

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7024873号
(P7024873)

(45)発行日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(24)登録日 令和4年2月15日(2022.2.15)

(51)国際特許分類	F I
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 K
F 1 6 H 61/02 (2006.01)	F 1 6 H 61/02
F 1 6 H 63/50 (2006.01)	F 1 6 H 63/50
F 1 6 H 61/68 (2006.01)	F 1 6 H 61/68

請求項の数 10 (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-532361(P2020-532361)	(73)特許権者	000000011 株式会社アイシン 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(86)(22)出願日	令和1年7月19日(2019.7.19)	(74)代理人	110001818 特許業務法人R & C
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/028523	(72)発明者	渡邊 涼 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ シン・エイ・ダブリュ株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/022224	(72)発明者	佐藤 靖之 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ シン・エイ・ダブリュ株式会社内
(87)国際公開日	令和2年1月30日(2020.1.30)	(72)発明者	木全 健太 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ シン・エイ・ダブリュ株式会社内
審査請求日	令和2年11月11日(2020.11.11)	(72)発明者	岩瀬 拓朗
(31)優先権主張番号	特願2018-139550(P2018-139550)		
(32)優先日	平成30年7月25日(2018.7.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2018-139551(P2018-139551)		
(32)優先日	平成30年7月25日(2018.7.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転電機と車輪とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機が設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置であって、

前記自動変速機を介して前記回転電機から前記車輪に伝達されるトルクを車輪伝達トルクとして、

前記自動変速機が形成する変速段を第1変速段から当該第1変速段よりも変速比が小さい第2変速段に移行させるアップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、前記変速比の低下による前記車輪伝達トルクの減少を補うように、前記回転電機の出力トルクを増加させるトルク増加制御を行うように構成され、

前記車輪の回転速度に応じた前記回転電機の回転速度を車輪対応回転速度とし、要求されている前記車輪伝達トルクに応じた前記回転電機の出力トルクを要求対応トルクとして、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機の運転可能範囲内に収まり、且つ、前記変速段の移行前において、前記回転電機の出力トルクが、前記車輪対応回転速度で前記回転電機が出力可能な最大トルクから前記トルク増加制御による増加トルク分を減算したトルクである判定トルク以下の状態で、前記アップシフトを行い、

前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機の運転可能範囲内に収まることを第1条件とし、前記変速段の移行前において前記回転電機の出力トルク

クが前記判定トルク以下であることを第 2 条件として、

前記第 1 条件及び前記第 2 条件のうちの少なくとも一方が満たされない状態では、前記アップシフトを行わない、制御装置。

【請求項 2】

回転電機と車輪とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機が設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置であって、

前記自動変速機を介して前記回転電機から前記車輪に伝達されるトルクを車輪伝達トルクとして、

前記自動変速機が形成する変速段を第 1 変速段から当該第 1 変速段よりも変速比が小さい第 2 変速段に移行させるアップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、前記変速比の低下による前記車輪伝達トルクの減少を補うように、前記回転電機の出力トルクを増加させるトルク増加制御を行うように構成され、

前記車輪の回転速度に応じた前記回転電機の回転速度を車輪対応回転速度とし、要求されている前記車輪伝達トルクに応じた前記回転電機の出力トルクを要求対応トルクとして、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機の運転可能範囲内に収まり、且つ、前記変速段の移行前において、前記回転電機の出力トルクが、前記車輪対応回転速度で前記回転電機が出力可能な最大トルクから前記トルク増加制御による増加トルク分を減算したトルクである判定トルク以下の状態で、前記アップシフトを行い、

前記回転電機の出力トルクが前記判定トルクを超えている場合であっても、前記車輪の回転速度が設定閾値に対して低速側から到達した場合には、前記トルク増加制御を行うことなく前記アップシフトを行い、

前記自動変速機により前記第 1 変速段が形成されている状態での前記回転電機の上限回転速度に応じた前記車輪の回転速度を車輪速上限値として、前記設定閾値が前記車輪速上限値以下に設定されている、制御装置。

【請求項 3】

前記車両用駆動装置が搭載された車両の走行による振動が、前記トルク増加制御を行わない前記アップシフトにより生じる振動以上となるような前記車輪の回転速度に、前記設定閾値が設定されている、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記トルク増加制御では、前記アップシフトの動作中、前記車輪伝達トルクが要求されているトルクに維持されるように前記回転電機の出力トルクを制御する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記アップシフトの動作は、前記回転電機の回転速度が前記第 1 変速段の状態に維持されたまま前記自動変速機内の駆動力の伝達経路を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるトルク相と、当該トルク相の後、前記回転電機の回転速度を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるイナーシャ相とを含み、

前記トルク増加制御は、前記トルク相で実行され、

前記トルク増加制御による増加後の前記回転電機の出力トルクは、前記トルク相の開始前の前記要求対応トルクを T、前記第 1 変速段の変速比を G 1、前記第 2 変速段の変速比を G 2 とした場合の、 $(T \times G 1 / G 2)$ に応じたトルクである、請求項 4 に記載の制御装置。

【請求項 6】

回転電機と車輪とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機が設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置であって、

前記自動変速機を介して前記回転電機から前記車輪に伝達されるトルクを車輪伝達トルクとして、

前記自動変速機が形成する変速段を第 1 変速段から当該第 1 変速段よりも変速比が小さい

10

20

30

40

50

第 2 変速段に移行させるアップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、前記変速比の低下による前記車輪伝達トルクの減少を補うように、前記回転電機の出力トルクを増加させるトルク増加制御を行うように構成され、

前記車輪の回転速度に応じた前記回転電機の回転速度を車輪対応回転速度とし、要求されている前記車輪伝達トルクに応じた前記回転電機の出力トルクを要求対応トルクとして、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機の運転可能範囲内に収まり、且つ、前記変速段の移行前において、前記回転電機の出力トルクが、前記車輪対応回転速度で前記回転電機が出力可能な最大トルクから前記トルク増加制御による増加トルク分を減算したトルクである判定トルク以下の状態で、前記アップシフトを行い、
前記アップシフトを行うと判定した時点において、前記回転電機の出力トルクが前記判定トルクを超えている状態であっても、前記回転電機の出力トルクを前記判定トルク以下の目標トルクまで次第に低下させるトルク低下制御を、前記トルク増加制御を開始する前に行った後に、前記アップシフトを行う、制御装置。

10

【請求項 7】

前記目標トルクを、前記判定トルクと同じトルクに設定する、請求項 6 に記載の制御装置。

【請求項 8】

前記アップシフトによる変速段の移行後に前記車輪対応回転速度で前記回転電機が出力可能な最大トルクを T 、前記第 1 変速段の変速比を G_1 、前記第 2 変速段の変速比を G_2 とした場合の、 $(T \times G_2 / G_1)$ で表されるトルクを許容トルクとして、
 前記判定トルクが前記許容トルクより大きい場合には、前記目標トルクを前記許容トルク以下に設定する、請求項 6 に記載の制御装置。

20

【請求項 9】

前記アップシフトの動作は、前記回転電機の回転速度が前記第 1 変速段の状態に維持されたまま前記自動変速機内の駆動力の伝達経路を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるトルク相と、当該トルク相の後、前記回転電機の回転速度を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるイナーシャ相とを含み、

前記トルク増加制御は、前記トルク相で実行され、

前記トルク低下制御は、前記アップシフトを行うと判定してから前記トルク相が開始するまでの期間で実行される、請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の制御装置。

30

【請求項 10】

前記トルク低下制御では、前記トルク低下制御の実行期間における始期と終期での前記回転電機の出力トルクの低下率を、前記実行期間における前記始期と前記終期との間の中間期での前記回転電機の出力トルクの低下率よりも小さくする、請求項 6 から 9 のいずれか一項に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機と車輪とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機が設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

上記のような制御装置の一例が、特開 2014 - 47817 号公報（特許文献 1）に記載されている。以下、背景技術の説明において括弧内に示す符号は特許文献 1 のものである。特許文献 1 に記載の制御装置は、当該文献の図 3 に示されるような車両用モータ駆動装置（A）を制御対象としている。この車両用モータ駆動装置（A）は、電動モータ（3）と、電動モータ（3）の出力軸（4）の回転を変速して出力する変速機（5）と、変速機（5）から出力された回転を一对の車輪に分配するディファレンシャル（6）とを有している。そして、特許文献 1 には、当該文献の図 10 に示されるようなアップシフト線とダ

