

PCT

- 乖離の大きさに基づくフィードバック制御を通じて各ブーリ（130, 150）の推力 W_{pri} , W_{s e_c を制御する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 無段変速機の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、一对のプーリに巻き掛けられたベルトの各プーリにおける巻き掛け半径を変化させることにより変速比を変更することのできる無段変速機を制御する無段変速機の制御装置に関し、特にフィードバック制御を通じて各プーリの推力を制御する無段変速機の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 車両に搭載される無段変速機として、内燃機関の駆動力が伝達されるプライマリプーリと、車輪に連結されたセカンダリプーリと、これら一对のプーリに巻き掛けられたベルトとを備え、各プーリにおけるベルトの巻き掛け半径を変化させることにより変速比を連続的且つ無段階に変更するベルト式の無段変速機が知られている。

[0003] こうしたベルト式の無段変速機は、例えば、各プーリに設けられた油圧室内の油圧を変更して各プーリがベルトを挟む力である推力を変更することにより各プーリにおけるベルトの巻き掛け半径を変更し、変速比を制御する。

[0004] 具体的には、変速比を小さくする場合には、プライマリプーリの油圧室の油圧を上昇させてプライマリプーリにおける推力を増大させるとともに、セカンダリプーリの油圧室の油圧を低下させてセカンダリプーリにおける推力を減少させる。これにより、プライマリプーリにおけるベルトの巻き掛け半径が大きくなる一方、セカンダリプーリにおけるベルトの巻き掛け半径が小さくなり、変速比が小さくなる。

[0005] 一方で、変速比を大きくする場合には、プライマリプーリの油圧室の油圧を低下させてプライマリプーリにおける推力を減少させるとともに、セカンダリプーリの油圧室の油圧を上昇させてセカンダリプーリにおける推力を増大させる。これにより、プライマリプーリにおけるベルトの巻き掛け半径が小さくなる一方、セカンダリプーリにおけるベルトの巻き掛け半径が大きくなる。

なり、変速比が大きくなる。

[0006] 特許文献 1 には、目標変速比に近づけるように変速比を変更している過渡状態のときに、現在の変速比を目標変速比に一致させるために必要とされる変速速度を算出し、算出された変速速度を達成するために必要な油圧をプライマリプーリに供給する無段変速機の制御装置が記載されている。

[0007] こうした無段変速機の制御装置にあっては、実際の変速比と目標変速比との乖離の大きさに基づいてフィードバック制御を実行することができる。例えば、目標変速比に基づいて基本となる油圧制御量を算出するとともに、その時点までの変速比と目標変速比との乖離量を積分した値に基づいて積分項を算出し、積分項によって補正した油圧制御量を出力してプライマリプーリの推力を制御する。

[0008] このようにフィードバック制御を通じてプーリの推力を制御する構成を採用すれば、実際の変速比の変化履歴を反映した制御を実現することができるようになる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平 3 - 1 8 1 6 5 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ところで、変速比を大きくすべく、プライマリプーリの推力を低下させる際にプライマリプーリの推力をあまりにも急激に低下させると、プライマリプーリにおける推力とセカンダリプーリにおける推力とのバランスが崩れ、ベルトに作用する張力が不足してベルトが各プーリに対して滑ってしまうおそれがある。一方で、変速比を小さくすべく、プライマリプーリの推力を上昇させる際にプライマリプーリの推力をあまりにも急激に上昇させると、プライマリプーリにおける推力とセカンダリプーリにおける推力とのバランスが崩れ、ベルトに作用する張力が過剰に大きくなり、ベルトが切れてしまう

おそれがある。

- [0011] すなわち、プライマリプーリの推力を変更する速度、すなわち変速速度には限界があり、上記のように変速比を目標変速比に一致させるために必要な変速速度を算出したとしても、それを実現するようにプライマリプーリの推力を制御することができない場合もある。
- [0012] このように実際に実現することのできる変速速度には限界があるため、例えば、図10に示されるように、急加速が要求されたことに伴って一点鎖線で示される目標変速比 γ_{trg} が急激に大きくなった場合には、実線で示される変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} の変化に速やかに追従させることができない場合がある。その結果、図10に示されるように実線で示される変速比 γ と、一点鎖線で示される目標変速比 γ_{trg} との間に大きな乖離が生じている状態が継続することがある。
- [0013] そして、このときに、上記のように目標変速比 γ_{trg} と実際の変速比 γ との乖離の大きさに基づくフィードバック制御を実行している場合には、フィードバック制御における積分項が増大し続けることとなる。
- [0014] その結果、図10において破線で囲んだ部分に示されるように、実際の変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} に近づいているにも拘わらず、過剰に大きな積分項によって補正された制御量に基づく変速速度で変速比 γ が変更され続け、変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} を超えてしまうオーバーシュートが発生するようになる。
- [0015] 尚、こうした課題は、目標変速比 γ_{trg} が急激に小さくなった場合にも同様に発生する。そして、この場合には、実際の変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} に近づいているにも拘わらず、過剰に大きな積分項によって補正された制御量に基づく変速速度で変速比が変更され続け、変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} を下回ってしまうアンダーシュートが発生することとなる。
- [0016] 本発明の目的は、目標変速比が急激に変更された際に、フィードバック制御を通じて積分項が過剰に増大されてしまうことを抑制することのできる無段変速機の制御装置を提供することにある、ひいては変速比のオーバーシュ

ートやアンダーシュートを抑制することにある。

課題を解決するための手段

- [0017] 上記目的を達成するため、本発明に従う無段変速機の制御装置は、現在の变速比における各プーリの推力と、各プーリに巻き掛けられたベルトを各プーリから滑らせずに現在の变速比を維持するために必要な下限推力と、ベルトの耐久性を考慮して設定される上限推力とに基づいてプーリにおける推力の可変量を算出するための可変量算出部と、可変量算出部によって算出された可変量に基づいて限界变速速度を算出するための限界速度算出部と、限界速度算出部によって算出された限界变速速度に基づいて目標变速比を制限するガード値を算出するためのガード値算出部とを備える。そして、ガード値算出部によって算出されたガード値によって制限された目標变速比と現在の变速比との乖離の大きさに基づくフィードバック制御を通じて各プーリの推力を制御する。
- [0018] ベルト式の無段変速機にあっては、各プーリの推力を変更することによって变速比が変更される。そのため、単位時間の間にプーリの推力を大幅に変化させるほど、速やかに变速比を変更することができる。そのため、プーリの推力を大幅に変更することができる状態のときほど、すなわち、プーリの推力の可変量が大きいときほど、大きな变速速度を実現することができる状態にあると推定できる。したがって、プーリの推力の可変量を算出すれば、その値に基づいて变速速度の限界値である限界变速速度を推定することができる。
- [0019] また、限界变速速度を推定することができれば、推定された限界变速速度で变速比を変更したときの变速比の変化を推定し、推定された变速比の変化に基づいて現在の状態から所定期間の間に変更可能な变速比の範囲を推定することができる。
- [0020] 本発明に従う無段変速機の制御装置にあっては、上記のようにプーリにおける推力の可変量を算出し、算出された可変量に基づいて限界变速速度を算出するようにしている。そして、算出された限界变速速度に基づいて目標変

速比を制限するガード値を算出し、ガード値によって制限された目標変速比と現在の速比との乖離の大きさに基づいてフィードバック制御を行うようにしている。そのため、算出された限界変速速度で現在の状態から速比を変更した場合に実現することのできる速比の範囲に合わせて目標変速比を制限することができる。

[0021] このようにして目標変速比を制限すれば、ガード値を設けずにフィードバック制御を実行する場合と比較して、目標変速比の値を実際に実現可能な変速比の値に近づけることができる。そのため、目標変速比が急激に変更された際に生じるおそれがある実際の速比と目標変速比との乖離を小さくすることができる。

[0022] したがって、本発明に従う無段変速機の制御装置によれば、フィードバック制御を通じて算出される積分項の値が過剰に大きくなることを抑制することができ、積分項が過剰に大きくなることに起因して生じる速比のオーバーシュートやアンダーシュートを抑制することができるようになる。

[0023] 尚、本発明の一態様としては、推力の変量として、プライマリプーリにおける推力の変量を算出し、算出されたプライマリプーリにおける推力の変量に基づいて限界変速速度を算出するようにすることが望ましい。

[0024] そして、プライマリプーリにおける推力の変量を算出する具体的な方法としては、現在の速比における各プーリの推力の比を維持したままセカンダリプーリにおける推力が下限推力と等しくなっていると仮定した場合のプライマリプーリにおける推力を、現在の速比における各プーリの推力と下限推力とに基づいて算出し、上限推力と算出されたその推力との差を、速比を小さくする際のプライマリプーリにおける推力の変量として算出する構成を採用することが望ましい。

[0025] 速比を小さくするときには、セカンダリプーリにおける推力を下限推力まで低下させるとともに、プライマリプーリにおける推力を上限推力まで上昇させることにより、ベルトが各プーリに対して滑ったり、ベルトが切れたりすることを回避しつつ、変速速度を最大にすることができる。

[0026] そして、各プーリの推力の比を維持したままセカンダリプーリにおける推力が下限推力と等しくなっている状態は、プライマリプーリにおける推力を現在の状態から上限推力まで増大させる場合に、推力の可変量が最も大きくなる状態である。すなわち、上記の方法によって算出される可変量は、ベルトが滑ったり、ベルトが切れたりすることのない条件で現在の状態からプライマリプーリにおける推力を増大させる場合の推力の可変量の最大値である。

[0027] したがって、上記の方法で算出された可変量に基づいて変速比を小さくする際の限界変速速度を算出すれば、ベルトが滑ったり、ベルトが切れたりすることのない条件で想定し得る最大の変速速度を限界変速速度として算出することができる。そして、この限界変速速度で変速比を変更したときに実現可能な変速比の最小値を推定し、その値をガード値として算出すれば、ガード値は実際に実現可能な変速比よりも小さな値となる。

[0028] したがって、上記の方法によって変速比を小さくする際の可変量を算出する構成を採用すれば、不必要に目標変速比を制限することなく実現可能な最大限の変速速度で変速比を低下させつつ、目標変速比を実現可能な変速比に近い値に制限することができるようになる。

[0029] また、同様に、プライマリプーリにおける推力の可変量を算出する具体的な方法としては、現在の変速比における各プーリの推力の比を維持したままセカンダリプーリにおける推力が上限推力と等しくなっていると仮定した場合のプライマリプーリにおける推力を、現在の変速比における各プーリの推力と上限推力とに基づいて算出し、算出されたその推力と下限推力との差を、変速比を大きくする際のプライマリプーリにおける推力の可変量として算出する構成を採用することが望ましい。

[0030] 変速比を大きくするときには、セカンダリプーリにおける推力を上限推力まで上昇させるとともに、プライマリプーリにおける推力を下限推力まで低下させることにより、ベルトが滑ったり、ベルトが切れたりすることを回避しつつ、変速速度を最大にすることができる。

