制御装置は、最終目標回生制動トルク演算部 (S3) は、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  と最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  との小さい方を最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  とするようにしたことを特徴とする (S307)。

【0079】

このように、実施の形態では、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に、液圧制動装置 A の液圧遅れ分を考慮した分 ( $\Delta T_{mot}$ ) を上乘せして最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を演算している。

このため、ドライバがブレーキペダル 5 の踏み込みを減らした場合、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  が最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を下回る可能性がある。この場合、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  よりも大きい回生制動トルクを発生して、ドライバに制動力の引き摺り感を与えるおそれがある。

それに対し、本実施の形態では、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$  と最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  とをセレクトローすることにより、ドライバ要求総制動トルク  $T_{req}$

10

20

30

40

50

$e q$  が急減した場合、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  を最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  とする。

したがって、ドライバ要求総制動トルク  $T r e q$  が急減した場合、これに応じて最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  を減少させ、ドライバに制動力の引き摺り感を与えることを防止することができる。

【0080】

(4) 実施の形態の制動トルク制御装置は、最終目標回生制動トルク演算部 (S3) は、回生制動トルクを増加させつつ液圧制動トルクを減少させる際には、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  として、基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を用いるようにした (S306)。

10

【0081】

したがって、上記(1)のように、回生制動トルクを減少させつつ液圧制動トルクを増加させる際には、遅れを持たせた最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  を用いて、上述の減速度の抜け感が生じるのを抑制できる。

一方、回生制動トルクを増加させつつ液圧制動トルクを減少させる際には、液圧制動装置 A では既に制動液圧が生じていて応答性が高いため、遅れを持たせていない基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を用いても減速度 0 の抜け感が生じることがない。そして、この遅れを持たせていない基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を用いることにより、回生領域が低減されることを抑制できる。

【0082】

20

(5) 実施の形態の制動トルク制御装置は、最終目標回生制動トルク演算部 (S3) は、基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  と最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  とを比較し、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  が基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を上回る場合は、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  をそのまま使用し、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  が基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を下回る場合は、基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  として用いる (S306)。

したがって、上記のように、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  として、液圧制動装置 A の昇圧時に遅れを持たせた最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  を用い、液圧制動装置 A の降圧時に、基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  を用いることができる。

30

本実施の形態では、このような液圧制動装置 A の昇圧および降圧に応じた判断処理を、単に、最終目標回生制動トルク  $T m o t \_ f$  と基本目標回生制動トルク  $T m o t \_ b$  との比較により行うことができ、このような昇圧、降圧に応じた判断処理を行なう構成の簡略化を図ることができる。

【0083】

(6) 実施の形態の制動トルク制御装置は、液圧制動装置 A は、電動ブースタ (倍力装置) 6 を備え、かつ、応答遅れ演算部 (S304) は、電動ブースタ 6 の倍力性能に応じた  $n$  次遅れ系で設定した。

【0084】

液圧制動装置 A の応答遅れ  $T m o t \_ d$  は、配管流路抵抗、流路オリフィス抵抗、モータ慣性、突入電流対策、液圧サーボ制御などの総合的な結果として発生する。しかし、これらを全てモデル化し逆演算モデルを組むのは演算処理負荷が高い。そこで、液圧制動装置 A の電動ブースタ 6 のサーボ性能を、二次遅れ系となるように構成し、応答遅れ演算も二次遅れで演算することにより、演算負荷を下げることも可能となる。この場合、二次遅れ系とすることにより、三次以上の遅れ系とするよりも、さらに演算負荷を下げることもできる。

40

【0085】

(7) 実施の形態の制動トルク制御装置は、最終目標回生制動トルク演算部 (S3) は、あらかじめ回生可能最低車速  $V l i m$  が設定され、車速  $V$  が回生可能最低車速  $V l i m$  を下回っても遅れを持たせた最終目標回生制動

50

トルク  $T_{mot\_f}$  が 0 以上であると判断した場合には回生可能最低車速  $V_{lim}$  となるまでに最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を 0 とする最終目標回生制動トルク制限部 (S305) を有していることを特徴とする。