50

ウンシフト線とが規定された変速マップに基づいて、変速機(5)の変速を実行する構成が記載されている。

【0003】

ところで、自動変速機が形成する変速段を第1変速段から当該第1変速段よりも変速比が小さい第2変速段に移行させるアップシフトの動作中には、自動変速機内の駆動力の伝達経路が第1変速段の状態から第2変速段の状態に移行する。この際、回転電機の出力トルクが一定であれば、回転電機から車輪に伝達されるトルクである車輪伝達トルクが減少することで、車両の乗員に減速感を感じさせるおそれがある。特許文献1には記載されていないが、回転電機の出力トルクを増加させることで、このような変速比の低下による車輪伝達トルクの減少を補うことが考えられる。しかしながら、回転電機が出力可能な最大トルクの制限により、変速段の移行前の回転電機の動作点によっては回転電機の出力トルクを十分に増加させることができず、車輪伝達トルクの減少を適切に補えない場合がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-47817号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、アップシフトを行う際に、変速比の低下による車輪伝達トルクの減少を回転電機の出力トルクの増加により適切に補うことができる技術の実現が望まれる。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に係る、回転電機と車輪とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機が設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置は、前記自動変速機を介して前記回転電機から前記車輪に伝達されるトルクを車輪伝達トルクとして、前記自動変速機が形成する変速段を第1変速段から当該第1変速段よりも変速比が小さい第2変速段に移行させるアップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、前記変速比の低下による前記車輪伝達トルクの減少を補うように、前記回転電機の出力トルクを増加させるトルク増加制御を行うように構成され、前記車輪の回転速度に応じた前記回転電機の回転速度を車輪対応回転速度とし、要求されている前記車輪伝達トルクに応じた前記回転電機の出力トルクを要求対応トルクとして、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機の運転可能範囲内に収まり、且つ、前記変速段の移行前において、前記回転電機の出力トルクが、前記車輪対応回転速度で前記回転電機が出力可能な最大トルクから前記トルク増加制御による増加トルク分を減算したトルクである判定トルク以下の状態で、前記アップシフトを行う。

30

【0007】

この構成によれば、アップシフトの動作中にトルク増加制御を行うことで、変速比の低下による車輪伝達トルクの減少を回転電機の出力トルクの増加により補うことができる。そして、上記の構成では、アップシフトが行われる際の回転電機の状態が、以下の第1条件及び第2条件の2つの条件を満たす状態とされる。ここで、第1条件は、車輪対応回転速度で要求対応トルクを出力するための回転電機の動作点が、アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で回転電機の運転可能範囲内に収まることであり、第2条件は、変速段の移行前において、回転電機の出力トルクが、車輪対応回転速度で回転電機が出力可能な最大トルクからトルク増加制御による増加トルク分を減算したトルクである判定トルク以下の状態であることである。このように、アップシフトが行われる際の回転電機の状態を、第1条件に加えて第2条件を満たす状態とすることで、アップシフトの動作中に行われるトルク増加制御において、最大トルクの制限を受けることなく回転電機の出力トルクを増加トルク分増加させることができる。この結果、アップシフトを行う際に、変速

40

50

比の低下による車輪伝達トルクの減少を回転電機の出力トルクの増加により適切に補うことが可能となる。

【0008】

制御装置の更なる特徴と利点は、図面を参照して説明する実施形態についての以下の記載から明確となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態に係る車両用駆動装置の概略構成を示す図

【図2】第1の実施形態に係る変速マップの一例を示す図

【図3】第1の実施形態に係るアップシフト制御の制御挙動の一例を示すタイムチャート 10

【図4】第2の実施形態に係る車両用駆動装置の概略構成を示す図

【図5】第2の実施形態に係る第1変速段及び第2変速段での走行可能範囲の一例を示す図

【図6】第2の実施形態に係るアップシフト制御の処理手順を示すフローチャート

【図7】第2の実施形態に係るアップシフト制御の制御挙動の一例を示すタイムチャート

【図8】第2の実施形態に係るトルク低下制御での回転電機の出力トルクの制御例を示すタイムチャート

【図9】第2の実施形態に係る第1変速段及び第2変速段での走行可能範囲の別例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

〔第1の実施形態〕

制御装置の第1の実施形態について、図面（図1～図3）を参照して説明する。なお、本明細書では、「回転電機」は、モータ（電動機）、ジェネレータ（発電機）、及び必要に応じてモータ及びジェネレータの双方の機能を果たすモータ・ジェネレータのいずれをも含む概念として用いている。また、本明細書では、「駆動連結」とは、2つの回転要素が駆動力を伝達可能に連結された状態を意味する。この概念には、2つの回転要素が一体的に回転するように連結された状態や、2つの回転要素が1つ以上の伝動部材を介して駆動力を伝達可能に連結された状態が含まれる。このような伝動部材には、回転を同速で又は変速して伝達する各種の部材（軸、歯車機構、ベルト、チェーン等）が含まれ、回転及び駆動力を選択的に伝達する係合装置（摩擦係合装置や噛み合い式係合装置等）が含まれてもよい。

【0011】

図1に示すように、制御装置3は、回転電機MGと第1車輪W1とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機2が設けられた車両用駆動装置1を制御対象とする制御装置である。車両用駆動装置1は、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を第1車輪W1に伝達させて、車両用駆動装置1が搭載された車両4を走行させる。本実施形態では、回転電機MGと左右2つの第1車輪W1とを結ぶように動力伝達経路が設けられており、車両用駆動装置1は、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を左右2つの第1車輪W1に伝達させる。具体的には、車両用駆動装置1は、上記動力伝達経路における自動変速機2と左右2つの第1車輪W1との間に差動歯車装置DF（出力用差動歯車装置）を備えている。差動歯車装置DFは、回転電機MGの側（自動変速機2の側）から入力される回転及びトルクを左右2つの第1車輪W1に分配して伝達する。本実施形態では、第1車輪W1が「車輪」に相当する。

【0012】

本実施形態では、車両4には、回転電機MGと第1車輪W1とを結ぶ動力伝達経路から独立した第2車輪W2が設けられている。第1車輪W1及び第2車輪W2の一方が、車両4の前輪とされ、第1車輪W1及び第2車輪W2の他方が、車両4の後輪とされる。本実施形態では、車両用駆動装置1は、回転電機MG以外に第1車輪W1の駆動力源を備えておらず、第2車輪W2の駆動力源も備えていない。すなわち、本実施形態では、車両用駆動装置1は、電動車両（電気自動車）用の駆動装置である。

【0013】

図示は省略するが、回転電機MGは、ケース等の非回転部材に固定されるステータと、ス

10

20

30

40

50

テータに対して回転自在に支持されるロータと、を備えている。ここでは、回転電機MGは、交流（例えば、三相交流）で駆動される交流回転電機である。回転電機MGは、直流電力と交流電力との間の電力変換を行うインバータを介して、バッテリーやキャパシタ等の蓄電装置と電気的に接続されており、蓄電装置から電力の供給を受けて力行し、或いは、車両4の慣性力等により発電した電力を蓄電装置に供給して蓄電させる。なお、本明細書では、回転電機MGの出力トルク T_{mg} 等のトルクの正負について、車両4を前進させる方向のトルクを正トルクとし、正トルクとは反対方向のトルクを負トルクとしている。また、本明細書では、回転電機MGの出力トルク T_{mg} 等のトルクの大きさを、絶対値ではなく符号（正負）を考慮した大きさとしている。すなわち、回転電機MGが出力可能な最小トルクは、絶対値が最大となる負トルクであり、回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} は、絶対値が最大となる正トルクである。

10

【0014】

自動変速機2は、入力部材20の回転を変速して出力部材21に伝達する。入力部材20は、回転電機MGに駆動連結され、出力部材21は、第1車輪W1に駆動連結される。本実施形態では、入力部材20は、回転電機MG（具体的には、回転電機MGのロータ）と一体的に回転するように連結されている。また、本実施形態では、出力部材21は、上述した差動歯車装置DFを介して第1車輪W1に連結されている。

【0015】

自動変速機2は、変速比の異なる複数の変速段を形成可能な有段の自動変速機であり、入力部材20の回転を、形成されている変速段に応じた変速比で変速して出力部材21に伝達する。なお、「変速比」は、出力部材21の回転速度に対する入力部材20の回転速度の比である。図示は省略するが、自動変速機2は、複数の変速用係合装置を備えており、変速用係合装置のそれぞれの係合の状態に応じて、複数の変速段のうちのいずれかの変速段が形成される。自動変速機2として、単数又は複数の遊星歯車機構を用いて構成される遊星歯車式の自動変速機を用いることができ、この場合、各遊星歯車機構の差動状態が変速用係合装置により制御されることで、形成される変速段が変更される。

20

【0016】

自動変速機2により形成される複数の変速段（複数の前進用変速段、以下、本段落において同様。）の中には、第1変速段と、当該第1変速段よりも変速比が小さい第2変速段とが含まれる。本実施形態では、互いに隣接する2つの変速段を、第1変速段及び第2変速段としている。また、本実施形態では、第1変速段は、自動変速機2により形成される複数の変速段の中で最も変速比の大きい変速段であり、第2変速段は、自動変速機2により形成される複数の変速段の中で最も変速比の小さい変速段である。なお、自動変速機2が、第1変速段よりも変速比が小さく且つ第2変速段よりも変速比が大きい前進用変速段を形成可能な構成とすること、自動変速機2が、第1変速段よりも変速比が大きい前進用変速段を形成可能な構成とすること、或いは、自動変速機2が、第2変速段よりも変速比が小さい前進用変速段を形成可能な構成とすることも可能である。

30

【0017】

制御装置3は、CPU（Central Processing Unit）等の演算処理装置を中核部材として備えると共に、RAM（Random Access Memory）やROM（Read Only Memory）等の当該演算処理装置が参照可能な記憶装置を備えている。そして、ROM等の記憶装置に記憶されたソフトウェア（プログラム）又は別途設けられた演算回路等のハードウェア、或いはそれらの両方により、制御装置3の各機能が実現される。制御装置3が備える演算処理装置は、各プログラムを実行するコンピュータとして動作する。制御装置3が、互いに通信可能な複数のハードウェア（複数の分離したハードウェア）の集合によって構成されても良い。この場合に、制御装置3が、車両4に搭載される車内装置と、車両4の外部に設けられて、車内装置と通信ネットワーク（例えば、インターネット等）を介して通信可能な車外装置とに分離され、制御装置3の少なくとも一部の機能が、車外装置に設けられる構成とすることもできる。