- [0031] そして、各プーリの推力の比を維持したままセカンダリプーリにおける推力が上限推力と等しくなっている状態は、プライマリプーリにおける推力を現在の状態から下限推力まで減少させる場合に、推力の可変量が最も大きくなる状態である。すなわち、上記の方法によって算出される可変量は、ベルトが滑ったり、ベルトが切れたりすることのない条件で現在の状態からプライマリプーリにおける推力を減少させる場合の推力の可変量の最大値である。
- [0032] したがって、上記の方法で算出された可変量に基づいて変速比を大きくする際の限界変速速度を算出すれば、ベルトが滑ったり、ベルトが切れたりすることのない条件で想定し得る最大の変速速度を限界変速速度として算出することができる。そして、この限界変速速度で変速比を変更したときに実現可能な変速比の最大値を推定し、その値をガード値として算出すれば、ガード値は実際に実現可能な変速比よりも大きな値となる。
- [0033] したがって、上記の方法によって変速比を大きくする際の可変量を算出する構成を採用すれば、不必要に目標変速比を制限することなく実現可能な最大限の変速速度で変速比を増大させつつ、目標変速比を実現可能な変速比に近い値に制限することができるようになる。
- [0034] また、目標変速比を制限する上では、変速比を限界速度算出部によって算出された限界変速速度で低下させた場合に実現可能となる最小の変速比を下限ガード値として算出する一方、変速比を限界速度算出部によって算出された限界変速速度で増大させた場合に実現可能となる最大の変速比を上限ガード値として算出し、下限ガード値以上且つ上限ガード値以下の範囲に目標変速比を制限することが望ましい。
- [0035] そして、ガード値の演算にかかる制御装置の演算負荷の増大を抑制する上では、変速比を小さくするのか、或いは変速比を大きくするのかを判定するための判定部を備え、判定部による判定の結果に基づいて上限ガード値及び下限ガード値のうち、不必要なガード値の演算を行わないようにする構成を採用することが望ましい。

- [0036] 具体的には、判定部によって変速比を小さくする旨の判定がなされた場合には、上限ガード値の算出にかかる演算を実行せずに、下限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された下限ガード値に基づいて目標変速比を制限するようにすればよい。
- [0037] 変速比を小さくする際には、目標変速比が現在の変速比よりも小さな値に設定されるため、目標変速比が現在の変速比よりも大きな上限ガード値によって制限されることはない。そのため、変速比を小さくする際には、上限ガード値を算出する必要はない。
- [0038] そこで、上記のように判定部によって変速比を小さくする旨の判定がなされたときに、上限ガード値の算出にかかる演算を行わない構成を採用すれば、不必要な演算の実行を省略して制御装置の演算負荷を低減することができる。
- [0039] また、判定部によって変速比を大きくする旨の判定がなされた場合には、下限ガード値の算出にかかる演算を行わずに、上限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された上限ガード値に基づいて目標変速比を制限するようにすればよい。
- [0040] 変速比を大きくする際には、目標変速比が現在の変速比よりも大きな値に設定されるため、目標変速比が現在の変速比よりも小さな下限ガード値によって制限されることはない。そのため、変速比を大きくする際には、下限ガード値を算出する必要はない。
- [0041] そこで、上記のように判定部によって変速比を大きくする旨の判定がなされたときに、下限ガード値の算出にかかる演算を行わない構成を採用すれば、不必要な演算の実行を省略して制御装置の演算負荷を低減することができる。
- [0042] 尚、制御装置の演算負荷を低減する上では、判定部によって変速比を小さくする旨の判定がなされた場合には、上限ガード値の算出にかかる演算を実行せずに、下限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された下限ガード値に基づいて目標変速比を制限する一方、判定部によって変速比を大きく

する旨の判定がなされた場合には、下限ガード値の算出にかかる演算を行わずに、上限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された上限ガード値に基づいて目標変速比を制限する構成を採用することが特に望ましい。

[0043] 尚、下限推力は、ベルトを介して伝達するトルクと、プライマリプーリにおけるベルトの巻き掛け半径と、プライマリプーリとベルトとの間の摩擦係数と、プライマリプーリにおけるベルトが接触する部分の勾配とに基づいて算出することができる。

[0044] また、上限推力は、前記下限推力に「1.0」よりも大きな係数を乗じることによって算出すればよく、係数の大きさは、無段変速機として使用する範囲で十分な耐久性を確保することができるように、ベルトの耐久性に応じて設定すればよい。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]実施形態にかかる電子制御装置、並びに同電子制御装置の制御対象である無段変速機の概略構成を示す模式図。

[図2] (a)は無段変速機の各プーリの断面図、(b)は無段変速機の各プーリの側面図。

[図3]実施形態にかかる目標変速比制限ルーチンにかかる一連の処理の流れを示すフローチャート。

[図4]アップシフト時における推力の可変量の算出方法を説明するためのグラフ。

[図5]変速速度と推力の変化量との関係を示すグラフ。

[図6]ダウンシフト時における推力の可変量の算出方法を説明するためのグラフ。

[図7]目標変速比が急激に大きくなったときの制限後の目標変速比の変化と実際の変速比の変化との関係を示すタイムチャート。

[図8]目標変速比が急激に小さくなったときの制限後の目標変速比の変化と実際の変速比の変化との関係を示すタイムチャート。

[図9]変更例としての目標変速比制限ルーチンにかかる一連の処理の流れを示

すフローチャート。

[図10]従来の無段変速機の制御装置において急加速が要求された際の目標変速比の変化と実際の変速比の変化との関係を示すタイムチャート。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、この発明にかかる無段変速機の制御装置を、車両を統括的に制御する電子制御装置300として具体化した一実施形態について、図1～8を参照して説明する。

尚、図1は本発明の無段変速機の制御装置としての電子制御装置300、並びに同電子制御装置300の制御対象である無段変速機100の概略構成を示す模式図である。

[0047] 図1に示されるように無段変速機100におけるトルクコンバータ110の入力軸は内燃機関400の出力軸に接続されている。一方で、同トルクコンバータ110の出力軸は、切替機構120の入力軸に接続されている。

[0048] この切替機構120は、ダブルピニオン型の遊星歯車機構であり、フォワードクラッチ121とリバースブレーキ122とを備えている。そして、切替機構120の出力軸はプライマリプーリ130に連結されている。

[0049] これにより、フォワードクラッチ121に係合させる一方でリバースブレーキ122を解放しているときには、トルクコンバータ110を介して入力された内燃機関400の駆動力がそのままプライマリプーリ130に伝達される状態となる。これに対して、フォワードクラッチ121を解放する一方でリバースブレーキ122に係合させているときには、トルクコンバータ110を介して入力された内燃機関400の駆動力が反転されて逆回転の駆動力としてプライマリプーリ130に伝達される状態となる。

[0050] 尚、この切替機構120にあつては、フォワードクラッチ121とリバースブレーキ122との双方を解放することにより、内燃機関400とプライマリプーリ130との間の駆動力の伝達が遮断されるようになっている。

[0051] プライマリプーリ130は、ベルト140によってセカンダリプーリ150と連結されている。すなわち、図1の中央に示されるように平行に並べら

れたプライマリプーリ 130 とセカンダリプーリ 150 には、1 本のベルト 140 が巻き掛けられており、このベルト 140 を介してプライマリプーリ 130 とセカンダリプーリ 150 との間で駆動力が伝達されるようになっている。

[0052] セカンダリプーリ 150 は、図 1 の下方右側の部分に示されるように減速ギア 160 を介してディファレンシャル 170 に連結されている。これにより、セカンダリプーリ 150 の回転は減速ギア 160 を介してディファレンシャル 170 に伝達される。そして、ディファレンシャル 170 に伝達された駆動力は、ディファレンシャル 170 を介して左右の駆動輪に伝達されるようになっている。

[0053] 図 2 (a) の上方に示されるようにプライマリプーリ 130 は、固定シーブ 131 と、可動シーブ 132 とを備えている。可動シーブ 132 はハウジング 133 内に同ハウジング 133 に対して移動可能に組み込まれており、ハウジング 133 と可動シーブ 132 との間には油圧室 134 が区画形成されている。

[0054] また、図 2 (a) の下方に示されるようにセカンダリプーリ 150 も、固定シーブ 151 と可動シーブ 152 とを備えている。そして、プライマリプーリ 130 と同様に、セカンダリプーリ 150 における可動シーブ 152 もハウジング 153 内に同ハウジング 153 に対して移動可能に組み込まれている。これにより、セカンダリプーリ 150 におけるハウジング 153 と可動シーブ 152 との間にも、油圧室 154 が区画形成されている。

[0055] 図 2 (a) 及び図 2 (b) に示されるように、ベルト 140 はプライマリプーリ 130 とセカンダリプーリ 150 とに巻き掛けられている。そして、ベルト 140 は、プライマリプーリ 130 における固定シーブ 131 と可動シーブ 132 との間に挟み込まれているとともに、セカンダリプーリ 150 における固定シーブ 151 と可動シーブ 152 との間に挟み込まれている。

[0056] そのため、プライマリプーリ 130 における油圧室 134 内の油圧を変化させることにより、プライマリプーリ 130 における固定シーブ 131 と可

動シーブ 132 との間隔が変化し、プライマリプーリ 130 においてベルト 140 に作用する推力 W_{pri} が変化するようになる。また、セカンダリプーリ 150 における油圧室 154 内の油圧を変化させることにより、セカンダリプーリ 150 における固定シーブ 151 と可動シーブ 152 との間隔が変化し、セカンダリプーリ 150 においてベルト 140 に作用する推力 W_{sec} が変化するようになる。

[0057] 図 2 (a) に示されるように、各シーブ 131, 132, 151, 152 には、ベルト 140 と接触する部分に勾配が設けられている。そのため、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を変更するとともに、セカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を変更することにより、各プーリ 130, 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} , R_{out} が変化するようになる。

[0058] 具体的には、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を増大させるとともに、セカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を減少させることにより、プライマリプーリ 130 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} が大きくなり、セカンダリプーリ 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{out} が小さくなる。一方で、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を減少させるとともに、セカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を増大させることにより、プライマリプーリ 130 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} が小さくなり、セカンダリプーリ 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{out} が大きくなる。

[0059] 無段変速機 100 にあっては、各プーリ 130, 150 の推力 W_{pri} , W_{sec} を変更して各プーリ 130, 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} , R_{out} を変更し、変速比 γ を制御する。

[0060] 具体的には、変速比 γ を小さくする場合には、プライマリプーリ 130 の油圧室 134 の油圧を上昇させてプライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を増大させるとともに、セカンダリプーリ 150 の油圧室 154 の油圧を低下させてセカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を減少させる。

これにより、プライマリプーリ 130 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} が大きくなる一方、セカンダリプーリ 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{out} が小さくなり、変速比 γ が小さくなる。

[0061] 一方で、変速比 γ を大きくする場合には、プライマリプーリ 130 の油圧室 134 の油圧を低下させてプライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を減少させるとともに、セカンダリプーリ 150 の油圧室 154 の油圧を上昇させてセカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を増大させる。これにより、プライマリプーリ 130 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{in} が小さくなる一方、セカンダリプーリ 150 におけるベルト 140 の巻き掛け半径 R_{out} が大きくなり、変速比 γ が大きくなる。

[0062] 図 1 に示されるように、各プーリ 130, 150 の油圧室 134, 154 は、油圧制御部 200 と接続されている。油圧制御部 200 は、電子制御装置 300 からの指令に基づいて駆動される複数のソレノイドバルブを備えた油圧回路である。そして、作動油の油圧を調整して各油圧室 134, 154 に作動油を供給したり、各油圧室 134, 154 内の作動油を排出させたりすることにより、各油圧室 134, 154 内の油圧を調整する。

[0063] 電子制御装置 300 は、内燃機関 400 の制御にかかる演算処理や、油圧制御部 200 を通じた無段変速機 100 の制御にかかる演算処理等を実行する中央演算処理装置 (CPU) を備えている。また、電子制御装置 300 は、演算処理のための演算プログラムや演算マップ、そして各種のデータが記憶された読み出し専用メモリ (ROM)、演算の結果を一時的に記憶するランダムアクセスメモリ (RAM) 等を備えている。

[0064] 図 1 に示されるように電子制御装置 300 には、下記のようなセンサが接続されている。

アクセルポジションセンサ 301 は運転者によるアクセルペダルの踏み込み量を検出する。エアフロメータ 302 は内燃機関 400 に導入される空気量及び温度を検出する。クランク角センサ 303 は内燃機関 400 の出力軸であるクランクシャフトの回転角に基づいて機関回転速度を検出する。タ