【0086】

最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  は、基本目標回生制動トルク  $T_{mot\_b}$  に遅れ分を上乗せしているため、極低車速域において、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  が残っていた場合、モータ/ジェネレータ 4 の振動などを招くおそれがある。

それに対し、本実施の形態では、車速  $V$  が回生可能最低車速  $V_{lim}$  を下回っても最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  が 0 以上の場合、回生可能最低車速  $V_{lim}$  となるまでに最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を 0 とすることで、その不具合を防止できる。

10

【0087】

(8) 実施の形態の制動トルク制御装置は、

最終目標回生制動トルク制限部 (S3) は、現在の車速  $V$  に応じて、回生可能最低車速  $V_{lim}$  に向かって 0 になる回生制動トルク制限勾配の回生トルク制限値  $T_{lim\_min}$  を有しており、遅れを持たせた最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  が回生トルク制限値  $T_{lim\_min}$  を上回る場合は、最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  を回生トルク制限値  $T_{lim\_min}$  に設定することを特徴とする。

【0088】

このように、回生制動トルクを回生可能最低車速  $V_{lim}$  に向かって線形に 0 にすることにより、回生制動トルク・液圧制動トルクの不連続な変動を防止することができる。

20

【0089】

(9) 実施の形態の制動トルク制御装置は、

最終目標回生制動トルク制限部 (S3) は、回生制動トルク制限勾配が、車輪速減速度に応じて、その勾配を前記減速度が大きいほど緩く設定することを特徴とする。

【0090】

高減速時には、一気に車速  $V$  が下がり、一定の勾配で回生を制限したときに回生可能最低車速  $V_{lim}$  を下回って最終目標回生制動トルク  $T_{mot\_f}$  が指令されて、上記のようなモータ/ジェネレータ 4 の振動などを招くおそれがある。

これに対し、本実施の形態では、高減速時には回生制動トルク制限勾配を緩く変更して回生可能最低車速  $V_{lim}$  を下回らずに回生制動トルクを 0 にすることが可能となり、上記のようなモータ/ジェネレータ 4 の振動などを抑制できる。

30

【0091】

以上、本発明の制動トルク制御装置を実施の形態に基づき説明してきたが、具体的な構成については、この実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0092】

実施の形態では、本発明の制動トルク制御装置を、電動車両に適用した例を示したが、本発明の適用対象としては、液圧制動装置と回生制動装置とを備えた車両であれば、電動車両に限定されない。例えば、駆動輪の駆動源として、エンジンとモータ/ジェネレータとを搭載した、いわゆるハイブリッド車両や、駆動輪の駆動はエンジンの駆動力のみにより行うが、回生制動を行うことができるようにした車両にも適用することができる。

40

【0093】

また、実施の形態では、図 2 に示すステップ S1 ~ S3、S6 ~ S8 の処理は、ブレーキコントロールユニット 10 において行い、ステップ S4、S5 は、モータコントロールユニット 11 で行う態様を示した。このような処理を実行する部分は、実施の形態で示したものに限定されず、これら全ての処理を同一のコントロールユニットで実行してもよいし、さらに、液圧制動装置 A 及び回生制動装置 B への出力を、そのコントロールユニットから行うようにしてもよい。

【0094】

また、実施の形態では、回生制動装置 B は 1 系統の車両を例示しているが、これに限定

50



されない。例えば、インホイールモータ式車両や、左右独立モータ式車両、前後独立モータ式車両などにおいても適用可能である。その場合は、ステップ S 4、S 5 の処理は、各系統のコントロールユニットにて実行し、各系統の駆動系への出力を行う。

【0095】

また、実施例の形態では、液圧制動装置 A が 1 系統として演算しているが、さらに液圧の応答性を上げるために、液剛性の高い（消費液量の少ない）後輪から先に昇圧し、総制動力が変わらないよう徐々に 4 輪液圧制動に移行させてもよい。その場合は、ステップ S 304 において演算する液圧制動装置 A の応答特性を、各制御系統に対応するように修正することで対応可能である。また、車両の制動姿勢変化を小さくするため、まず回生制動輪から昇圧し、徐々に 4 輪制動に移行させる場合も同様である。