40

【0018】

50

車両 4 には各種センサが備えられており、制御装置 3 は、当該各種センサの検出情報（センサ検出情報）を取得可能に構成されている。本実施形態では、図 1 に示すように、制御装置 3 が検出情報を取得可能な複数のセンサには、第 1 センサ 6 1、第 2 センサ 6 2、及び第 3 センサ 6 3 が含まれる。

【 0 0 1 9 】

第 1 センサ 6 1 は、回転電機 M G の回転速度 N m g を取得するためのセンサであり、制御装置 3 は、第 1 センサ 6 1 の検出情報に基づき回転電機 M G の回転速度 N m g を取得する。本実施形態では、第 1 センサ 6 1 は、入力部材 2 0 の回転速度を検出するように設けられており、制御装置 3 は、第 1 センサ 6 1 が検出した入力部材 2 0 の回転速度に基づき回転電機 M G の回転速度 N m g を取得する。

10

【 0 0 2 0 】

第 2 センサ 6 2 は、車両 4 の走行速度である車速を取得するためのセンサであり、制御装置 3 は、第 2 センサ 6 2 の検出情報に基づき車速を取得する。本実施形態では、第 2 センサ 6 2 は、出力部材 2 1 の回転速度を検出するように設けられており、制御装置 3 は、第 2 センサ 6 2 が検出した出力部材 2 1 の回転速度に基づき車速を取得する。なお、第 2 センサ 6 2 を、第 1 車輪 W 1 又は第 1 車輪 W 1 と一体的に回転する回転部材（ドライブシャフト等）の回転速度を検出するように設け、制御装置 3 が、第 2 センサ 6 2 の検出情報（第 1 車輪 W 1 の回転速度である車輪速 V の検出情報）に基づき車速を取得する構成としてもよい。本実施形態では、車輪速 V が「車輪の回転速度」に相当する。

【 0 0 2 1 】

第 3 センサ 6 3 は、アクセル開度を取得するためのセンサであり、制御装置 3 は、第 3 センサ 6 3 の検出情報に基づきアクセル開度を取得する。本実施形態では、第 3 センサ 6 3 は、車両 4 に設けられたアクセルペダルの操作量を検出するように設けられており、制御装置 3 は、第 3 センサ 6 3 が検出したアクセルペダルの操作量に基づきアクセル開度を取得する。

20

【 0 0 2 2 】

制御装置 3 は、センサ検出情報に基づいて（本実施形態では、少なくともアクセル開度と、車速（又は車輪速 V）とに基づいて）、車輪伝達トルク T w の要求値である車輪要求トルク T r と、自動変速機 2 が形成する目標変速段とを決定する。ここで、車輪伝達トルク T w は、自動変速機 2 を介して回転電機 M G から第 1 車輪 W 1 に伝達されるトルクである。制御装置 3 は、決定した車輪要求トルク T r に応じた出力トルク T m g を出力するように回転電機 M G を制御すると共に、決定した目標変速段を形成するように自動変速機 2 を制御する。

30

【 0 0 2 3 】

回転電機 M G が出力可能なトルク範囲（最小トルクから最大トルクまでの範囲）は、回転電機 M G の回転速度 N m g に応じて変化する。そして、回転電機 M G は、車輪速 V に応じた回転電機 M G の回転速度 N m g（言い換えれば、車速に応じた回転電機 M G の回転速度 N m g）である車輪対応回転速度で回転するため、車輪要求トルク T r として決定することが可能なトルク範囲は、後に参照する図 2 に示すように、車輪速 V（又は車速）に応じて変化する。よって、制御装置 3 は、車輪速 V（又は車速）に基づき定まるトルク範囲内で、アクセル開度が大きくなるに従って大きくなるように車輪要求トルク T r を決定する。なお、車輪対応回転速度は、車輪速 V と、回転電機 M G から第 1 車輪 W 1 までの変速比（車輪速 V に対する回転電機 M G の回転速度 N m g の比）とに応じて定まる。

40

【 0 0 2 4 】

制御装置 3 は、上述したインバータを介して回転電機 M G の動作点（回転速度 N m g 及び出力トルク T m g）を制御することで、回転電機 M G が要求対応トルクを出力するように制御する。ここで、要求対応トルクは、要求されている車輪伝達トルク T w（すなわち、車輪要求トルク T r）に応じた回転電機 M G の出力トルク T m g であり、車輪要求トルク T r と、回転電機 M G から第 1 車輪 W 1 までの変速比とに応じて定まる。

【 0 0 2 5 】

50

また、制御装置 3 は、図 2 に一例を示す変速線 L のような変速線（アップシフト線及びダウンシフト線）が規定された変速マップを参照して目標変速段を決定する。そして、制御装置 3 は、自動変速機 2 が備える複数の変速用係合装置のそれぞれの係合の状態を制御することで、自動変速機 2 に目標変速段（本実施形態では、第 1 変速段及び第 2 変速段のいずれか）を形成させる。制御装置 3 は、自動変速機 2 が形成する変速段を移行させる（言い換えれば、変速段を切り替える）変速制御を実行する際には、変速段を移行させるために解放される変速用係合装置（解放側係合装置）を解放させると共に、変速段を移行させるために係合される変速用係合装置（係合側係合装置）を係合させる。

【 0 0 2 6 】

次に、制御装置 3 により実行されるアップシフト制御の内容について説明する。以下では、自動変速機 2 が形成する変速段を第 1 変速段から第 2 変速段に移行させるアップシフトを、単に「アップシフト」という。また、自動変速機 2 により第 1 変速段が形成されている状態での回転電機 M G から第 1 車輪 W 1 までの変速比を「第 1 変速比 G 1」とし、自動変速機 2 により第 2 変速段が形成されている状態での回転電機 M G から第 1 車輪 W 1 までの変速比を「第 2 変速比 G 2」とする。

【 0 0 2 7 】

アップシフトの動作中には、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態に移行する。この際、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が一定であれば、車輪伝達トルク T_w が変速比の低下により減少する。単純化して考えると、車輪伝達トルク T_w の低下量であるトルク低下量 T_w は、 $T_w = T_{mg} \times (G_1 - G_2)$ のように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} と、変速比の低下量 $(G_1 - G_2)$ との積により表すことができる。このような車輪伝達トルク T_w の減少による車両挙動の変化を小さく抑えるために、制御装置 3 は、アップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少を補うように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を増加させるトルク増加制御を行うように構成されている。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、制御装置 3 は、トルク増加制御では、アップシフトの動作中、車輪伝達トルク T_w が要求されているトルク（すなわち、車輪要求トルク T_r ）に維持されるように回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を制御する。すなわち、アップシフトの動作中において車輪要求トルク T_r が一定であるとすると、トルク増加制御では、トルク低下量 T_w がゼロとなるように、言い換えれば、トルク低下量 T_w をゼロに近づけるように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が制御される。そのため、本実施形態では、トルク増加制御により、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少が、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の増加により完全に或いは実質的に完全に補われる。

【 0 0 2 9 】

単純化して考えると、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を第 1 出力トルク T_{mg1} として、 $T_{mg1} \times G_1 = T_r$ の関係を満たすように第 1 出力トルク T_{mg1} を制御することで、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態において、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r と同じトルクとすることができる。また、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 2 変速段の状態での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を第 2 出力トルク T_{mg2} として、 $T_{mg2} \times G_2 = T_r$ の関係を満たすように第 2 出力トルク T_{mg2} を制御することで、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 2 変速段の状態において、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r と同じトルクとすることができる。よって、アップシフトの動作中において車輪要求トルク T_r が一定であるとすると、 $T_{mg1} \times G_1 = T_{mg2} \times G_2$ の関係を満たすように第 2 出力トルク T_{mg2} を第 1 出力トルク T_{mg1} に応じて設定することで、アップシフトの動作中において車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r に維持することができる。

【 0 0 3 0 】

上記の点に鑑みて、本実施形態では、制御装置 3 は、トルク増加制御による増加後の回転

電機MGの出力トルク T_{mg} （第2出力トルク T_{mg2} ）を、 $(T_{mg1} \times G_1 / G_2)$ に応じたトルクに設定する。ここでは、制御装置3は、トルク増加制御による増加後の回転電機MGの出力トルク T_{mg} を、 $(T_{mg1} \times G_1 / G_2)$ と同じ又は同程度のトルクに設定する。よって、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機MGの増加トルク分 T_{mg} （ $= T_{mg2} - T_{mg1}$ ）は、 $\{T_{mg1} \times (G_1 - G_2) / G_2\}$ と同じ又は同程度の量となる。そして、自動変速機2内の駆動力の伝達経路が第2変速段の状態では、増加トルク分 T_{mg} に応じた車輪伝達トルク T_w の増加トルク分（ $T_{mg} \times G_2$ ）は、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が第1出力トルク T_{mg1} に維持された場合のトルク低下量 T_w （ $= T_{mg1} \times (G_1 - G_2)$ ）と同じ或いは同程度となる。このように、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機MGの増加トルク分 T_{mg} を、トルク低下量 T_w がゼロとなるように設定しており、これにより、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r に維持することが可能となっている。