ービン回転数センサ304は切替機構120の近傍に設けられてトルクコンバータ110のタービンの単位時間当たりの回転数を検出する。プライマリプーリ回転数センサ305はプライマリプーリ130の近傍に設けられてプライマリプーリ130の単位時間当たりの回転数 N_{in} を検出する。セカンダリプーリ回転数センサ306はセカンダリプーリ150の近傍に設けられてセカンダリプーリ150の単位時間当たりの回転数 N_{out} を検出する。車輪速センサ307は各車輪の近傍に設けられて各車輪の単位時間当たりの回転数をそれぞれ検出する。

[0065] 電子制御装置300は、これらの各種センサ301～307からの出力信号に基づいて、内燃機関400や無段変速機100を統括的に制御する。例えば、セカンダリプーリ回転数センサ306によって検出されるセカンダリプーリ150の回転数 N_{out} に基づいて車速SPDを算出する。また、アクセルポジションセンサ301によって検出されるアクセルペダルの踏み込み量及び現在の車速SPDに基づいて要求トルクを算出する。そしてこの要求トルクを実現するように内燃機関400のスロットル弁の開度を調整して内燃機関400に導入する空気の量を調整する。そして、目標変速比 γ_{trg} を算出して変速比 γ をこの目標変速比 γ_{trg} に一致させるように油圧制御部200を制御する変速制御を実行する。

[0066] 尚、この変速制御にあつては、プライマリプーリ130の回転数 N_{in} とセカンダリプーリ150の回転数 N_{out} とに基づいて現在の変速比 γ を算出し、変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} に近づけるために、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を変更する。そして、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を変更するとともに、ベルト140が各プーリ130, 150に対して滑らないようにセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} を変更する。尚、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} は、各プーリ130, 150の油圧室134, 154内の油圧と、可動シープ132, 152における受圧面積との積として算出することができる。

[0067] 変速制御に際して、電子制御装置300は、現在の変速比 γ と目標変速比

γ_{trg} との乖離の大きさに基づいて変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} に一致させるために必要とされる油圧制御量を算出し、算出された油圧制御量に基づいて油圧制御部200を駆動する。

[0068] 具体的には、電子制御装置300は、目標変速比 γ_{trg} に基づいて基本となる油圧制御量を算出するとともに、目標変速比 γ_{trg} と変速比 γ との乖離の大きさに基づいて第1のフィードバック補正項として乖離の大きさに比例する比例項を算出する。また、その時点までの変速比 γ と目標変速比 γ_{trg} との乖離量を積分した値に基づいて第2のフィードバック補正項として積分項を算出し、比例項と積分項によって補正した油圧制御量を油圧制御部200に対して出力する。

[0069] ところで、変速比 γ を大きくしてダウンシフトすべく、プライマリプーリ130の推力 W_{pri} を低下させる際にプライマリプーリ130の推力 W_{pri} をあまりにも急激に低下させると、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} とセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} とのバランスが崩れ、ベルト140に作用する張力が不足してベルト140が各プーリ130、150に対して滑ってしまうおそれがある。

[0070] 一方で、変速比 γ を小さくしてアップシフトすべく、プライマリプーリ130の推力 W_{pri} を上昇させる際にプライマリプーリ130の推力 W_{pri} をあまりにも急激に上昇させると、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} とセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} とのバランスが崩れ、ベルト140に作用する張力が過剰に大きくなり、ベルト140が切れてしまうおそれがある。

[0071] 要するに、プライマリプーリ130の推力 W_{pri} を変更する速度、すなわち変速速度には限界があり、変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} に一致させるように変速比 γ を変更しようとしても、直ちに変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} に一致させることができない場合がある（図10参照）。例えば、急加速が要求されたことに伴って一点鎖線で示される目標変速比 γ_{trg} が急激に大きくなった場合には、変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} の変化に速やかに追

従させることができない場合がある。

[0072] 変速比 γ を目標変速比 γ_{trg} の変化に速やかに追従させることができないと、変速比 γ と目標変速比 γ_{trg} との間に大きな乖離が生じる状態が継続することとなる。このように変速比 γ と目標変速比 γ_{trg} との間に大きな乖離が生じている状態が継続すると、フィードバック制御における積分項が増大し続け、実際の変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} に近づいたときに、過剰に大きな積分項によって補正された油圧制御量に基づいた大きな変速速度で変速比 γ が変更されるようになる。その結果、変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} を超えて増大してしまうオーバーシュートが発生するようになる。

[0073] 尚、こうした課題は、目標変速比 γ_{trg} が急激に小さくなった場合にも同様に発生する。そして、この場合には、実際の変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} に近づいているにも拘わらず、過剰に大きな積分項によって補正された油圧制御量に基づく変速速度で変速比 γ が変更され続け、変速比 γ が目標変速比 γ_{trg} を下回ってしまうアンダーシュートが発生することとなる。

[0074] そこで、本実施形態の電子制御装置 300 は、変速制御に伴ってガード値によって目標変速比 γ_{trg} の値を制限する目標変速比制限ルーチンを実行する。

以下、図 3 を参照して、この目標変速比制限ルーチンの内容について詳しく説明する。尚、図 3 はこの目標変速比制限ルーチンにかかる一連の処理の流れを示すフローチャートである。また、この目標変速比制限ルーチンは、変速制御中に電子制御装置 300 によって所定の制御周期で繰り返し実行される。

[0075] 電子制御装置 300 は、この目標変速比制限ルーチンを開始すると、まずステップ S10 において、変速制御を通じて算出された現在の変速比 γ と目標変速比 γ_{trg} とを読み込む。

[0076] そして、電子制御装置 300 は、ステップ S20 において、現在の変速操作がアップシフトであるか否かを判定する。すなわち、このステップ S20 では、現在の変速操作がアップシフトであるか否かを判定することにより、

現在の变速操作が变速比 γ を小さくするアップシフトであるのか、それとも变速比 γ を大きくするダウンシフトであるのかを判定する。

[0077] 尚、ステップS20にあっては、電子制御装置300は目標变速比 γ_{trg} が現在の变速比 γ よりも小さいときに現在の变速操作がアップシフトである旨の判定を行う。

ステップS20において、現在の变速操作がアップシフトである旨の判定がなされた場合（ステップS20：YES）には、このルーチンはステップS30へと進む。そして、電子制御装置300は、ステップS30において、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} のアップシフトに伴う可変量 ΔW_{up} を算出する（図4参照）。

[0078] 可変量 ΔW_{up} を算出するのに際して、電子制御装置300は、まず、ベルト140を滑らせずに現在の变速比 γ を維持するために必要な最小限の推力である下限推力 W_{min} を算出する。

[0079] 下限推力 W_{min} は、ベルト140を介して伝達するトルクであるプライマリプーリ130への入力トルク T_{in} と、プライマリプーリ130におけるベルト140の巻き掛け半径 R_{in} と、プライマリプーリ130とベルト140との間の摩擦係数 μ と、図2（a）に示されるプライマリプーリ130におけるベルト140が接触する部分の勾配 α とに基づいて下記の数式（1）によって算出される。

[0080]
$$W_{min} = (T_{in} \cdot \cos \alpha) / (2 \mu \cdot R_{in}) \quad \cdots \text{数式 (1)}$$

下限推力 W_{min} を算出すると、電子制御装置300は、算出された下限推力 W_{min} にベルト140の耐久性に基づいて設定されている係数を乗じることにより、上限推力 W_{max} を算出する。上限推力 W_{max} は、各プーリ130、150の推力 W_{pri} 、 W_{sec} を変更するのに伴ってベルト140が切れてしまうことを回避するために設定される推力の上限値である。そのため、ここで下限推力 W_{min} に乘じる係数の大きさは、無段变速機100として使用する範囲で十分な耐久性を確保することができるように、ベ

ルト140の耐久性に応じて「1.0」よりも大きな値に設定されている。

[0081] 尚、本実施形態にあっては、ここで、上記の係数として「1.5」を下限推力 W_{min} に乘じることにより上限推力 W_{max} を算出するようにしている。

こうして下限推力 W_{min} 及び上限推力 W_{max} を算出すると、電子制御装置300は、図4に示されるように現在の変速比 γ における各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の比を維持したままセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} が下限推力 W_{min} と等しくなっている状態を仮定し、そのときのプライマリプーリ130における推力 W_{pri} を算出する。

[0082] そして、図4に示されるように上限推力 W_{max} と、こうして算出されたプライマリプーリ130における推力 W_{pri} との差を算出し、この値を可変量 ΔW_{up} とする。

尚、無段変速機100のようなベルト式の無段変速機にあっては、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} のバランスに応じて巻き掛け半径 R_{in} , R_{out} が変化し、変速比 γ が変化する。そのため、変速比 γ に応じて各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の比が特定の値になるようになっている。

[0083] すなわち、変速比 γ がある値「 γ_1 」になるとときには、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の比がその変速比「 γ_1 」に対応する比「 R_1 」になる。一方で、変速比 γ が「 γ_2 」に変化した場合には、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の比がその変速比「 γ_2 」に対応する比「 R_2 」になる。

[0084] 尚、推力 W_{pri} , W_{sec} の比が変化しなければ、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} が両方とも高くなったとしても、また各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} が両方とも低くなったとしても、変速比 γ は維持される。

[0085] 上記のようにして可変量 ΔW_{up} を算出するとこのルーチンはステップS

40へと進み、電子制御装置300は、ステップS40において、可変量 ΔW_{up} に基づいて限界変速速度 L_{up} を算出する。

[0086] ここでは、図5に示されるような変速速度と、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} の変化量との関係を利用して、アップシフト時の変速速度の最大値である限界変速速度 L_{up} を算出する。尚、図5は、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} の変化量と、変速速度との関係を示す演算マップであり、図5に実線で示されている直線は、予め行う実験等の結果に基づいて油圧制御部200の特性に応じて予め設定されているものである。

[0087] ここでは、図5の右側上方に破線矢印で示されるように、可変量 ΔW_{up} に相当する量だけプライマリプーリ130における推力 W_{pri} を増大させた場合に得られる変速速度を算出し、算出された値をアップシフト時の限界変速速度 L_{up} とする。

[0088] こうして限界変速速度 L_{up} を算出すると、このルーチンはステップS50へと進み、電子制御装置300は、ステップS50において、限界変速速度 L_{up} に基づいて変速比 γ の下限ガード値 G_{up} を算出する。

[0089] 具体的には、現在の変速比 γ から限界変速速度 L_{up} でアップシフトした場合に、次の制御周期までの間に到達することのできる変速比 γ を推定し、その値を下限ガード値 G_{up} として算出する。すなわち、ここでは、現在の状態から限界変速速度 L_{up} でアップシフトした場合に実現することのできる変速比 γ の最小値を下限ガード値 G_{up} として算出する。

[0090] こうして下限ガード値 G_{up} を算出すると、このルーチンはステップS60へと進む。そして、電子制御装置300は、ステップS60において、目標変速比 γ_{trg} が下限ガード値 G_{up} よりも小さいか否かを判定する。

[0091] ステップS60において、目標変速比 γ_{trg} が下限ガード値 G_{up} よりも小さい旨の判定がなされた場合（ステップS60：YES）には、このルーチンはステップS70へと進む。そして、電子制御装置300はステップS70において、目標変速比 γ_{trg} の値を下限ガード値 G_{up} と等しい値