10

【0096】

また、実施の形態では、最終目標回生制動トルク演算部は、液圧制動装置における液圧応答遅れを考慮した遅れを持たせるのにあたり、無駄時間と応答遅れとを考慮するようにしたが、無駄時間のみあるいは応答遅れのみを考慮するようにしてもよい。

【0097】

また、実施の形態では、液圧制動装置の昇圧および降圧に応じ、最終目標回生制動トルクとして、液圧制動装置の昇圧時に遅れを持たせた最終目標回生制動トルクをそのまま用いるか、基本目標回生制動トルクに置き換えるかの判断を、最終目標回生制動トルクと基本目標回生制動トルクとのセレクトハイにより実行した（S 306）。しかし、これに限定されるものではなく、液圧制動装置の圧力の検出に基づいて昇圧・降圧判断を行なって上記選択を行なうようにしてもよい。

20

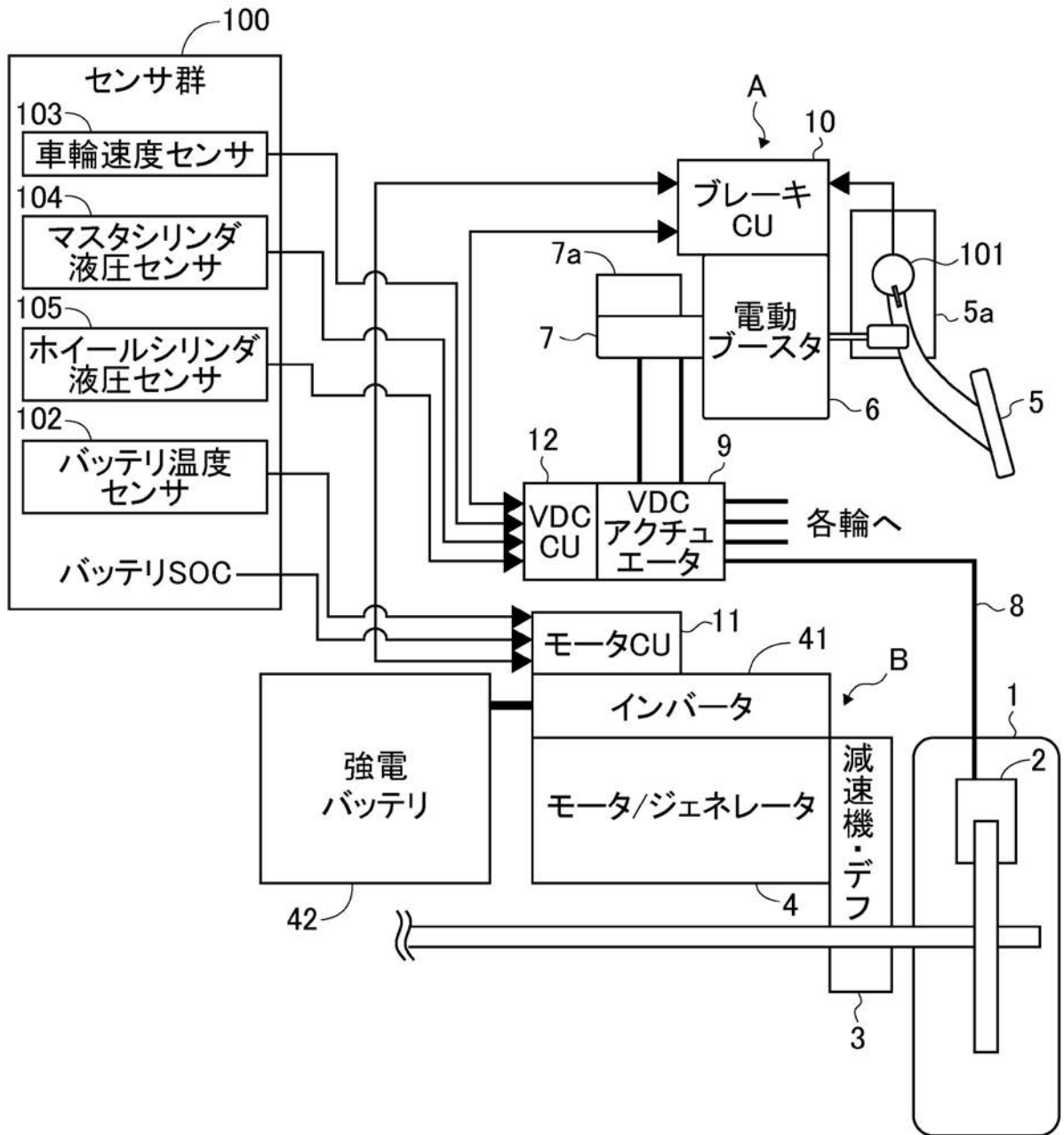
【符号の説明】

【0098】

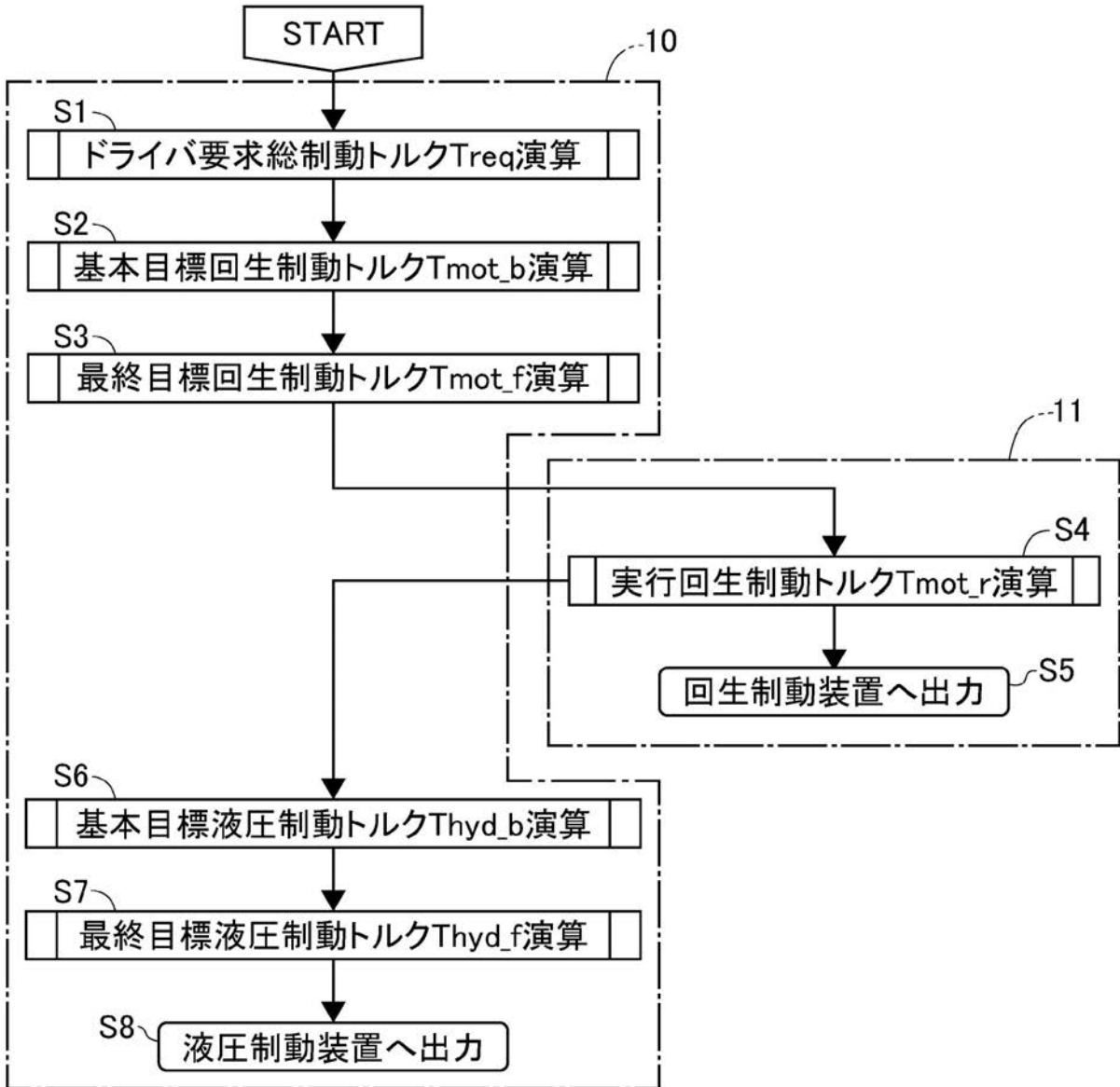
- 1 駆動輪
- 5 ブレーキペダル
- 6 電動ブースタ（倍力装置）
- 7 マスタシリンダ
- 10 ブレーキコントロールユニット（要求総制動力検出装置、制動トルク制御部、基本目標回生制動トルク演算部、最終目標回生制動トルク演算部、基本目標液圧制動トルク演算部、液圧制動トルク指令値演算部）
- 11 モータコントロールユニット（実行回生制動トルク演算部）
- 101 ストロークセンサ（要求総制動力検出装置）
- A 液圧制動装置
- B 回生制動装置