10

【0031】

後述するように、本実施形態では、制御装置3はトルク増加制御をトルク相 P_t で実行する。よって、トルク相 P_t の開始前の要求対応トルクを T （上述した第1出力トルク T_{mg1} に相当）として、トルク増加制御による増加後の回転電機MGの出力トルク T_{mg} （上述した第2出力トルク T_{mg2} に相当）は、 $(T \times G_1 / G_2)$ に応じたトルクとされる。ここでは、トルク増加制御による増加後の回転電機MGの出力トルク T_{mg} は、 $(T \times G_1 / G_2)$ と同じ又は同程度のトルクとされる。なお、ここでの第1変速比 G_1 や第2変速比 G_2 は、回転電機MGから第1車輪 W_1 までの変速比ではなく、入力部材20から出力部材21までの変速比（出力部材21の回転速度に対する入力部材20の回転速度の比）としてもよい。

20

【0032】

以上のように、制御装置3は、アップシフトの動作中に、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を増加トルク分 T_{mg} だけ増加させるトルク増加制御を行うことで、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少を補う。そのため、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少をトルク増加制御により適切に補うためには、回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} の制限を受けることなく、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を増加トルク分 T_{mg} だけ増加可能であることが求められる。この点に鑑みて、制御装置3は、車輪対応回転速度で要求対応トルクを出力するための回転電機MGの動作点が、アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で回転電機MGの運転可能範囲内に収まり、且つ、変速段の移行前において、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が、車輪対応回転速度で回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} からトルク増加制御による増加トルク分 T_{mg} を減算したトルクである判定トルク T_1 以下の状態で、アップシフトを行うように構成されている。

30

【0033】

すなわち、制御装置3は、回転電機MGの状態が以下の第1条件及び第2条件の2つの条件を満たす状態である場合に、アップシフトを行うように構成されている。ここで、第1条件は、車輪対応回転速度で要求対応トルクを出力するための回転電機MGの動作点が、アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で回転電機MGの運転可能範囲内に収まることであり、第2条件は、変速段の移行前において回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 以下であることである。言い換えれば、制御装置3は、第1条件及び第2条件のうちの少なくとも一方が満たされない状態では、基本的にアップシフトを行わないように構成されている。このように2つの条件を設定する理由について、図2を参照して以下に説明する。

40

【0034】

図2は、回転電機MGの運転可能範囲（出力特性）と第1変速比 G_1 とに応じて定まる第1変速段（ $1st$ ）での走行可能範囲と、回転電機MGの運転可能範囲と第2変速比 G_2 とに応じて定まる第2変速段（ $2nd$ ）での走行可能範囲とを、横軸を車輪速 V とし縦軸を車輪要求トルク T_r とするグラフに表したものである。第2変速段（ $2nd$ ）での走行

50

可能範囲は、第1変速段(1st)での走行可能範囲の横軸を($G1/G2$)倍すると共に縦軸を($G2/G1$)倍したものに相当する。回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} は、一般に、回転速度 N_{mg} が高くなるに従って低下する傾向を有するため、図2に示すように、第1変速段において設定可能な車輪要求トルク T_r の最大値($T_{max} \times G1$)や第2変速段において設定可能な車輪要求トルク T_r の最大値($T_{max} \times G2$)も、車輪速 V が高くなるに従って低下する傾向を有する。

【0035】

図2に示すように、第1変速段(1st)での走行可能範囲には、第2変速段(2nd)での走行可能範囲と重複しない第1領域A1と、第2変速段(2nd)での走行可能範囲と重複する第3領域A3とが含まれる。また、第2変速段(2nd)での走行可能範囲には、第1変速段(1st)での走行可能範囲と重複しない第2領域A2と、上述した第3領域A3とが含まれる。すなわち、車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点が第3領域A3に含まれる場合には、自動変速機2により第1変速段及び第2変速段のいずれが形成される場合でも、車輪対応回転速度と要求対応トルクとにより定まる回転電機MGの動作点は、回転電機MGの運転可能範囲内に収まる。上述した第1条件は、このように車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点が第3領域A3に含まれることに等しい。このような第1条件が満たされる状態でアップシフトを行うことで、アップシフトによる変速段の移行前だけでなく移行後においても、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r と同じ又は同程度のトルクとすることができる。

【0036】

後に参照する図3に示すように、アップシフトの動作は、回転電機MGの回転速度 N_{mg} が第1変速段の状態に維持されたまま自動変速機2内の駆動力の伝達経路を第1変速段の状態から第2変速段の状態に移行させる期間であるトルク相 P_t と、当該トルク相 P_t の後、回転電機MGの回転速度 N_{mg} を第1変速段の状態から第2変速段の状態に移行させる期間であるイナーシャ相 P_i とを含む。そして、制御装置3は、トルク増加制御をトルク相 P_t で実行する。そのため、トルク増加制御では、回転電機MGの回転速度 N_{mg} が第1変速段の状態に維持された状態(すなわち、回転速度 N_{mg} が第1変速段での車輪対応回転速度に維持された状態)で、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を増加トルク分 T_{mg} だけ増加させる必要がある。

【0037】

この点に鑑みて、制御装置3は、車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点が、第3領域A3に含まれることに加えて、図2においてハッチングを付したハッチング領域に含まれることを条件に、アップシフトを行うように構成されている。なお、図2に示す例では、ハッチング領域の全体が、第3領域A3に含まれている。ハッチング領域の車輪要求トルク T_r の上限($T1 \times G1$)を定める判定トルク $T1$ は、回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} からトルク増加制御による増加トルク分 T_{mg} を減算したトルクである。そのため、車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点がハッチング領域に含まれる場合には、回転電機MGの回転速度 N_{mg} が第1変速段での状態に維持された状態で、回転電機MGの出力トルク T_{mg} を少なくとも増加トルク分 T_{mg} 増加させることができる。上述した第2条件は、このように車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点がハッチング領域に含まれることに等しい。第1条件に加えてこのような第2条件が満たされる状態でアップシフトを行うことで、アップシフトの動作中に行われるトルク増加制御において、最大トルク T_{max} の制限を受けることなく回転電機MGの出力トルク T_{mg} を増加トルク分 T_{mg} 増加させることができる。

【0038】

このように第1条件及び第2条件の双方が満たされる状態でアップシフトが行われるように(言い換えれば、アップシフトを行うと判定されるように)、制御装置3が目標変速段を決定する際に参照する変速マップにおいて、アップシフトのための変速線Lが規定されている。具体的には、図2に示すように、変速線L(ここでは、変速線Lの一部)が、第3領域A3とハッチング領域との重複領域の内部に規定されている。よって、車輪速 V と

10

20

30

40

50

車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点の変速マップ上で変速線 L を跨ぐことで行われるアップシフトを、基本的に、回転電機 M_G の状態が第 1 条件及び第 2 条件の 2 つの条件を満たす状態で行われるアップシフトとすることができる。

【 0 0 3 9 】

なお、図 2 に示すように、本実施形態では、変速線 L の一部を、第 3 領域 A_3 の内部であってハッチング領域の外部に規定している。具体的には、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 を超えている場合であっても（すなわち、第 2 条件が満たされない状態であっても）、車輪速 V が設定閾値 V_1 に対して低速側から到達した場合にはアップシフトが行われるように、変速線 L を規定している。ここで、自動変速機 2 により第 1 変速段が形成されている状態での回転電機 M_G の上限回転速度に応じた車輪速 V を車輪速上限値 V_{max} として、設定閾値 V_1 は車輪速上限値 V_{max} 以下に設定される。本実施形態では、制御装置 3 は、このような場合に行われるアップシフトではトルク増加制御を行わないように構成されている。すなわち、制御装置 3 は、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 を超えている場合であっても、車輪速 V が設定閾値 V_1 に対して低速側から到達した場合には、トルク増加制御を行うことなくアップシフトを行うように構成されている。なお、車速が高くなるに従って、車両 4 の走行によって第 1 車輪 W_1 や第 2 車輪 W_2 から伝達される振動が大きくなり、変速による車両挙動の変化を車両 4 の乗員が感じ難くなることに鑑みて、設定閾値 V_1 を、車両 4 の走行による振動がトルク増加制御を行わないアップシフトにより生じる振動以上となるような車輪速 V に設定すると好適である。なお、図 2 では、設定閾値 V_1 を車輪速上限値 V_{max} 未満に設定する場合を例示しているが、設定閾値 V_1 を車輪速上限値 V_{max} と同じ値に設定してもよい。

10

20

【 0 0 4 0 】

次に、本実施形態に係るアップシフト制御の具体的内容について、図 3 に示す例を参照して説明する。ここでは、第 1 車輪 W_1 に前進加速方向のトルクが伝達されている状態（すなわち、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} が正トルクの状態）でのアップシフトであるオンアップシフトの変速制御中に、出力トルク増加制御が行われる状況を想定している。また、ここでは、アップシフト制御中に、車輪要求トルク T_r が一定に維持される状況を想定している。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示す例では、時刻 t_1 よりも前の時点で目標変速段が第 1 変速段から第 2 変速段に変更され（すなわち、アップシフトを行うと判定され）、時刻 t_1 においてトルク相 P_t が開始する。すなわち、時刻 t_1 において、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路の、第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態への移行が開始する。なお、変速段の移行前である時刻 t_1 以前において、回転電機 M_G は、自動変速機 2 により第 1 変速段が形成されている状態で、要求対応トルクを出力するように制御されている。本実施形態では、自動変速機 2 が形成する変速段を第 1 変速段から第 2 変速段に移行させる際に係合される係合側係合装置を、湿式多板クラッチや湿式多板ブレーキ等の摩擦係合装置としている。そして、時刻 t_1 よりも前の時点で係合側係合装置を係合させる制御が開始され、時刻 t_1 以降、係合側係合装置の係合圧の増大（伝達トルク容量の増大）に伴い、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路の、第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態への移行が進行している。