に更新し、下限ガード値 G_{up} と等しい値を新たな目標変速比 γ_{trg} とする。

[0092] こうして目標変速比 γ_{trg} を更新すると電子制御装置 300 は、この目標変速比制限ルーチンを終了する。

一方、ステップ S60 において、目標変速比 γ_{trg} が下限ガード値 G_{up} よりも小さい旨の判定がなされなかった場合（ステップ S60：NO）、すなわち目標変速比 γ_{trg} が下限ガード値 G_{up} 以上である旨の判定がなされた場合には、このルーチンはステップ S70 をスキップする。すなわち、この場合には電子制御装置 300 は、目標変速比 γ_{trg} を変更せずに、この目標変速比制限ルーチンを終了する。

[0093] また、ステップ S20 において、現在の変速操作がアップシフトではない旨の判定がなされた場合（ステップ S20：NO）、すなわち現在の変速操作がダウンシフトである旨の判定がなされた場合には、このルーチンはステップ S35 へと進む。そして、電子制御装置 300 は、ステップ S35 において、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} のダウンシフトに伴う可変量 ΔW_{dn} を算出する（図 6 参照）。

[0094] 可変量 ΔW_{dn} を算出するのに際して、電子制御装置 300 は、まず、ステップ S30 と同様に下限推力 W_{min} 及び上限推力 W_{max} を算出する。そして、下限推力 W_{min} 及び上限推力 W_{max} を算出すると、電子制御装置 300 は、図 6 に示されるように現在の変速比 γ における各プーリ 130、150 の推力 W_{pri} 、 W_{sec} の比を維持したままセカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} が上限推力 W_{max} と等しくなっている状態を仮定し、そのときのプライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を算出する。

[0095] そして、図 6 に示されるようにこうして算出されたプライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} と、下限推力 W_{min} との差を算出し、この値を可変量 ΔW_{dn} とする。

上記のようにして可変量 ΔW_{dn} を算出するとこのルーチンはステップ S

45へと進み、電子制御装置300は、ステップS45において、可変量 ΔWdn に基づいて限界変速速度 Ldn を算出する。

[0096] ここでは、ステップS40と同様に、図5に示される変速速度とプライマリプーリ130における推力 $Wpri$ の変化量との関係を利用してダウンシフト時の変速速度の最大値である限界変速速度 Ldn を算出する。

[0097] ここでは、図5の左側下方に破線矢印で示されるように、可変量 ΔWdn に相当する量だけプライマリプーリ130における推力 $Wpri$ を減少させた場合に得られる変速速度を算出し、算出された値をダウンシフト時の限界変速速度 Ldn とする。

[0098] こうして限界変速速度 Ldn を算出すると、このルーチンはステップS55へと進み、電子制御装置300は、ステップS55において、限界変速速度 Ldn に基づいて変速比 γ の上限ガード値 Gdn を算出する。

[0099] 具体的には、現在の変速比 γ から限界変速速度 Ldn でダウンシフトした場合に、次の制御周期までの間に到達することのできる変速比 γ を推定し、その値を上限ガード値 Gdn として算出する。すなわち、ここでは、現在の状態から限界変速速度 Ldn でダウンシフトした場合に実現することのできる変速比 γ の最大値を上限ガード値 Gdn として算出する。

[0100] こうして上限ガード値 Gdn を算出すると、このルーチンはステップS65へと進む。そして、電子制御装置300は、ステップS65において、目標変速比 γtrg が上限ガード値 Gdn よりも大きいか否かを判定する。

[0101] ステップS65において、目標変速比 γtrg が上限ガード値 Gdn よりも大きい旨の判定がなされた場合（ステップS65：YES）には、このルーチンはステップS75へと進む。そして、電子制御装置300はステップS75において、目標変速比 γtrg の値を上限ガード値 Gdn と等しい値に更新し、上限ガード値 Gdn と等しい値を新たな目標変速比 γtrg とする。

[0102] こうして目標変速比 γtrg を更新すると電子制御装置300は、この目標変速比制限ルーチンを終了する。

一方、ステップS 6 5において、目標変速比 γ_{trg} が上限ガード値 G_{dn} よりも大きい旨の判定がなされなかった場合（ステップS 6 5：NO）、すなわち目標変速比 γ_{trg} が上限ガード値 G_{dn} 以下である旨の判定がなされた場合には、このルーチンはステップS 7 5をスキップする。すなわち、この場合には電子制御装置300は、目標変速比 γ_{trg} を変更せずに、この目標変速比制限ルーチンを終了する。

[0103] このような目標変速比制限ルーチンを実行し、目標変速比 γ_{trg} を下限ガード値 G_{up} 以上且つ上限ガード値 G_{dn} 以下の範囲に制限することにより、目標変速比 γ_{trg} が急激に変化することが要求された場合であっても、目標変速比 γ_{trg} と変速比 γ との乖離が小さなものとなる。

[0104] 例えば、急加速が要求された場合のように、図7に一点鎖線で示されるように目標変速比 γ_{trg} が急激に増大することが要求された場合には、上限ガード値 G_{dn} によって目標変速比 γ_{trg} が制限される。そのため、制限された後の目標変速比 γ_{trg} は破線で示されるように、一点鎖線で示す制限される前の目標変速比 γ_{trg} よりも小さなものとなる。これにより、図7に実線で示されるようにこのとき実現可能な最大限の変速速度で変速比 γ が大きくされたときに、変速比 γ と制限された後の目標変速比 γ_{trg} との乖離の大きさが、図10に示すように制限を加えていない場合よりも小さくなる。そのため、フィードバック制御を通じて算出される積分項が過剰に大きくなることが抑制され、図7に実線で示されるように変速比 γ のオーバーシュートが抑制されるようになる。

[0105] また、図8に一点鎖線で示されるように目標変速比 γ_{trg} が急激に減少することが要求された場合にも、下限ガード値 G_{up} によって目標変速比 γ_{trg} が制限され、制限された後の目標変速比 γ_{trg} は破線で示されるように、一点鎖線で示す制限される前の目標変速比 γ_{trg} よりも大きなものとなる。これにより、図8に実線で示されるようにこのとき実現可能な最大限の変速速度で変速比 γ が小さくされたときに、変速比 γ と制限された後の目標変速比 γ_{trg} との乖離の大きさが、制限を加えていない場合よりも小

さくなる。そのため、フィードバック制御を通じて算出される積分項が過剰に大きくなることが抑制され、図8に実線で示されるように変速比 γ のアンダーシュートが抑制されるようになる。

[0106] 尚、本実施形態にあっては、目標変速比制限ルーチンにおけるステップS20の処理が、変速比 γ を大きくするのか、変速比 γ を小さくするのかを判定する判定部に相当し、ステップS30及びステップS35がプライマリプーリ130における推力 W_{pri} のそれぞれ可変量 ΔW_{up} , ΔW_{dn} を算出する可変量算出部に相当する。また、ステップS40及びステップS45がそれぞれ限界変速速度 L_{up} , L_{dn} を算出する限界速度算出部に相当し、ステップS50及びステップS55がそれぞれガード値 G_{up} , G_{dn} を算出するガード値算出部に相当する。

[0107] 以上説明した実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

(1) 無段変速機100にあっては、各プーリ130, 150における推力 W_{pri} , W_{sec} を変更することによって変速比 γ が変更される。そのため、単位時間の間に各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} を大幅に変化させるほど、速やかに変速比 γ を変更することができる。そのため、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} を大幅に変更することができる状態のときほど、すなわち、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の可変量が大きいときほど、大きな変速速度を実現することができる状態にあると推定できる。したがって、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の可変量を算出すれば、その値に基づいて変速速度の限界値である限界変速速度を推定することができる。

[0108] また、限界変速速度を推定することができれば、推定された限界変速速度で変速比 γ を変更したときの変速比 γ の変化を推定し、推定された変速比 γ の変化に基づいて現在の状態から所定期間の間に変更可能な変速比 γ の範囲を推定することができる。

[0109] 電子制御装置300は、目標変速比制限ルーチンを通じて、現在の変速比 γ における各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} と、下限推力

W_{min} と、上限推力 W_{max} とに基づいてプライマリプーリ130における推力 W_{pri} の可変量 ΔW_{up} , ΔW_{dn} を算出し、算出された可変量 ΔW_{up} , ΔW_{dn} に基づいて限界変速速度 L_{up} , L_{dn} を算出する。そして、算出された限界変速速度 L_{up} , L_{dn} に基づいて目標変速比 γ_{trg} を制限するガード値 G_{up} , G_{dn} を算出し、ガード値 G_{up} , G_{dn} によって制限された目標変速比 γ_{trg} と現在の変速比 γ との乖離の大きさに基づいてフィードバック制御を行う。

[0110] そのため、算出された限界変速速度 L_{up} , L_{dn} で現在の状態から変速比 γ を変更した場合に実現することのできる変速比 γ の範囲に合わせて目標変速比 γ_{trg} を制限することができる。

[0111] したがって、上記のような目標変速比制限ルーチンを実行すれば、ガード値 G_{up} , G_{dn} を設けずにフィードバック制御を実行する場合と比較して、目標変速比 γ_{trg} の値を実際に実現可能な変速比 γ の値に近づけることができる。そのため、目標変速比 γ_{trg} が急激に変更された際に生じるおそれがある実際の変速比 γ と目標変速比 γ_{trg} との乖離を小さくすることができる。

[0112] すなわち、フィードバック制御を通じて算出される積分項の値が過剰に大きくなることを抑制することができ、積分項が過剰に大きくなることに起因して生じる変速比 γ のオーバーシュートやアンダーシュートを抑制することができる。

[0113] (2) 変速比 γ を小さくするときには、セカンダリプーリ150における推力 W_{sec} を下限推力 W_{min} まで低下させるとともに、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を上限推力 W_{max} まで上昇させることにより、ベルト140が滑ったり、ベルト140が切れたりすることを回避しつつ、変速速度を最大にすることができる。

[0114] そして、各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} の比を維持したままセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} が下限推力 W_{min} と等しくなっている状態は、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を

現在の状態から上限推力 W_{max} まで増大させる場合に、推力 W_{pri} の可変量が最も大きくなる状態である。すなわち、目標変速比制限ルーチンにおけるステップS30を通じて算出される可変量 ΔW_{up} は、ベルト140が滑ったり、ベルト140が切れたりすることのない条件で現在の状態からプライマリプーリ130における推力 W_{pri} を増大させる場合のプライマリプーリ130における推力 W_{pri} の可変量の最大値である。

[0115] したがって、上記実施形態のように、可変量 ΔW_{up} に基づいて変速比 γ を小さくする際の限界変速速度 L_{up} を算出すれば、ベルト140が滑ったり、ベルト140が切れたりすることのない条件で想定し得る最大の変速速度を限界変速速度 L_{up} として算出することができる。そして、上記実施形態のように、この限界変速速度 L_{up} で変速比 γ を変更したときに実現可能な変速比 γ の最小値を推定し、その値を下限ガード値 G_{up} として算出すれば、下限ガード値 G_{up} は実際に実現可能な変速比 γ よりも小さな値となる。

[0116] したがって、上記実施形態の目標変速比制限ルーチンを通じて目標変速比 γ_{trg} を制限すれば、不必要に目標変速比 γ_{trg} を制限することなく実現可能な最大限の変速速度で変速比 γ を低下させつつ、目標変速比 γ_{trg} を実現可能な変速比 γ に近い値に制限することができる。

[0117] (3) 変速比 γ を大きくするときには、セカンダリプーリ150における推力 W_{sec} を上限推力 W_{max} まで上昇させるとともに、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を下限推力 W_{min} まで低下させることにより、ベルト140が滑ったり、ベルト140が切れたりすることを回避しつつ、変速速度を最大にすることができる。