30

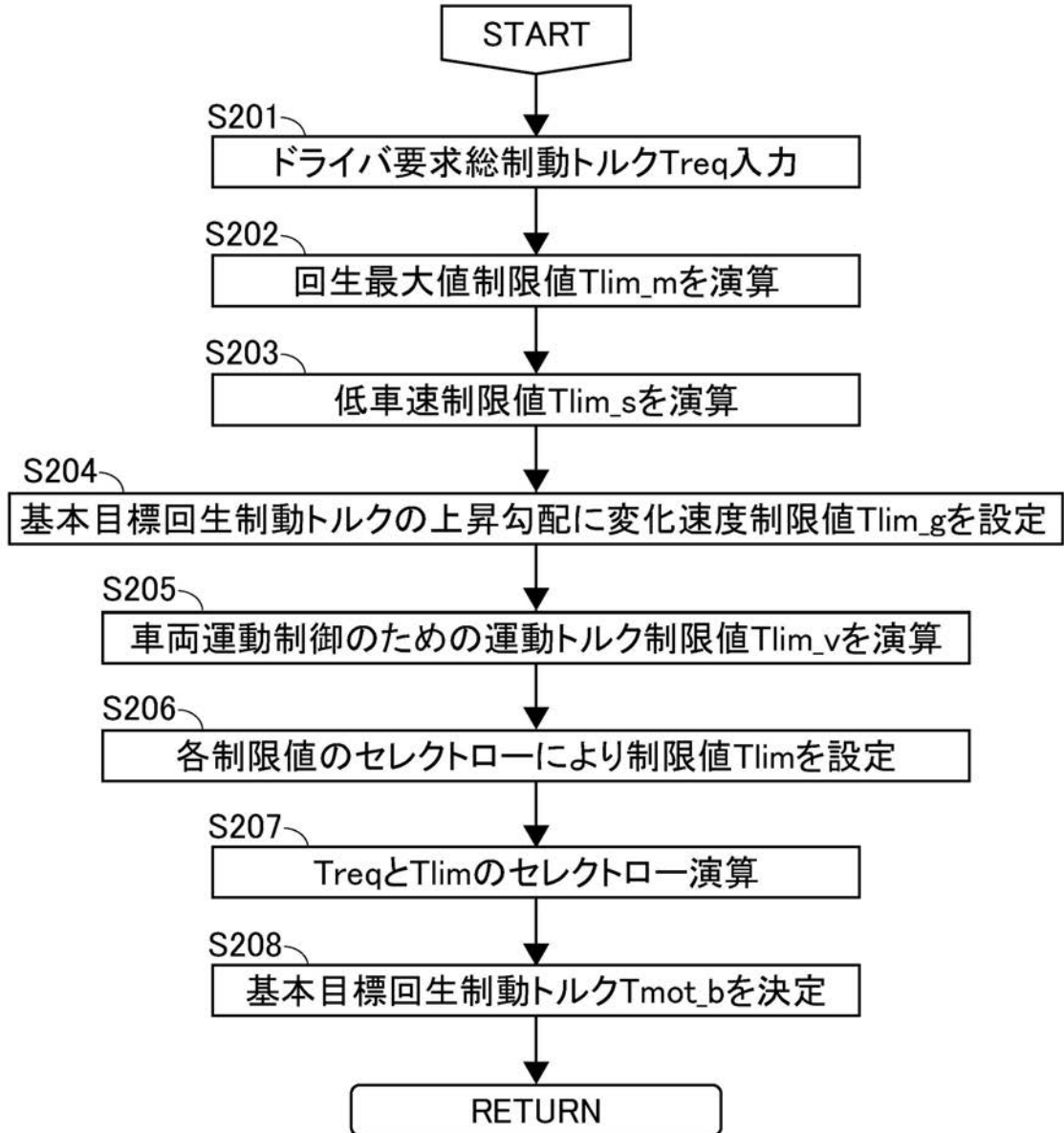
【図1】



【図2】