30

40

【 0 0 4 2 】

図 3 において破線で示すように、時刻 t_1 以降、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} が一定に維持される場合には、車輪伝達トルク T_w がトルク比の増加に応じて減少する。ここで、トルク比は、自動変速機 2 から出力部材 2_1 に出力される出力トルクに対する、入力部材 2_0 から自動変速機 2 に入力される入力トルクの比である。これに対して、本実施形態では、トルク相 P_t においてトルク増加制御が行われるため、トルク比の増加による車輪伝達トルク T_w の減少を、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} の増加により補うことが可能となっている。上述したように、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機 M_G の増加トルク分 T_{mg} が、トルク低下量 T_w がゼロとなるように設定されるため、図 3 において実線で示すように、トルク相 P_t の開始から終了までの間、車輪伝達トルク T_w

50

を車輪要求トルク T_r に維持することが可能となっている。なお、図 3 に示す例では、トルク相 P_t の開始時点（図 3 における時刻 t_1 ）でトルク増加制御を開始し、トルク相 P_t の終了時点（図 3 における時刻 t_2 ）でトルク増加制御を終了している。また、図 3 に示す例では、トルク増加制御では、トルク増加制御の終了時点（ここでは、トルク相 P_t の終了時点）において回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} の増加量が増加トルク分 T_{mg} となるように、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} を漸増させている。すなわち、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} は、トルク比の増大に合わせて増加されている。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、時刻 t_2 においてトルク相 P_t が終了すると、回転電機 M_G の回転速度 N_{mg} を第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態に移行させるイナーシャ相 P_i が開始される。イナーシャ相 P_i では、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} を低下させることや、係合側係合装置の係合圧を増圧させること等によって、回転電機 M_G の回転速度 N_{mg} を第 2 変速段の状態に移行するまで低下させる。図 3 に示す例では、イナーシャ相 P_i においても、車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r に維持されるように回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} を制御している。すなわち、回転電機 M_G や自動変速機 2 の各部の慣性トルクによる車輪伝達トルク T_w の増大を抑制するように、回転電機 M_G の出力トルク T_{mg} が制御される。そして、時刻 t_3 において回転電機 M_G の回転速度 N_{mg} が第 2 変速段の状態に移行すると、アップシフトによる変速段の移行が完了し、変速段の移行後である時刻 t_3 以降において、回転電機 M_G は、自動変速機 2 により第 2 変速段が形成されている状態で、要求対応トルクを出力するように制御される。

【 0 0 4 4 】

〔 第 2 の実施形態 〕

制御装置の第 2 の実施形態について、図面（図 4 ~ 図 9）を参照して説明する。以下では、本実施形態の制御装置について、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。特に明記しない点については、第 1 の実施形態と同様であり、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、図 4 に示すように、制御装置 3 が検出情報を取得可能な複数のセンサには、第 1 センサ 6 1、第 2 センサ 6 2、及び第 3 センサ 6 3 に加えて、第 4 センサ 6 4 が含まれる。

【 0 0 4 6 】

第 4 センサ 6 4 は、車両 4 の運転者による変速段の変更操作（シフト操作）を検出するためのセンサであり、制御装置 3 は、第 4 センサ 6 4 の検出情報に基づき運転者のシフト操作（アップシフト操作又はダウンシフト操作）を検出する。第 4 センサ 6 4 は、例えば、車両 4 の運転席のステアリングホイールに設けられたシフトスイッチ（例えば、パドルスイッチ）による運転者のシフト操作を検出するように設けられ、又は、走行レンジを選択するためのシフトレバーによる運転者のシフト操作を検出するように設けられる。

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、制御装置 3 が目標変速段を決定する際に参照する変速マップには、アップシフトのための変速線 L が規定されている。車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点が、変速マップ上で変速線 L を跨ぐ（低速側から高速側に跨ぐ）と、目標変速段が第 1 変速段から第 2 変速段に変更され、アップシフトが行われる。すなわち、制御装置 3 は、車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点が、変速マップ上で変速線 L を跨いだ場合に、或いは跨ぐことが予測される場合に、アップシフトを行うと判定する。また、本実施形態では、運転者によるアップシフト操作が検出された場合に、アップシフトの禁止条件が成立していないことを条件に目標変速段が第 1 変速段から第 2 変速段に変更され、アップシフトが行われる。すなわち、制御装置 3 は、運転者によるアップシフト操作が検出された場合に、アップシフトの禁止条件が成立していないことを条件に、アップシフトを行うと判定する。なお、アップシフトの禁止条件は、例えば、車輪速 V （又は車速）が設定値以下であること、第 1 変速段での走行開始からの経過時間が設定値以

10

20

30

40

50

下であること、自動変速機 2 の作動油の温度が設定値以下であること等とされる。

【 0 0 4 8 】

アップシフトの動作中には、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態に移行する。この際、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が一定であれば、車輪伝達トルク T_w が変速比の低下により減少する。単純化して考えると、車輪伝達トルク T_w の低下量であるトルク低下量 T_w は、 $T_w = T_{mg} \times (G_1 - G_2)$ のように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} と、変速比の低下量 $(G_1 - G_2)$ との積により表すことができる。なお、トルク低下量 T_w は、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の低下量であり、後述するトルク低下制御を実行することによる車輪伝達トルク T_w の低下量は含まない。このような車輪伝達トルク T_w の減少による車両挙動の変化を小さく抑えるために、制御装置 3 は、アップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少を補うように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を増加させるトルク増加制御を行うように構成されている。

10

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、制御装置 3 は、トルク増加制御では、車輪伝達トルク T_w が対象トルクに維持されるように回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を制御する。ここで、対象トルクは、後述するトルク低下制御が実行されない場合には、車輪要求トルク T_r と同じトルクであり、後述するトルク低下制御が実行される場合には、減算トルク T_s と同じトルクである。後に参照する図 7 に示すように、減算トルク T_s は、トルク低下制御を実行することによる車輪伝達トルク T_w の低下量を車輪要求トルク T_r から減算したトルクである。後述するように、トルク低下制御では回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が目標トルク T_2 まで低下されるため、減算トルク T_s は、自動変速機 2 により第 1 変速段が形成されている状態での目標トルク T_2 に応じた車輪伝達トルク T_w である。すなわち、アップシフトの動作中において車輪要求トルク T_r が一定であるとすると、トルク増加制御では、トルク低下量 T_w がゼロとなるように、言い換えれば、トルク低下量 T_w をゼロに近づけるように、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が制御される。そのため、本実施形態では、トルク増加制御により、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少が、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の増加により完全に或いは実質的に完全に補われる。

20

【 0 0 5 0 】

単純化して考えると、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を第 1 出力トルク T_{mg1} として、 $T_{mg1} \times G_1 = T_r$ の関係を満たすように第 1 出力トルク T_{mg1} を制御することで、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 1 変速段の状態において、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r と同じトルクとすることができる。また、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 2 変速段の状態での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を第 2 出力トルク T_{mg2} として、 $T_{mg2} \times G_2 = T_r$ の関係を満たすように第 2 出力トルク T_{mg2} を制御することで、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 2 変速段の状態において、車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r と同じトルクとすることができる。よって、アップシフトの動作中において車輪要求トルク T_r が一定であるとすると、 $T_{mg1} \times G_1 = T_{mg2} \times G_2$ の関係を満たすように第 2 出力トルク T_{mg2} を第 1 出力トルク T_{mg1} に応じて設定することで、アップシフトの動作中において車輪伝達トルク T_w を車輪要求トルク T_r に維持することができる。後述するトルク低下制御が実行される場合には、 $T_{mg1} \times G_1 = T_{mg2} \times G_2$ の関係を満たすように、トルク増加制御による増加後の回転電機 M G の出力トルク (第 2 出力トルク T_{mg2}) を、トルク低下制御による減少後であってトルク増加制御による増加前の回転電機 M G の出力トルク (第 1 出力トルク T_{mg1}) に応じて設定することで、トルク増加制御の実行期間において車輪伝達トルク T_w を減算トルク T_s に維持することができる。

30

40

【 0 0 5 1 】

上記の点に鑑みて、本実施形態では、制御装置 3 は、トルク増加制御による増加後の回転電機 M G の出力トルク T_{mg} (第 2 出力トルク T_{mg2}) を、 $(T_{mg1} \times G_1 / G_2)$