[0118] そして、各プーリ130、150の推力 W_{pri} 、 W_{sec} の比を維持したままセカンダリプーリ150における推力 W_{sec} が上限推力 W_{max} と等しくなっている状態は、プライマリプーリ130における推力 W_{pri} を現在の状態から下限推力 W_{min} まで減少させる場合に、推力 W_{pri} の可変量が最も大きくなる状態である。すなわち、目標変速比制限ルーチンにお

けるステップS 3 5を通じて算出される可変量 $\Delta W d n$ は、ベルト1 4 0が滑ったり、ベルト1 4 0が切れたりすることのない条件で現在の状態からプライマリプーリ1 3 0における推力 $W p r i$ を減少させる場合のプライマリプーリ1 3 0における推力 $W p r i$ の可変量の最大値である。

[0119] したがって、上記実施形態のように、可変量 $\Delta W d n$ に基づいて変速比 γ を大きくする際の限界変速速度 $L d n$ を算出すれば、ベルト1 4 0が滑ったり、ベルト1 4 0が切れたりすることのない条件で想定し得る最大の変速速度を限界変速速度 $L d n$ として算出することができる。そして、上記実施形態のように、この限界変速速度 $L d n$ で変速比 γ を変更したときに実現可能な変速比 γ の最大値を推定し、その値を上限ガード値 $G d n$ として算出すれば、上限ガード値 $G d n$ は実際に実現可能な変速比 γ よりも大きな値となる。

[0120] したがって、上記実施形態の目標変速比制限ルーチンを通じて目標変速比 $\gamma t r g$ を制限すれば、不必要に目標変速比 $\gamma t r g$ を制限することなく実現可能な最大限の変速速度で変速比 γ を増大させつつ、目標変速比 $\gamma t r g$ を実現可能な変速比 γ に近い値に制限することができる。

[0121] (4) 変速比 γ を小さくする際には、目標変速比 $\gamma t r g$ が現在の変速比 γ よりも小さな値に設定されるため、目標変速比 $\gamma t r g$ が現在の変速比 γ よりも大きな上限ガード値 $G d n$ によって制限されることはない。そのため、変速比 γ を小さくする際には、上限ガード値 $G d n$ を算出する必要はない。

[0122] そこで、上記実施形態のように目標変速比制限ルーチンにおけるステップS 2 0においてアップシフトである旨の判定がなされた場合（ステップS 2 0：Y E S）に上限ガード値 $G d n$ の算出にかかる演算（ステップS 3 5, S 4 5, S 5 5）を行わない構成を採用すれば、不必要な演算の実行を省略して電子制御装置3 0 0の演算負荷を低減することができる。

[0123] (5) 変速比 γ を大きくする際には、目標変速比 $\gamma t r g$ が現在の変速比 γ よりも大きな値に設定されるため、目標変速比 $\gamma t r g$ が現在の変速比 γ

よりも小さな下限ガード値 G_{up} によって制限されることはない。そのため、変速比 γ を大きくする際には、下限ガード値 G_{up} を算出する必要はない。

[0124] そこで、上記実施形態のように目標変速比制限ルーチンにおけるステップ $S20$ においてダウンシフトである旨の判定がなされた場合（ステップ $S20$: NO ）に下限ガード値 G_{up} の算出にかかる演算（ステップ $S30$, $S40$, $S50$ ）を行わない構成を採用すれば、不必要な演算の実行を省略して電子制御装置 300 の演算負荷を低減することができる。

[0125] 尚、上記実施形態は、これを適宜変更した以下の形態にて実施することもできる。

・上記実施形態にあつては、各プーリ 130 , 150 の回転速度 N_{in} , N_{out} に基づいて現在の変速比 γ を算出する構成を例示したが、変速比 γ の算出方法はこうした方法に限定されるものではない。例えば、各プーリ 130 , 150 における可動シープ 132 , 152 の位置を検出するセンサをそれぞれ設け、これらのセンサによって検出される各可動シープ 132 , 153 の位置に基づいて現在の変速比 γ を算出する構成を採用することもできる。

[0126] ・上記実施形態の目標変速比制限ルーチンにあつては、ステップ $S20$ においてアップシフトであるか否かを判定してから、その判定結果に基づいて下限ガード値 G_{up} 又は上限ガード値 G_{dn} を算出するようにしていた。これに対して、図 9 に示されるように、下限ガード値 G_{up} 及び上限ガード値 G_{dn} を算出してからアップシフトであるか否かを判定する目標変速比制限ルーチンを実行するようにしてもよい。

[0127] この場合には、電子制御装置 300 は、図 9 に示されるようにステップ $S10$ において変速比 γ 及び目標変速比 γ_{trg} を読み込んだ後、ステップ $S15$ においてガード値算出処理を実行する。このガード値算出処理にあつては、電子制御装置 300 は、上記実施形態におけるステップ $S30$, $S40$, $S50$ 並びにステップ $S35$, $S45$, $S55$ と同様の方法によって、下

限ガード値 G_{up} と上限ガード値 G_{dn} の双方を算出する。

[0128] そして、こうして下限ガード値 G_{up} 及び上限ガード値 G_{dn} を算出した後に、ステップ S 2 0 において、アップシフトであるか否かを判定し、アップシフトである旨の判定がなされた場合（ステップ S 2 0 : YES）には、ステップ S 6 0 へと進み、上記実施形態と同様に下限ガード値 G_{up} によって目標変速比 γ_{trg} を制限する。一方、ステップ S 2 0 において、ダウンシフトである旨の判定がなされた場合（ステップ S 2 0 : NO）には、ステップ S 6 5 へと進み、上記実施形態と同様に上限ガード値 G_{dn} によって目標変速比 γ_{trg} を制限する。

[0129] このようにアップシフトであるかダウンシフトであるかに拘わらず、常に下限ガード値 G_{up} と上限ガード値 G_{dn} とを算出する目標変速比制限ルーチンを実行する構成を採用した場合にも、上記（１）～（３）と同様の効果を得ることができる。

[0130] しかし、こうした構成を採用した場合には、必要のない演算も実行することとなるため、電子制御装置 3 0 0 の演算負荷が増大してしまう。そのため、電子制御装置 3 0 0 の演算負荷を軽減する上では、上記実施形態のようにアップシフトのときには上限ガード値 G_{dn} の算出にかかる演算を行わず、ダウンシフトのときには下限ガード値 G_{up} の算出にかかる演算を行わない構成を採用することが望ましい。

[0131] ・尚、電子制御装置 3 0 0 の演算負荷を少しでも軽減する上では、アップシフトのときには上限ガード値 G_{dn} の算出にかかる演算を行わず、ダウンシフトのときには上限ガード値 G_{dn} と下限ガード値 G_{up} とを算出する構成を採用することもできる。

[0132] ・また、同様に、アップシフトのときには上限ガード値 G_{dn} と下限ガード値 G_{up} とを算出し、ダウンシフトのときには下限ガード値 G_{up} の算出にかかる演算を行わない構成を採用することもできる。

[0133] ・上記実施形態にあつては、可変量 ΔW_{up} を算出する際に、セカンダリプーリ 1 5 0 における推力 W_{sec} が下限推力 W_{min} と等しくなっている

と仮定して可変量 ΔW_{up} を算出する構成を示した。これに対して、可変量 ΔW_{up} の算出方法は、現在の変速比 γ における各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} と、下限推力 W_{min} と、上限推力 W_{max} とに基づいて可変量 ΔW_{up} を算出するものであればよく、適宜変更することができる。

[0134] 例えば、上記のような状態を仮定せずに、上限推力 W_{max} と現在のプライマリプーリ130における推力 W_{pri} との差を算出し、その値を可変量 ΔW_{up} とする構成を採用することもできる。こうした構成を採用した場合には、可変量 ΔW_{up} が上記実施形態における可変量 ΔW_{up} よりも小さな値となる。そのため、下限ガード値 G_{up} が上記実施形態における下限ガード値 G_{up} よりも現在の変速比 γ に近い値になる。

[0135] したがって、こうした構成を採用した場合にも、目標変速比 γ_{trg} と実際の変速比 γ との乖離を小さくすることができる。しかし、こうした構成を採用した場合には、制限された後の目標変速比 γ_{trg} が小さくなり過ぎてしまい、実際に実現することのできる変速速度よりも変速速度が制限されてしまつて変速完了までに要する時間が長くなるおそれがある。

[0136] ・上記実施形態にあつては、可変量 ΔW_{dn} を算出する際に、セカンダリプーリ150における推力 W_{sec} が上限推力 W_{max} と等しくなっていると仮定して可変量 ΔW_{dn} を算出する構成を示した。これに対して、可変量 ΔW_{dn} の算出方法は、現在の変速比 γ における各プーリ130, 150の推力 W_{pri} , W_{sec} と、下限推力 W_{min} と、上限推力 W_{max} とに基づいて可変量 ΔW_{dn} を算出するものであればよく、適宜変更することができる。

[0137] 例えば、上記のような状態を仮定せずに、現在のプライマリプーリ130における推力 W_{pri} と下限推力 W_{min} との差を算出し、その値を可変量 ΔW_{dn} とする構成を採用することもできる。こうした構成を採用した場合には、可変量 ΔW_{dn} が上記実施形態における可変量 ΔW_{dn} よりも小さな値となる。そのため、上限ガード値 G_{dn} が上記実施形態における上限ガー

ド値 Gdn よりも現在の変速比 γ に近い値になる。

[0138] したがって、こうした構成を採用した場合にも、目標変速比 γ_{trg} と実際の変速比 γ との乖離を小さくすることができる。しかし、こうした構成を採用した場合には、制限された後の目標変速比 γ_{trg} が大きくなり過ぎてしまい、実際に実現することのできる変速速度よりも変速速度が制限されてしまつて変速完了までに要する時間が長くなるおそれがある。

[0139] ・上記実施形態では、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を変更することにより変速比 γ を変更し、プライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} の変化に合わせてセカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を変更することによりベルト 140 の滑りを抑制する変速制御を例示したが、本発明は、こうした変速制御を実行するものに限定的に適用されるものではない。

[0140] 例えば、上記実施形態とは反対にセカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} を変更することにより変速比 γ を変更し、セカンダリプーリ 150 における推力 W_{sec} の変化に合わせてプライマリプーリ 130 における推力 W_{pri} を変更することによりベルト 140 の滑りを抑制する変速制御を実行する無段変速機の制御装置に本発明を適用することもできる。尚、その場合には、上記実施形態における各処理のプライマリプーリ 130 に対応する部分をセカンダリプーリ 150 に置き換え、セカンダリプーリ 150 に対応する部分をプライマリプーリ 130 に置き換えるようにすればよい。

[0141] ・また、上記実施形態にあつては、各プーリ 130, 150 の油圧室 134, 154 内の油圧を制御することにより、各プーリ 130, 150 における推力 W_{pri} , W_{sec} を制御する構成を示したが、本発明は油圧によって各プーリ 130, 150 の推力 W_{pri} , W_{sec} を制御する制御装置に限定されるものではない。すなわち、各プーリ 130, 150 の推力 W_{pri} , W_{sec} を変更することにより、変速比 γ を制御する制御装置であれば、油圧制御以外の方法で推力 W_{pri} , W_{sec} を制御する制御装置であっても、本発明を適用することができる。

- [0142] ・また、上記実施形態における変速比 γ の制御態様は、変速比 γ の制御態様の一例であり、適宜変更することができる。すなわち、本発明は、目標変速比 γ_{trg} が急激に変化することが要求された場合にフィードバック制御による積分項が過剰に大きくなってしまふことを抑制するものであるため、フィードバック制御を通じて変速比 γ を制御するものであれば本発明を適用することができる。