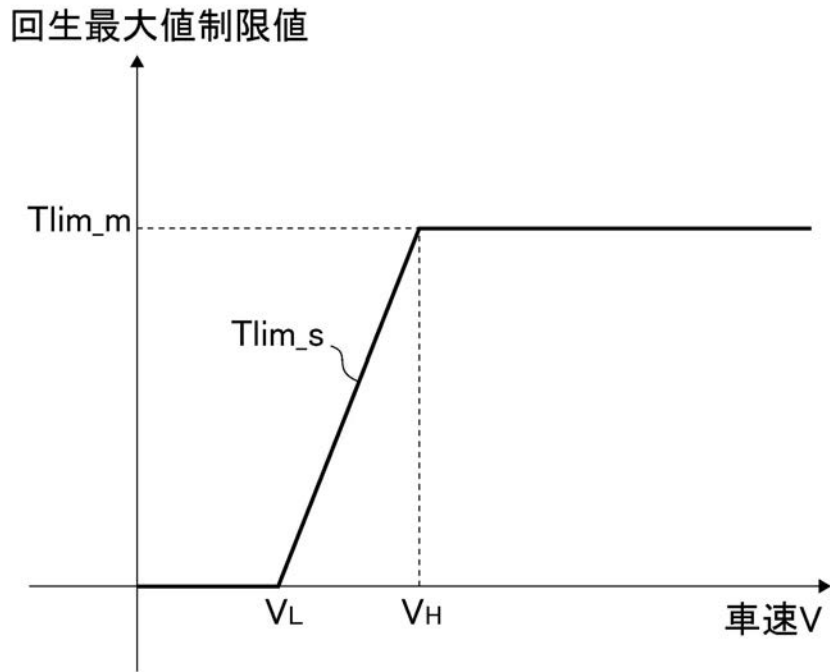
【図3】



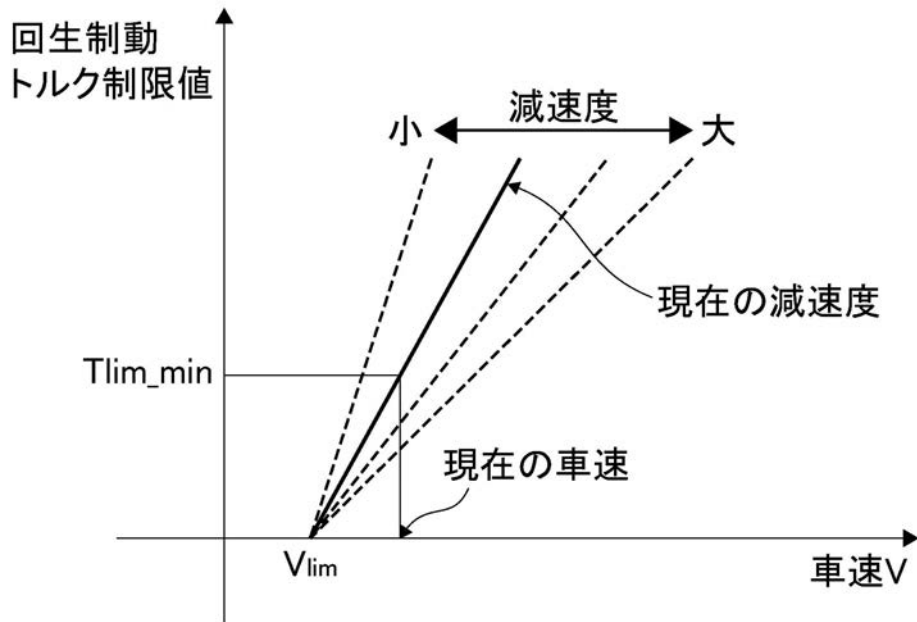
【 図 4 】