50

に応じたトルクに設定する。ここでは、制御装置 3 は、トルク増加制御による増加後の回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を、 $(T_{mg1} \times G1 / G2)$ と同じ又は同程度のトルクに設定する。よって、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機 M G の増加トルク分 $T_{mg} (= T_{mg2} - T_{mg1})$ は、 $\{T_{mg1} \times (G1 - G2) / G2\}$ と同じ又は同程度の量となる。そして、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路が第 2 変速段の状態では、増加トルク分 T_{mg} に応じた車輪伝達トルク T_w の増加トルク分 $(T_{mg} \times G2)$ は、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が第 1 出力トルク T_{mg1} に維持された場合のトルク低下量 $T_w (= T_{mg1} \times (G1 - G2))$ と同じ或いは同程度となる。このように、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機 M G の増加トルク分 T_{mg} を、トルク低下量 T_w がゼロとなるように設定しており、これにより、トルク増加制御の実行期間において、車輪伝達トルク T_w を対象トルク (車輪要求トルク T_r 又は減算トルク T_s) に維持することが可能となっている。

10

【0052】

以上のように、制御装置 3 は、アップシフトの動作中に、変速比の低下による車輪伝達トルク T_w の減少を補うために、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を増加トルク分 T_{mg} だけ増加させるトルク増加制御を行うように構成されている。このようなトルク増加制御を行うことで、アップシフトの動作中に、車輪伝達トルク T_w の減少による車両挙動の変化を小さく抑えることが可能となるが、アップシフトを行うと判定された時点の回転電機 M G の動作点によっては、回転電機 M G が出力可能な最大トルク T_{max} の制限により回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を十分に増加させることができず、車両 4 の乗員が感じる車両挙動の変化が大きくなるおそれがある。

20

【0053】

この点に鑑みて、制御装置 3 は、アップシフトを行うと判定した時点において、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が、車輪対応回転速度で回転電機 M G が出力可能な最大トルク T_{max} からトルク増加制御による増加トルク分 T_{mg} を減算したトルクである判定トルク T_1 より大きい場合には、トルク増加制御を開始する前に、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を判定トルク T_1 以下の目標トルク T_2 まで次第に低下させるトルク低下制御を行うように構成されている。これにより、以下に図 5 を参照して説明するように、アップシフトを行うと判定された時点の回転電機 M G の動作点によらずに、アップシフトの動作中に車両 4 の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えることが可能となっている。すなわち、本実施形態では、制御装置 3 は、アップシフトを行うと判定した時点において、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 を超えている状態であっても (すなわち、上述した第 2 条件が満たされない状態であっても)、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を判定トルク T_1 以下の目標トルク T_2 まで次第に低下させるトルク低下制御を、トルク増加制御を開始する前に行った後に (すなわち、第 2 条件が満たされる状態を実現した後に)、アップシフトを行うように構成されている。

30

【0054】

図 5 は、上記第 1 の実施形態に係る図 2 と同様に、回転電機 M G の運転可能範囲 (出力特性) と第 1 変速比 $G1$ とに応じて定まる第 1 変速段 (1st) での走行可能範囲と、回転電機 M G の運転可能範囲と第 2 変速比 $G2$ とに応じて定まる第 2 変速段 (2nd) での走行可能範囲とを、横軸を車輪速 V とし縦軸を車輪要求トルク T_r とするグラフに表したものである。

40

【0055】

図 5 に示すように、変速線 L を跨ぐ際の動作点 (車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点、以下同様) が、第 1 動作点 31 のように図 5 においてハッチングを付したハッチング領域に含まれる動作点である場合には、回転電機 M G の回転速度 N_{mg} が第 1 変速段の状態に維持された状態で、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を少なくとも増加トルク分 T_{mg} 増加させることができる。なお、ハッチング領域の車輪要求トルク T_r の上限 ($T1 \times G1$) を定める判定トルク T_1 は、第 1 変速段での車輪対応回転速度で回転電機 M G が出力可能な最大トルク T_{max} から、トルク増加制御による増加トルク分 T

50

$m g$ を減算したトルクである。一方、変速線 L を跨ぐ際の動作点が、第 2 動作点 3 2 のようにハッチング領域に含まれない動作点である場合には、回転電機 $M G$ の回転速度 $N m g$ が第 1 変速段の状態に維持された状態で、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ を増加トルク分 $T m g$ 増加させることはできない。

【 0 0 5 6 】

この点に鑑みて、制御装置 3 は、アップシフトを行うと判定した時点において、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ より大きい場合（例えば、動作点が第 2 動作点 3 2 である場合）には、トルク増加制御を開始する前に、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ を判定トルク $T 1$ 以下の目標トルク $T 2$ まで次第に低下させるトルク低下制御を行うように構成されている。すなわち、トルク増加制御は、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が目標トルク $T 2$ まで低下した状態で（すなわち、第 2 条件が満たされる状態で）開始される。これにより、アップシフトを行うと判定された時点において回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ 以下である場合だけでなく、当該時点において回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ より大きい場合にも、トルク増加制御において、最大トルク $T m a x$ の制限を受けることなく回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ を増加トルク分 $T m g$ 増加させることが可能となる。なお、本実施形態では、制御装置 3 は、目標トルク $T 2$ を判定トルク $T 1$ と同じトルクに設定する。よって、図 5 に示すように、アップシフトを行うと判定された時点での動作点（ここでは、変速線 L を跨ぐ際の動作点）が第 2 動作点 3 2 である場合には、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ まで低下される。

【 0 0 5 7 】

図 5 に示すように、本実施形態では、判定トルク $T 1$ に応じたトルク（ $T 1 \times G 1$ ）で車輪要求トルク $T r$ の上限が定められるハッチング領域の全体が、第 3 領域 $A 3$ に含まれている。具体的には、本実施形態では、トルク増加制御による増加トルク分 $T m g$ を、トルク低下量 $T w$ がゼロとなるように設定しているため、ハッチング領域は、第 1 変速段（ $1 s t$ ）での走行可能範囲の横軸の縮尺を維持しつつ縦軸を（ $G 2 / G 1$ ）倍したものに相当する。よって、図 5 に示すように、車輪速 V が低速の領域では、ハッチング領域の上限は第 3 領域 $A 3$ の上限と一致する。このように、本実施形態ではハッチング領域の全体が第 3 領域 $A 3$ に含まれるため、トルク低下制御において回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ を少なくとも判定トルク $T 1$ まで低下させることで、アップシフトを行うと判定された時点での回転電機 $M G$ の回転速度 $N m g$ の大きさによらず（すなわち、アップシフトを行うと判定された時点での車輪速 V の大きさによらず）、車輪対応回転速度と要求対応トルクとにより定まる回転電機 $M G$ の動作点を、アップシフトによる変速段の移行後においても回転電機 $M G$ の運転可能範囲に収めることができる（すなわち、第 1 条件が満たされる状態を実現できる）。よって、トルク低下制御において回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ を少なくとも判定トルク $T 1$ まで低下させることで、トルク増加制御の開始時における車輪伝達トルク $T w$ と同等のトルクを、変速段の移行後においても第 1 車輪 $W 1$ に伝達することができる。このように、アップシフトを行うと判定した時点において回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ を超えている状態であっても、トルク低下制御を行った後にアップシフトを行うことで、第 1 条件及び第 2 条件の双方が満たされる状態でアップシフトを行うことが可能となっている。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、制御装置 3 は、図 6 に示す手順に沿ってアップシフト制御を行う。制御装置 3 は、少なくともオンアップシフト制御を行う際に、図 6 に示す手順に沿ってアップシフト制御を行う。なお、オンアップシフトとは、第 1 車輪 $W 1$ に前進加速方向のトルクが伝達されている状態（すなわち、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が正トルクの状態）でのアップシフトである。

【 0 0 5 9 】

制御装置 3 は、アップシフトを行うと判定すると（ステップ # 0 1 : $Y e s$ ）、回転電機 $M G$ の出力トルク $T m g$ が判定トルク $T 1$ より大きいか否かの判定を行う（ステップ # 0

2)。そして、制御装置3は、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 より大きい場合には(ステップ#02:Yes)、トルク低下制御(ステップ#03)を実行してからトルク相制御(ステップ#04)を実行する。すなわち、トルク低下制御は、アップシフトを行うと判定してからトルク相 P_t が開始するまでの期間で実行される。一方、制御装置3は、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 以下である場合には(ステップ#02:No)、トルク低下制御(ステップ#03)を実行せずにトルク相制御(ステップ#04)を実行する。そして、制御装置3は、トルク相制御(ステップ#04)の終了後にイナーシャ相制御(ステップ#05)を行う。イナーシャ相制御は、回転電機MGの回転速度 N_{mg} を第1変速段の状態から第2変速段の状態に移行させるための制御であり、イナーシャ相制御が終了すると、アップシフトによる変速段の移行が完了する。

10

【0060】

なお、ステップ#04のトルク相制御は、トルク相 P_t の期間でのトルク相制御(自動変速機2内の駆動力の伝達経路を第1変速段の状態から第2変速段の状態に移行させるための制御)を意味する。よって、トルク相 P_t を開始させるための準備制御は、ステップ#01でアップシフトを行うと判定されてからステップ#04のトルク相制御が開始されるまでの間に、実行される。なお、この準備制御は、例えば、自動変速機2が形成する変速段を第1変速段から第2変速段に移行させるために係合される係合側係合装置の油圧駆動部(油圧サーボ機構等)に対して、作動油を予備充填する制御とされる。