符号の説明

- [0143] 100…無段変速機、110…トルクコンバータ、120…切替機構、121…フォワードクラッチ、122…リバースブレーキ、130…プライマリプーリ、131…固定シープ、132…可動シープ、133…ハウジング、134…油圧室、140…ベルト、150…セカンダリプーリ、151…固定シープ、152…可動シープ、153…ハウジング、154…油圧室、160…減速ギア、170…ディファレンシャル、200…油圧制御部、300…電子制御装置、301…アクセルポジションセンサ、302…エアフロメータ、303…クランク角センサ、304…タービン回転数センサ、305…プライマリプーリ回転数センサ、306…セカンダリプーリ回転数センサ、307…車輪速センサ。

請求の範囲

[請求項1]

目標変速比と現在の変速比との乖離の大きさに基づくフィードバック制御を通じて、プライマリプーリ及びセカンダリプーリの推力を制御する無段変速機の制御装置であって、変速比の変化速度である変速速度を制御すべく前記制御装置は、

現在の変速比における各プーリの推力と、各プーリに巻き掛けられたベルトを各プーリに対して滑らせずに現在の変速比を維持するために必要な下限推力と、前記ベルトの耐久性を考慮して設定される上限推力とに基づいて、前記プーリにおける推力の可変量を算出するための可変算出部と、

前記可変算出部によって算出された可変量に基づいて、前記変速速度の限界値である限界変速速度を算出するための限界速度算出部と、

前記限界速度算出部によって算出された限界変速速度に基づいて、前記目標変速比を制限するガード値を算出するためのガード値算出部とを備え、

前記ガード値算出部によって算出されたガード値によって制限された目標変速比と現在の変速比との乖離の大きさに基づくフィードバック制御を通じて各プーリの推力を制御する

無段変速機の制御装置。

[請求項2]

前記可変算出部は、前記プライマリプーリにおける推力の可変量を算出するものであり、

前記限界速度算出部は、前記可変算出部によって算出された前記プライマリプーリにおける推力の可変量に基づいて限界変速速度を算出する

請求項1に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項3]

前記可変算出部は、現在の変速比における各プーリの推力の比を維持したまま前記セカンダリプーリにおける推力が前記下限推力と等

しくなっていると仮定した場合の前記プライマリプーリにおける推力を、現在の変速比における各プーリの推力と前記下限推力とに基づいて算出し、前記上限推力と算出されたその推力との差を、変速比を小さくする際の前記プライマリプーリにおける推力の可変量として算出する

請求項 2 に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項 4]

前記可変量算出部は、現在の変速比における各プーリの推力の比を維持したまま前記セカンダリプーリにおける推力が前記上限推力と等しくなっていると仮定した場合の前記プライマリプーリにおける推力を、現在の変速比における各プーリの推力と前記上限推力とに基づいて算出し、算出されたその推力と前記下限推力との差を、変速比を大きくする際の前記プライマリプーリにおける推力の可変量として算出する

請求項 2 又は請求項 3 に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項 5]

前記ガード値算出部は、変速比を前記限界速度算出部によって算出された限界変速速度で低下させた場合に実現可能となる最小の変速比を下限ガード値として算出する一方、変速比を前記限界速度算出部によって算出された限界変速速度で増大させた場合に実現可能となる最大の変速比を上限ガード値として算出するものであり、

前記下限ガード値以上且つ前記上限ガード値以下の範囲に前記目標変速比を制限する

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項 6]

前記制御装置は更に、前記変速比を小さくするのか、或いは前記変速比を大きくするのかを判定するための判定部を備え、

前記判定部によって変速比を小さくする旨の判定がなされた場合には、前記上限ガード値の算出にかかる演算を実行せずに、前記下限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された下限ガード値に基づいて目標変速比を制限する

請求項 5 に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項7]

前記制御装置は更に、前記変速比を小さくするのか、或いは前記変速比を大きくするのかを判定するための判定部を備え、

前記判定部によって変速比を大きくする旨の判定がなされた場合には、前記下限ガード値の算出にかかる演算を行わずに、前記上限ガード値の算出にかかる演算を実行し、算出された上限ガード値に基づいて目標変速比を制限する

請求項 5 又は請求項 6 に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項8]

前記下限推力は、

前記ベルトを介して伝達するトルクと、前記プライマリプーリにおける前記ベルトの巻き掛け半径と、前記プライマリプーリと前記ベルトとの間の摩擦係数と、前記プライマリプーリにおける前記ベルトが接触する部分の勾配とに基づいて算出される

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の無段変速機の制御装置。

[請求項9]

前記上限推力は、

前記下限推力に「1. 0」よりも大きな係数を乗じることによって算出される

請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の無段変速機の制御装置。

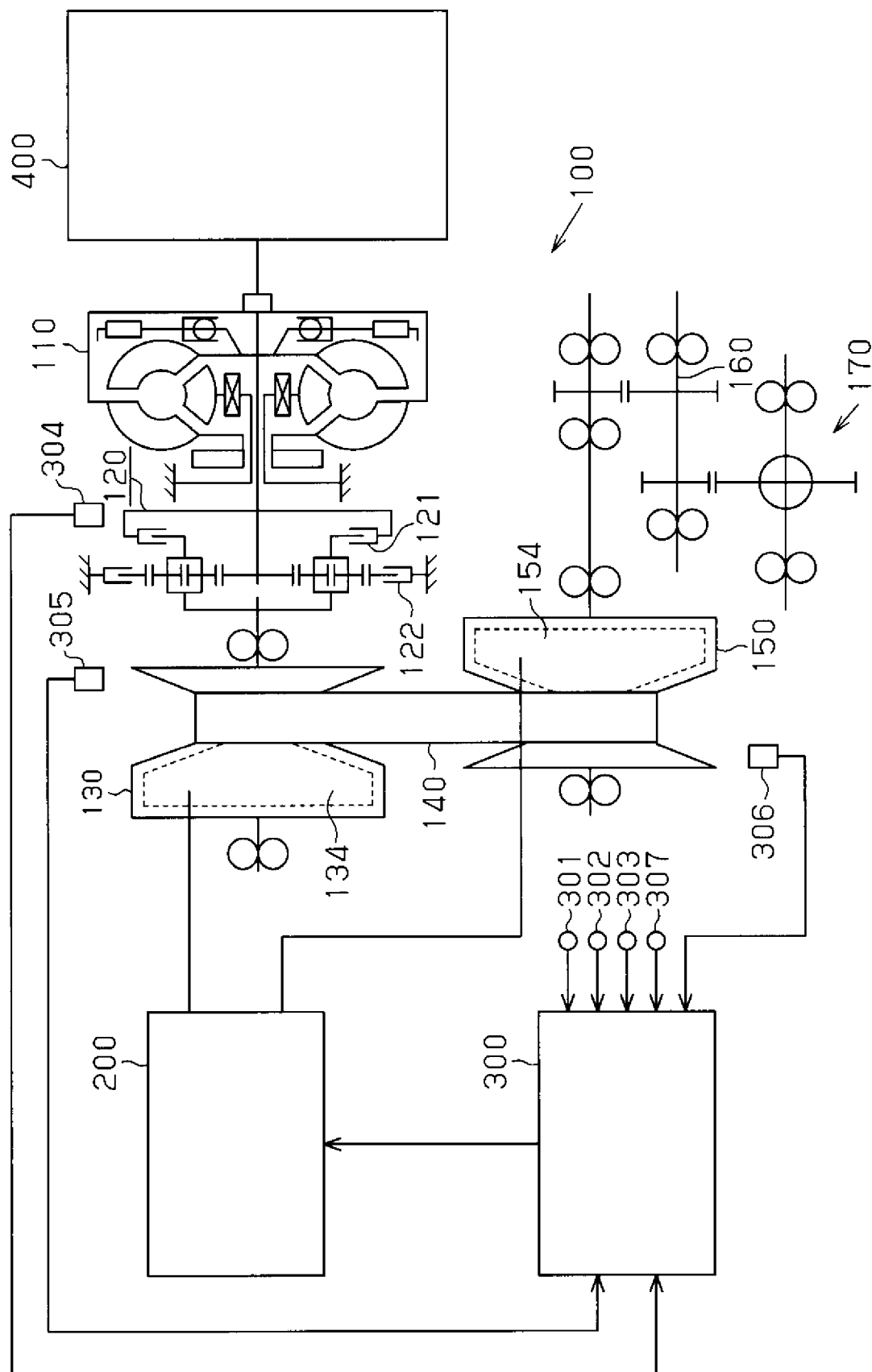
[請求項10]

前記プライマリプーリ及び前記セカンダリプーリには油圧室がそれぞれ設けられており、

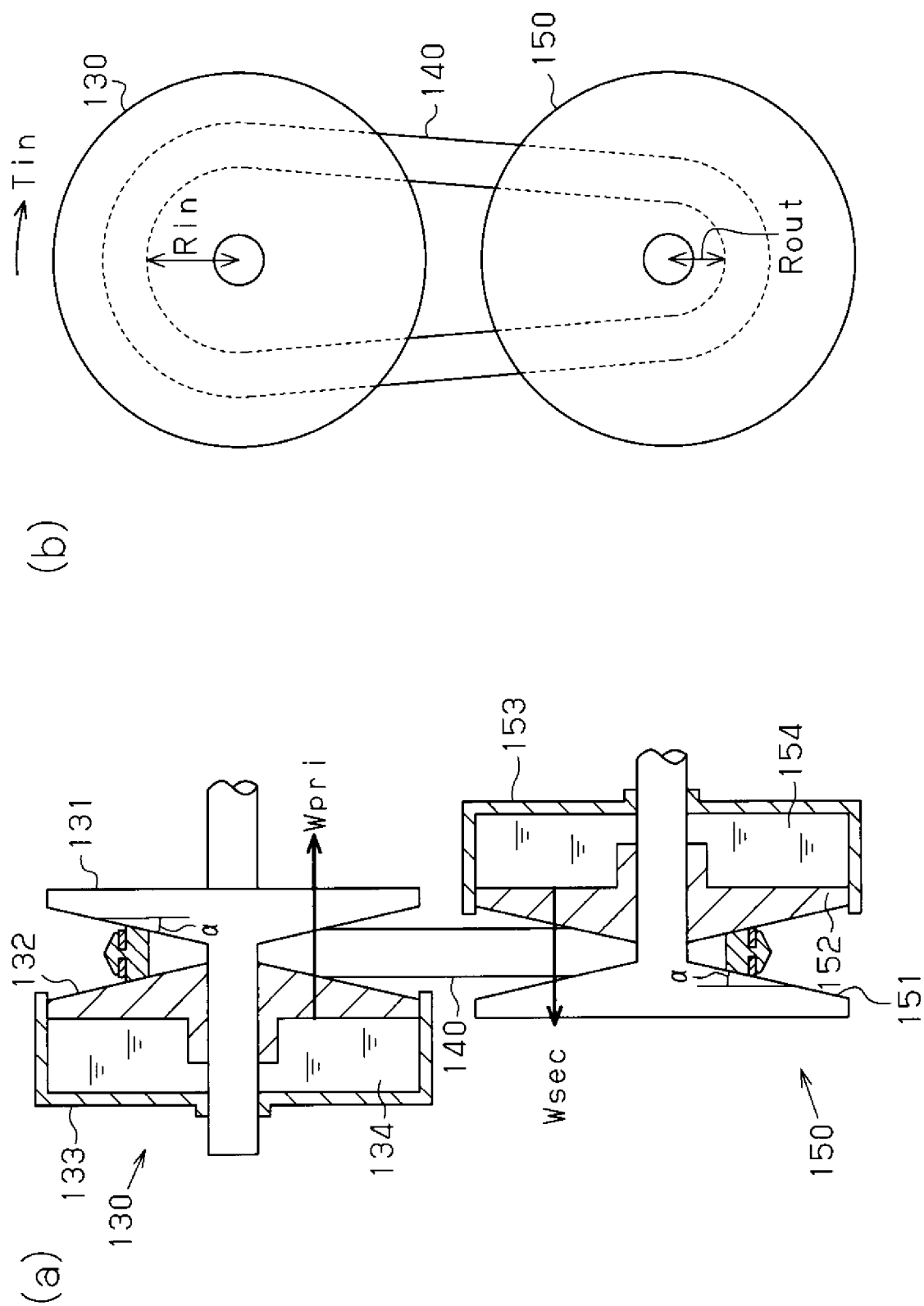
各油圧室に供給されている作動油の油圧を制御することにより、各プーリの推力を制御する