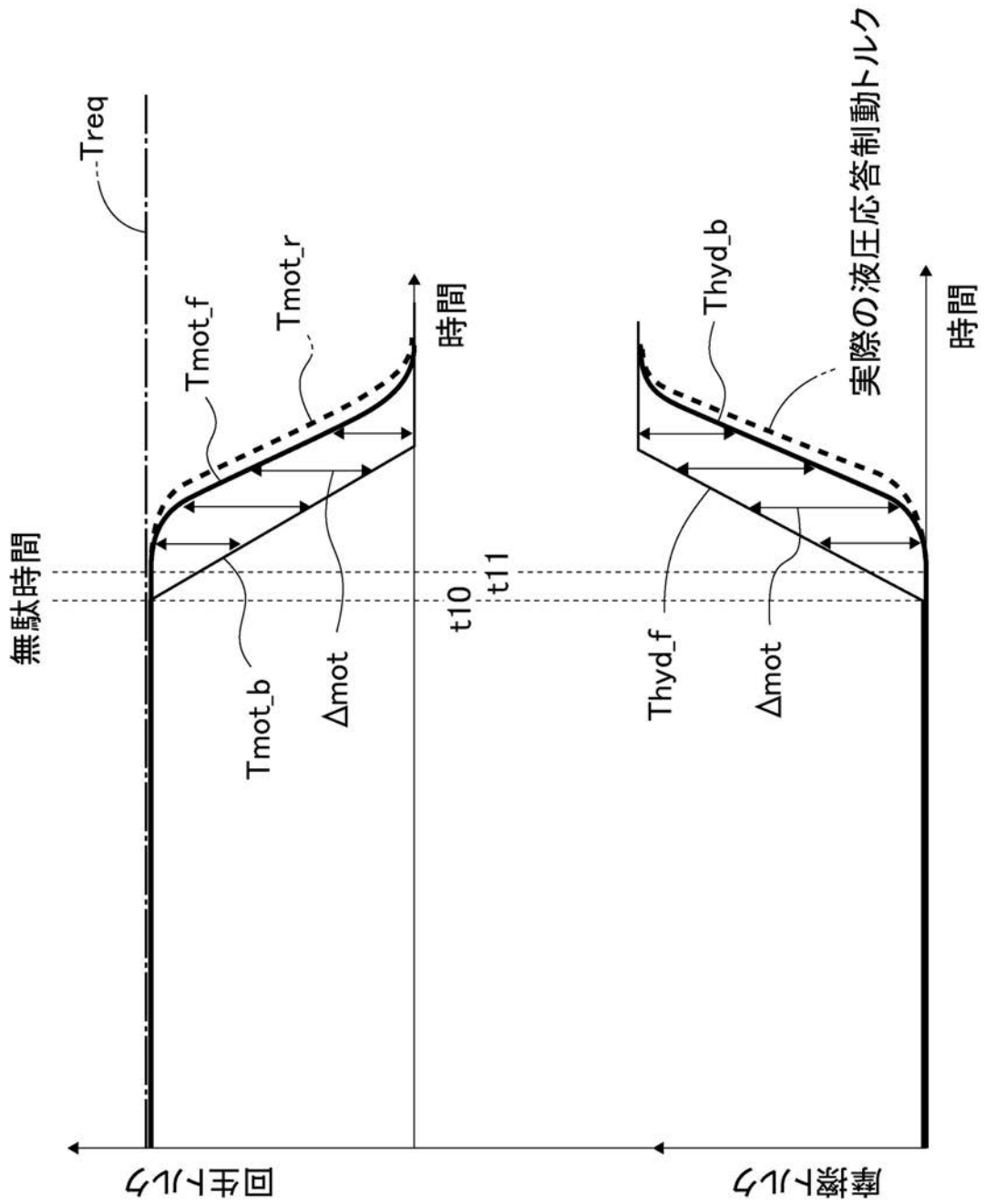
【 図 5 】



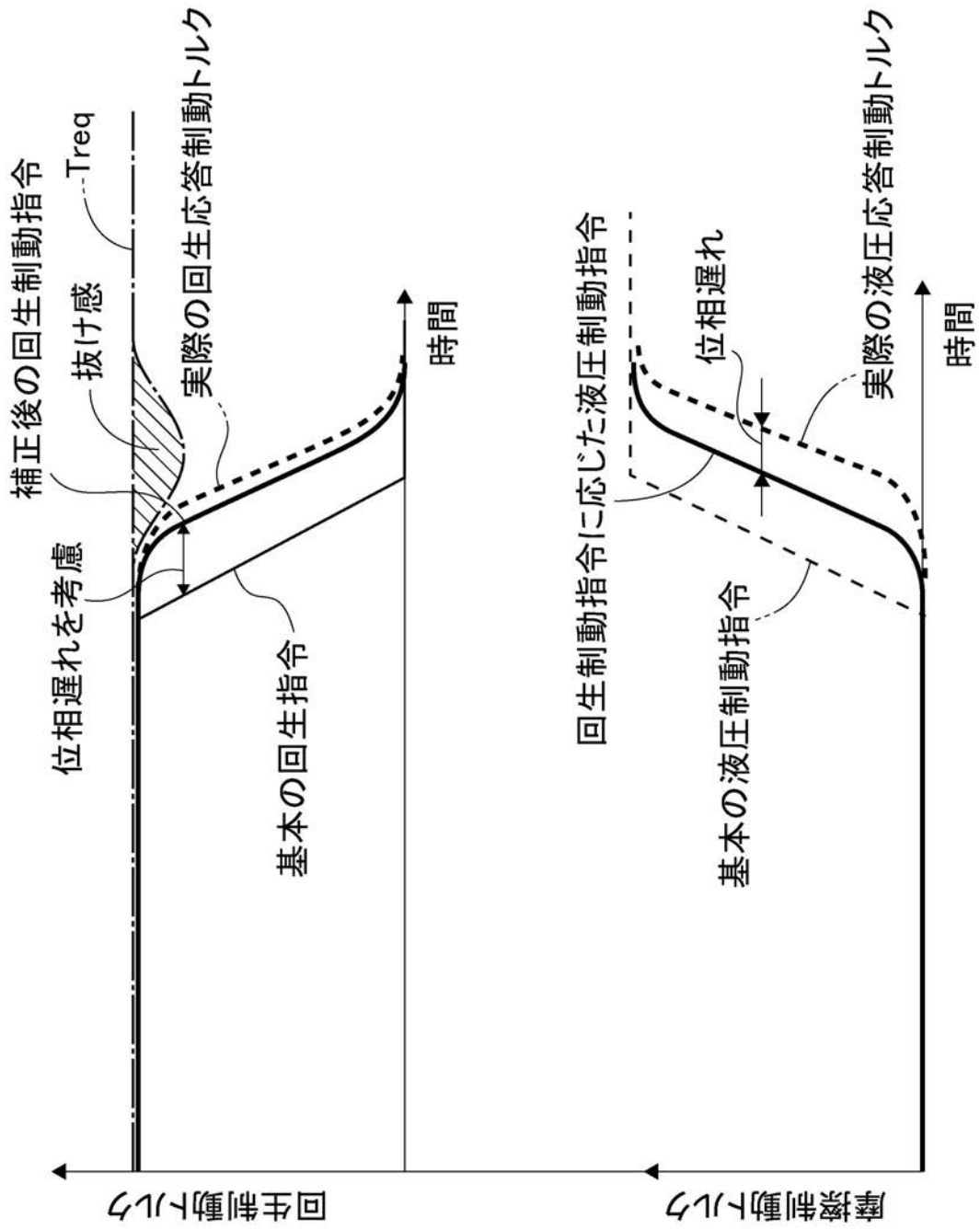
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】





【図9】