【0061】

次に、本実施形態に係るアップシフト制御(ここでは、オンアップシフト制御)の具体的内容について、図7に示す例を参照して説明する。ここでは、アップシフトを行うと判定された時点において回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 より大きく、トルク増加制御を開始する前にトルク低下制御が行われる状況を想定している。また、ここでは、アップシフト制御中に、車輪要求トルク T_r が一定に維持される状況を想定している。

20

【0062】

図7に示す例では、時刻 t_0 あるいはそれより前の時点でアップシフトを行うと判定され、時刻 t_0 においてトルク低下制御が開始される。時刻 t_0 より前では、回転電機MGは要求対応トルクを出力するように制御されている。そして、時刻 t_0 においてトルク低下制御が開始されると、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が目標トルク T_2 まで次第に低下するように制御され、これに応じて、車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r から減算トルク T_s まで次第に低下する。

30

【0063】

トルク低下制御では、トルク相 P_t が開始する時点(本実施形態では、トルク増加制御を開始する時点と同じ時点)である時刻 t_1 で、或いは時刻 t_1 より前の時点で、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が目標トルク T_2 に到達するように、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が次第に低下される。なお、トルク相 P_t が開始する時点は、例えば、トルク相 P_t を開始させるための準備制御を開始した時刻と、実験やシミュレーション等により得られる準備制御の開始からトルク相 P_t の開始までの準備時間とに基づき予測することができる。図7に示す例では、トルク相 P_t が開始する時点で回転電機MGの出力トルク T_{mg} が目標トルク T_2 に到達するように、トルク低下制御での回転電機MGの出力トルク T_{mg} の低下率が設定されている。これにより、トルク低下制御の実行期間(図7に示す例では、時刻 t_0 ~時刻 t_1 の期間)を長く確保して、回転電機MGの出力トルク T_{mg} の低下率を小さく抑えること(すなわち、トルク低下制御の実行期間において車両4の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えること)が可能となっている。図7に示す例では、トルク低下制御の実行期間が、トルク相 P_t の期間よりも長く確保されている。なお、本明細書では、回転電機MGの出力トルク T_{mg} の低下率の大きさや、後述する車輪伝達トルク T_w の低下率の大きさは、絶対値としている。

40

【0064】

図7に示す例では、時刻 t_1 においてトルク相 P_t が開始する。すなわち、時刻 t_1 において、自動変速機2内の駆動力の伝達経路の、第1変速段の状態から第2変速段の状態へ

50

の移行が開始する。本実施形態では、自動変速機 2 が形成する変速段を第 1 変速段から第 2 変速段に移行させる際に係合される係合側係合装置を、湿式多板クラッチや湿式多板ブレーキ等の摩擦係合装置としている。そして、時刻 t_1 よりも前の時点で係合側係合装置を係合させる制御が開始され、時刻 t_1 以降、係合側係合装置の係合圧の増大（伝達トルク容量の増大）に伴い、自動変速機 2 内の駆動力の伝達経路の、第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態への移行が進行している。すなわち、時刻 t_1 よりも前の時点で上述した準備制御が実行されることで、時刻 t_1 において係合側係合装置がトルク容量を持ち始めている。本実施形態では、このように係合側係合装置がトルク容量を持ち始めるまでの期間（図 7 に示す例では、時刻 t_1 より前の期間）を利用して、トルク低下制御を実行する。

【 0 0 6 5 】

図 7 において破線で示すように、時刻 t_1 以降、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} が一定に維持される場合には、車輪伝達トルク T_w がトルク比の増加に応じて減少する。ここで、トルク比は、自動変速機 2 から出力部材 2 1 に出力される出力トルクに対する、入力部材 2 0 から自動変速機 2 に入力される入力トルクの比である。これに対して、本実施形態では、トルク相 P_t においてトルク増加制御が行われるため、トルク比の増加による車輪伝達トルク T_w の減少を、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} の増加により補うことが可能となっている。上述したように、本実施形態では、トルク増加制御による回転電機 MG の増加トルク分 T_{mg} が、トルク低下量 T_w がゼロとなるように設定されるため、図 7 において実線で示すように、トルク相 P_t の開始から終了までの間、車輪伝達トルク T_w を、減算トルク T_s に維持することが可能となっている。なお、トルク低下制御が実行されない場合には、トルク相 P_t の開始から終了までの間、車輪伝達トルク T_w は車輪要求トルク T_r に維持される。図 7 に示す例では、トルク相 P_t の開始時点（図 7 における時刻 t_1 ）でトルク増加制御を開始し、トルク相 P_t の終了時点（図 7 における時刻 t_2 ）でトルク増加制御を終了している。また、図 7 に示す例では、トルク増加制御では、トルク増加制御の終了時点（ここでは、トルク相 P_t の終了時点）において回転電機 MG の出力トルク T_{mg} の増加量が増加トルク分 T_{mg} となるように、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を漸増させている。すなわち、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} は、トルク比の増大に合わせて増加されている。

【 0 0 6 6 】

図 7 に示すように、時刻 t_2 においてトルク相 P_t が終了すると、回転電機 MG の回転速度 N_{mg} を第 1 変速段の状態から第 2 変速段の状態に移行させるイナーシャ相 P_i が開始される。イナーシャ相 P_i では、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を低下させることや、係合側係合装置の係合圧を増圧させること等によって、回転電機 MG の回転速度 N_{mg} を第 2 変速段の状態に移行するまで低下させる。図 7 に示す例では、イナーシャ相 P_i において、車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r まで次第に増加するように回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を制御している。すなわち、回転電機 MG や自動変速機 2 の各部の慣性トルクによる車輪伝達トルク T_w の急激な増大を抑制しつつ車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r まで次第に増加するように、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} が制御される。そして、時刻 t_3 において回転電機 MG の回転速度 N_{mg} が第 2 変速段の状態に移行すると、アップシフトによる変速段の移行が完了し、変速段の移行後である時刻 t_3 以降において、回転電機 MG は、自動変速機 2 により第 2 変速段が形成されている状態で、要求対応トルクを出力するように制御される。なお、ここでは、イナーシャ相 P_i が終了する時点で車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r に到達する場合を例示したが、イナーシャ相 P_i の終了前に車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r に到達するように回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を制御してもよい。また、イナーシャ相 P_i の終了後に車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r に到達するように回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を制御してもよく、この場合、イナーシャ相 P_i においては車輪伝達トルク T_w が減算トルク T_s に維持され、イナーシャ相 P_i の終了後に車輪伝達トルク T_w の上昇が開始されるように、回転電機 MG の出力トルク T_{mg} を制御してもよい。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

図 7 に示すように、トルク低下制御での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率は、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下に伴う車輪伝達トルク T_w の低下率が、トルク増加制御を行わない場合のトルク相 P t での車輪伝達トルク T_w の低下率（図 7 における破線参照）よりも小さくなるように設定するとよい。なお、トルク低下制御での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率は、図 8 に破線で示すようにトルク低下制御の実行期間の全域に亘って一定としてもよいが、図 8 に実線で示すようにトルク低下制御の開始からの経過時間に応じて変化させてもよい。

【 0 0 6 8 】

図 8 に示す例では、トルク低下制御の実行期間における始期 P 1 と終期 P 3 での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率を、トルク低下制御の実行期間における始期 P 1 と終期 P 3 との間の中間期 P 2 での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率よりも小さくしている。なお、始期 P 1、中間期 P 2、及び終期 P 3 の各期間での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率の比較は、例えば、各期間における当該低下率の平均値を用いて行うとよい。このようにトルク低下制御での回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率を設定することで、トルク低下制御の実行に伴う回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の変化を滑らかにして、車両 4 の乗員が感じる車両挙動の変化をより小さく抑えることができる。図 8 に示す例では、始期 P 1 においては、時間の経過と共に低下率（回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の低下率、以下同様）が大きくなり、中間期 P 2 においては、低下率が一定に維持され、終期 P 3 においては、時間の経過と共に低下率が小さくなっている。なお、中間期 P 2 においても、時間の経過とともに低下率が変化する構成としてもよい。具体的には、中間期 P 2 の前半部分では、時間の経過と共に低下率が大きくなり、中間期 P 2 の後半部分では、時間の経過と共に低下率が小さくなる構成とすることができる。

【 0 0 6 9 】

〔その他の実施形態〕

次に、制御装置のその他の実施形態について説明する。

【 0 0 7 0 】

(1) 上記第 1 の実施形態では、制御装置 3 が、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 を超えている場合であっても、車輪速 V が設定閾値 V_1 に対して低速側から到達した場合には、トルク増加制御を行うことなくアップシフトを行う構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、このような場合に行われるアップシフトにおいても、制御装置 3 がトルク増加制御を行って、回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を可能なだけ増加させる（最大トルク T_{max} まで増加させる）構成とすることもできる。この場合の回転電機 M G の出力トルク T_{mg} の増加量は、設定された増加トルク分 T_{mg} （上記第 1 の実施形態では、トルク低下量 T_w をゼロとするための増加トルク分）よりも小さい値となる。

【 0 0 7 1 】

(2) 上記第 1 の実施形態では、制御装置 3 が、トルク増加制御では、アップシフトの動作中、車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r に維持されるように回転電機 M G の出力トルク T_{mg} を制御する構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、トルク増加制御による回転電機 M G の増加トルク分 T_{mg} を、上記第 1 の実施形態での値よりも小さく設定し、アップシフトの動作中に（具体的には、トルク相 P t の期間において）、車輪伝達トルク T_w が車輪要求トルク T_r から低下するものの、車輪伝達トルク T_w の車輪要求トルク T_r からの低下量が、トルク増加制御の実行により小さく抑えられる構成とすることもできる。