請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の無段変速機の制御装置。

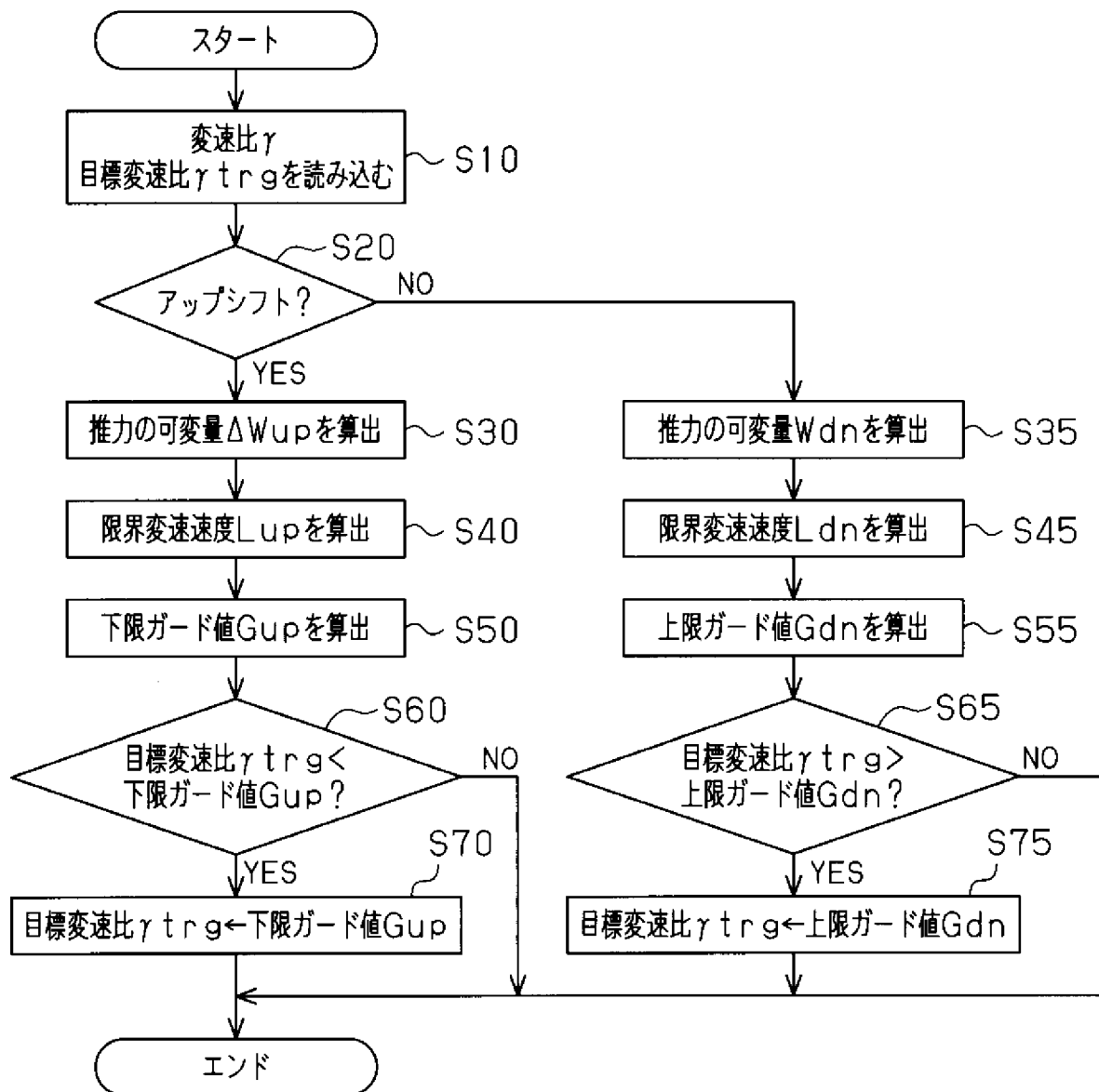
[図1]



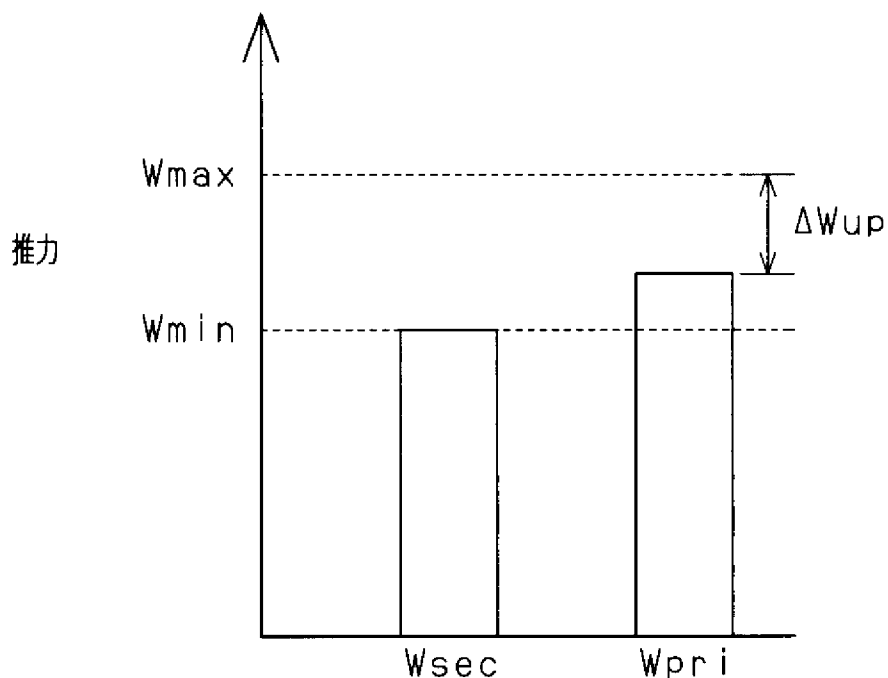
[図2]



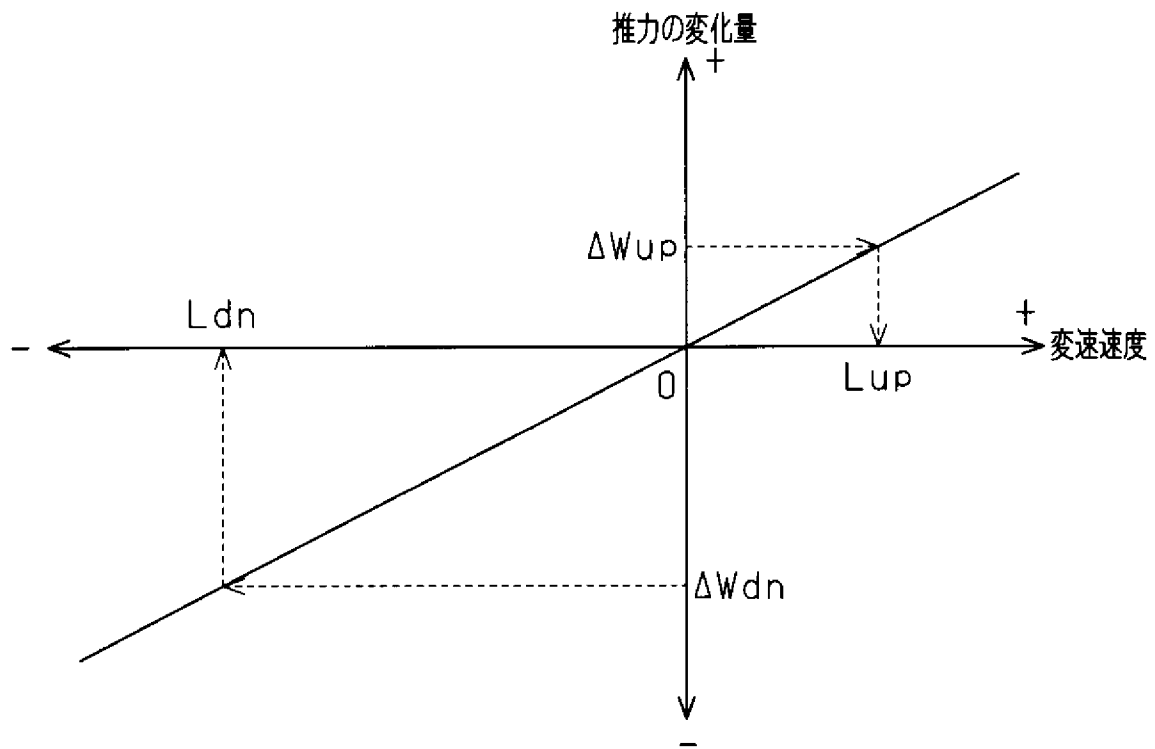
[図3]



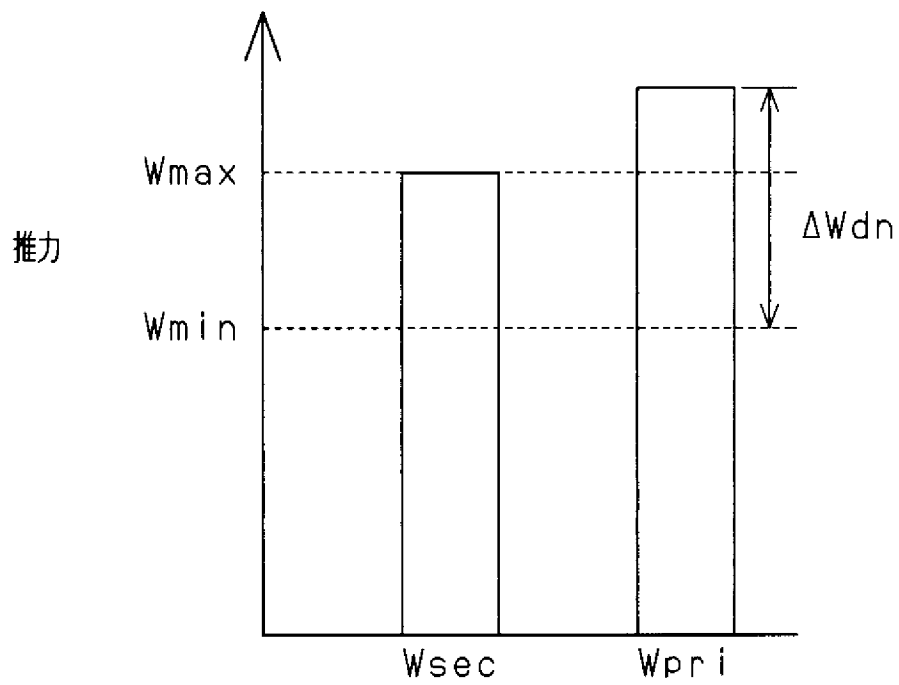
[図4]



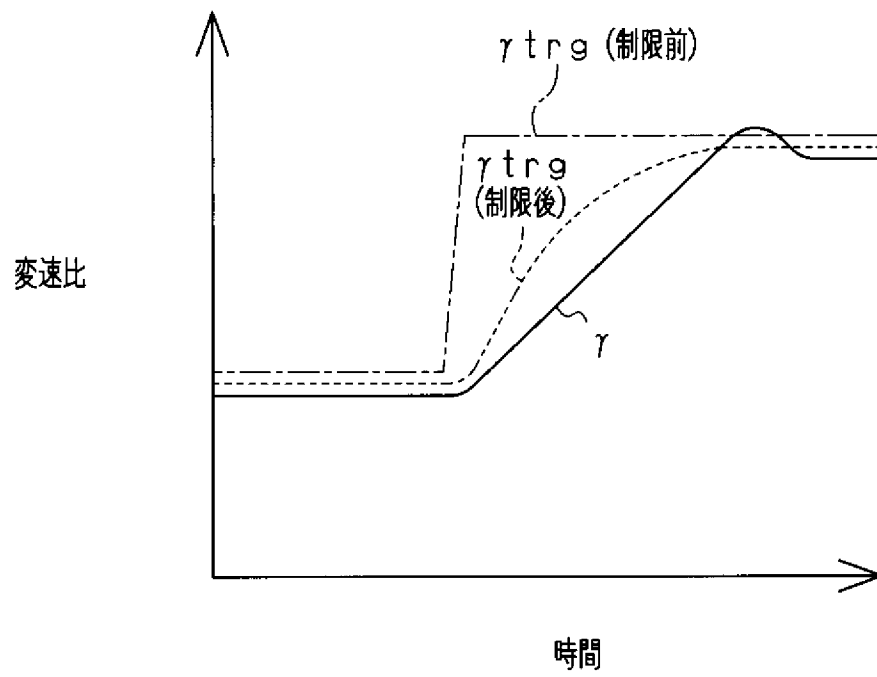
[図5]



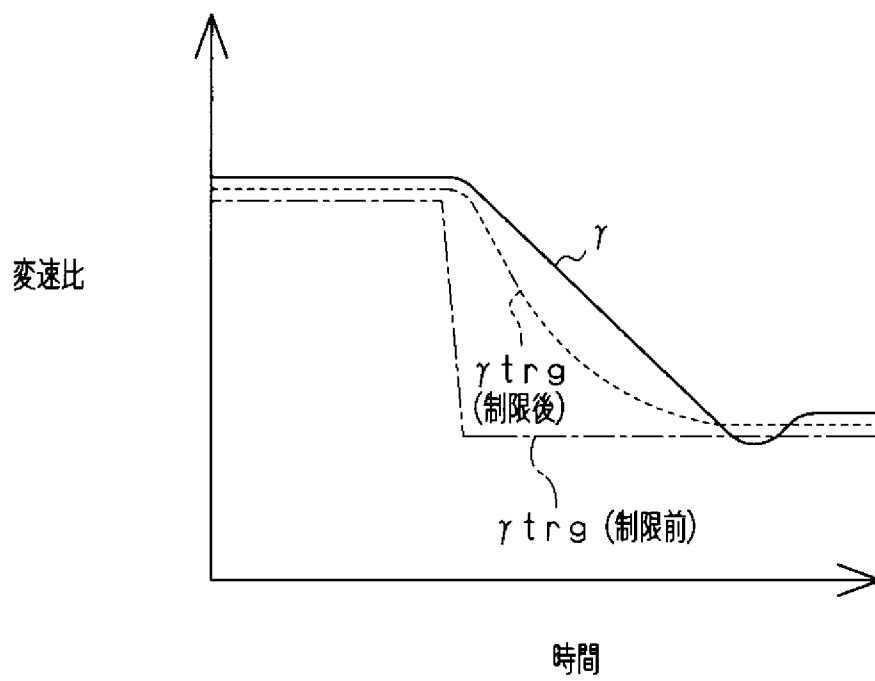
[図6]



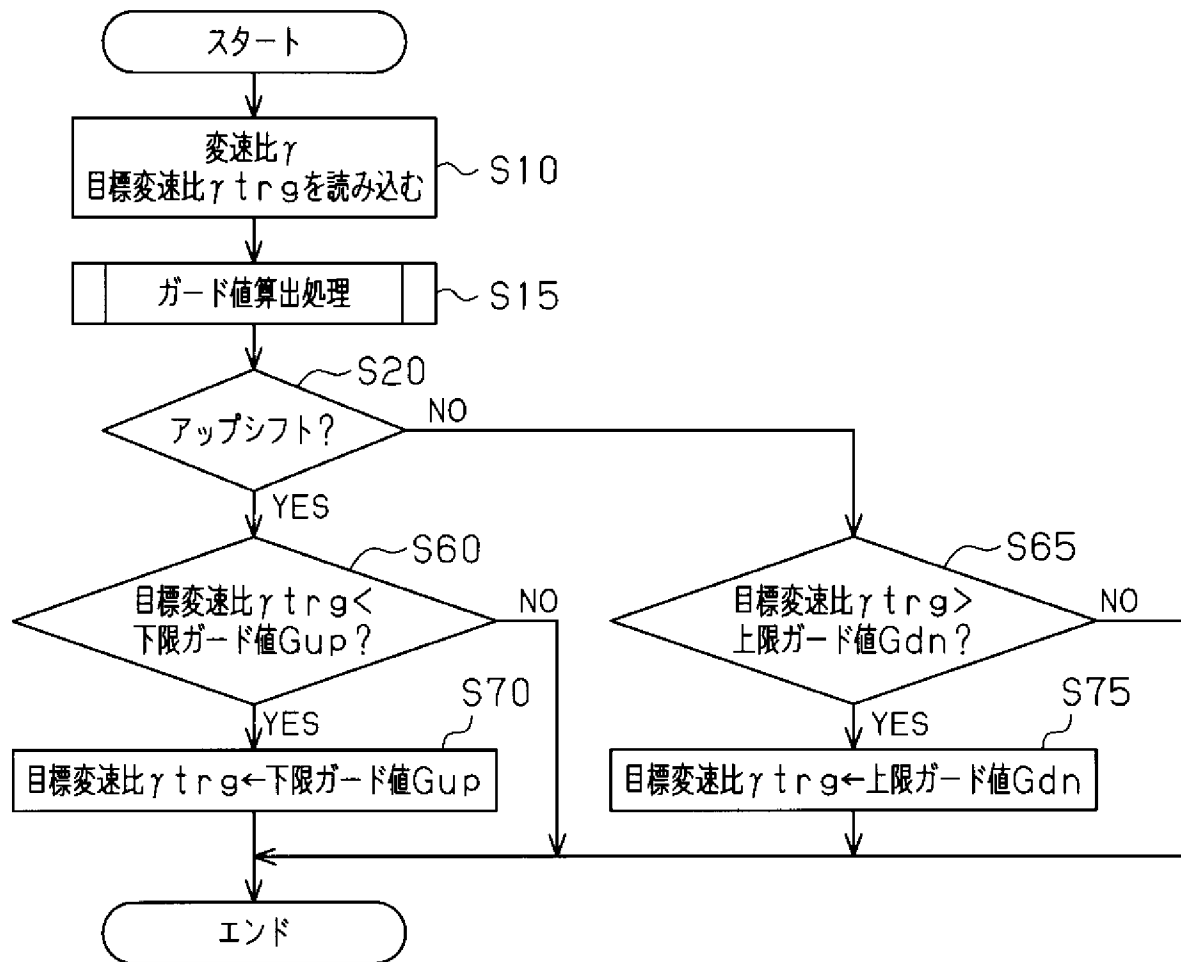
[図7]



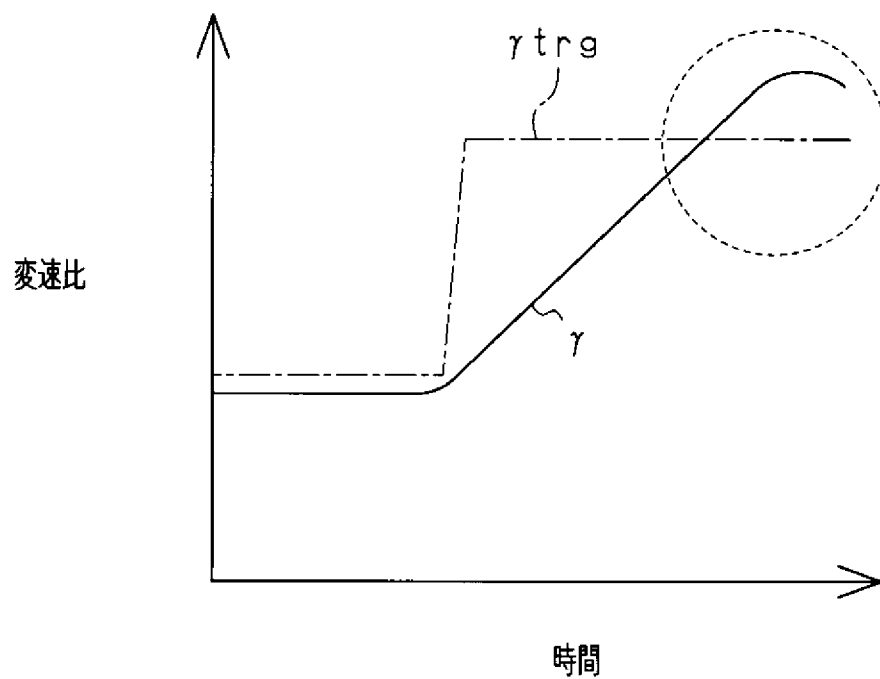
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H61/02 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H61/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-151198 A (JATCO Ltd.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraphs [0034] to [0045]; fig. 3, 5 & US 2008/0146409 A1 & EP 1933063 A2	1-3, 5, 8-10 4, 6-7
Y A	JP 2007-132419 A (JATCO Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraphs [0025] to [0031]; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-3, 5, 8-10 4, 6-7
Y A	JP 2007-120733 A (JATCO Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0046], [0051] & US 2007/0099754 A1 & EP 1780447 A2	1-3, 5, 8-10 4, 6-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 April, 2010 (01.04.10)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053169

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-18347 A (Honda Motor Co., Ltd.), 18 January 2000 (18.01.2000), entire text; all drawings & US 6135915 A & EP 0969230 A2	1-10
A	JP 2002-39352 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 February 2002 (06.02.2002), entire text; all drawings & US 2002/0025881 A1 & EP 1176341 A2	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16H61/02 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16H61/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	J P 2 0 0 8 - 1 5 1 1 9 8 A (ジャトコ株式会社) 2 0 0 8 . 0 7 . 0 3 , 段落【0 0 3 4】-【0 0 4 5】, 図 3 , 5 & U S 2 0 0 8 / 0 1 4 6 4 0 9 A 1 & E P 1 9 3 3 0 6 3 A 2	1 - 3 , 5 , 8 - 1 0 4 , 6 - 7
Y A	J P 2 0 0 7 - 1 3 2 4 1 9 A (ジャトコ株式会社) 2 0 0 7 . 0 5 . 3 1 , 段落【0 0 2 5】-【0 0 3 1】, 図 3 - 5 (ファ ミリーなし)	1 - 3 , 5 , 8 - 1 0 4 , 6 - 7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 克久

3 J

3 9 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	J P 2007-120733 A (ジャトロ株式会社) 2007.05.17, 段落【0046】、【0051】 & US 2007/0099754 A1 & EP 1780447 A2	1-3, 5, 8-10 4, 6-7
A	J P 2000-18347 A (本田技研工業株式会社) 2000.01.18, 全文, 全図 & US 6135915 A & EP 0969230 A2	1-10
A	J P 2002-39352 A (本田技研工業株式会社) 2002.02.06, 全文, 全図 & US 2002/0025881 A1 & EP 1176341 A2	1-10