【 0 0 7 2 】

(3) 上記第 2 の実施形態では、制御装置 3 が、目標トルク T_2 を判定トルク T_1 と同じトルクに設定する構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、制御装置 3 が、目標トルク T_2 を判定トルク T_1 未満のトルクに設定する構成とすることもできる。このような構成とする場合に、制御装置 3 が、判定条件が満たされる場合に目標トルク T_2 を判定トルク T_1 未満のトルクに設定する構成とすることもできる。例

10

20

30

40

50

例えば、アップシフトによる変速段の移行後に車輪対応回転速度で回転電機MGが出力可能な最大トルク T_{max} を T 、第1変速段の変速比を G_1 、第2変速段の変速比を G_2 とした場合の、 $(T \times G_2 / G_1)$ で表されるトルクを許容トルク T_3 として、制御装置3が、判定トルク T_1 が許容トルク T_3 より大きい場合には、目標トルク T_2 を許容トルク T_3 以下のトルクに(すなわち、判定トルク T_1 未満のトルクに)設定する構成とすることができる。このような構成の具体例を図9に示す。

【0073】

図9に示す例では、トルク増加制御による回転電機MGの増加トルク分 T_{mg} を、上記第2の実施形態での値よりも小さく設定している。そのため、図9に示す例では、判定トルク T_1 に応じたトルク $(T_1 \times G_1)$ で車輪要求トルク T_r の上限が定められるハッチング領域が、上記第2の実施形態でのハッチング領域(図5参照)に比べて車輪要求トルク T_r が大きくなる側に拡大されている。この結果、上記第2の実施形態では、車輪速 V の大きさによらず判定トルク T_1 が許容トルク T_3 以下であるのに対して、図9に示す例では、車輪速 V が車輪速閾値 V_2 未満の領域では、判定トルク T_1 が許容トルク T_3 よりも大きくなっている。

10

【0074】

このような場合において、制御装置3が、アップシフトを行うと判断された時点において回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 より大きい場合に、判定トルク T_1 が許容トルク T_3 以下である場合には、目標トルク T_2 を判定トルク T_1 以下に設定し(例えば、判定トルク T_1 と同じトルクに設定し)、判定トルク T_1 が許容トルク T_3 より大きい場合には、目標トルク T_2 を許容トルク T_3 以下に設定する(例えば、許容トルク T_3 と同じトルクに設定する)構成とすることができる。この場合、アップシフトを行うと判断された時点での動作点(車輪速 V と車輪要求トルク T_r とにより定まる動作点、以下同様)が、図9に示す第3動作点33のように、車輪速 V が車輪速閾値 V_2 以上の動作点であって且つハッチング領域に含まれない動作点である場合には、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が判定トルク T_1 以下まで(図9に示す例では、判定トルク T_1 まで)低下される。また、アップシフトを行うと判断された時点での動作点が、図9に示す第4動作点34のように、車輪速 V が車輪速閾値 V_2 未満の動作点であって且つハッチング領域に含まれない動作点である場合には、回転電機MGの出力トルク T_{mg} が許容トルク T_3 以下まで(図9に示す例では、許容トルク T_3 まで)低下される。このような構成とすることで、上記第2の実施形態と同様に、アップシフトを行うと判断された時点での回転電機MGの回転速度 N_{mg} の大きさによらず(すなわち、アップシフトを行うと判断された時点での車輪速 V の大きさによらず)、車輪対応回転速度と要求対応トルクとにより定まる回転電機MGの動作点を、アップシフトによる変速段の移行後においても回転電機MGの運転可能範囲に収めることができる。

20

30

【0075】

(4)上記第2の実施形態では、制御装置3が、トルク増加制御では、車輪伝達トルク T_w が対象トルク(車輪要求トルク T_r 又は減算トルク T_s)に維持されるように回転電機MGの出力トルク T_{mg} を制御する構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、トルク増加制御による回転電機MGの増加トルク分 T_{mg} を、上記第2の実施形態での値よりも小さく設定し、トルク相 P_t の期間において、車輪伝達トルク T_w が対象トルクから低下するものの、車輪伝達トルク T_w の対象トルクからの低下量が、トルク増加制御の実行により小さく抑えられる構成とすることもできる。

40

【0076】

(5)上記第1及び第2の実施形態では、車両用駆動装置1が、回転電機MG以外に第1車輪 W_1 の駆動力源を備えず、第2車輪 W_2 の駆動力源も備えない構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、車両用駆動装置1が、回転電機MGとは別に第1車輪 W_1 の駆動力源(例えば、内燃機関)を備える構成や、車両用駆動装置1が、第2車輪 W_2 の駆動力源(例えば、回転電機又は内燃機関)を備える構成とすることもできる。このような構成とした場合には、回転電機MGの出力トルク T_{mg} のみによ

50

って車両4を走行させる電動走行モードの実行中だけでなく、回転電機MGの出力トルク T_{mg} と別の駆動力源の出力トルクとの双方を車輪(第1車輪 W_1 のみ、又は第1車輪 W_1 及び第2車輪 W_2 の双方)に伝達させて車両4を走行させる状態でも、制御装置3が上述したトルク増加制御を行う構成とすることができる。

【0077】

(6)上記第1及び第2の実施形態では、回転電機MGと左右2つの第1車輪 W_1 とを結ぶように動力伝達経路が設けられる構成を例として説明した。しかし、そのような構成に限定されることなく、例えば、回転電機MGと1つの第1車輪 W_1 とを結ぶように動力伝達経路が設けられる構成とすることもできる。この場合、回転電機MGのケースの少なくとも一部が第1車輪 W_1 の径方向内側の空間に配置される構成(すなわち、回転電機MGがインホイールタイプの回転電機である構成)とすることができる。

10

【0078】

(7)なお、上述した各実施形態で開示された構成は、矛盾が生じない限り、他の実施形態で開示された構成と組み合わせて適用すること(その他の実施形態として説明した実施形態同士の組み合わせを含む)も可能である。その他の構成に関しても、本明細書において開示された実施形態は全ての点で単なる例示に過ぎない。従って、本開示の趣旨を逸脱しない範囲内で、適宜、種々の改変を行うことが可能である。

【0079】

〔上記実施形態の概要〕

以下、上記において説明した制御装置の概要について説明する。

20

【0080】

回転電機(MG)と車輪(W)とを結ぶ動力伝達経路に自動変速機(2)が設けられた車両用駆動装置(1)を制御対象とする制御装置(3)であって、前記自動変速機(2)を介して前記回転電機(MG)から前記車輪(W)に伝達されるトルクを車輪伝達トルク(T_w)として、前記自動変速機(2)が形成する変速段を第1変速段から当該第1変速段よりも変速比が小さい第2変速段に移行させるアップシフトを行う場合に、当該アップシフトの動作中、前記変速比の低下による前記車輪伝達トルク(T_w)の減少を補うように、前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を増加させるトルク増加制御を行うように構成され、前記車輪(W)の回転速度(V)に応じた前記回転電機(MG)の回転速度(N_{mg})を車輪対応回転速度とし、要求されている前記車輪伝達トルク(T_w)に応じた前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を要求対応トルクとして、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機(MG)の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機(MG)の運転可能範囲内に収まり、且つ、前記変速段の移行前において、前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が、前記車輪対応回転速度で前記回転電機(MG)が出力可能な最大トルク(T_{max})から前記トルク増加制御による増加トルク分(T_{mg})を減算したトルクである判定トルク(T_1)以下の状態で、前記アップシフトを行う。

30

【0081】

この構成によれば、アップシフトの動作中にトルク増加制御を行うことで、変速比の低下による車輪伝達トルク(T_w)の減少を回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})の増加により補うことができる。そして、上記の構成では、アップシフトが行われる際の回転電機(MG)の状態が、以下の第1条件及び第2条件の2つの条件を満たす状態とされる。ここで、第1条件は、車輪対応回転速度で要求対応トルクを出力するための回転電機(MG)の動作点が、アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で回転電機(MG)の運転可能範囲内に収まることであり、第2条件は、変速段の移行前において、回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が、車輪対応回転速度で回転電機(MG)が出力可能な最大トルク(T_{max})からトルク増加制御による増加トルク分(T_{mg})を減算したトルクである判定トルク(T_1)以下の状態であることである。このように、アップシフトが行われる際の回転電機(MG)の状態を、第1条件に加えて第2条件を満たす状態とすることで、アップシフトの動作中に行われるトルク増加制御において、最大トルク(

40

50

T_{max})の制限を受けることなく回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を増加トルク分(T_{mg})増加させることができる。この結果、アップシフトを行う際に、変速比の低下による車輪伝達トルク(T_w)の減少を回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})の増加により適切に補うことが可能となる。

【0082】

ここで、前記車輪対応回転速度で前記要求対応トルクを出力するための前記回転電機(MG)の動作点が、前記アップシフトによる変速段の移行前及び移行後の双方で前記回転電機(MG)の運転可能範囲内に収まることを第1条件とし、前記変速段の移行前において前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が前記判定トルク(T_1)以下であることを第2条件として、前記第1条件及び前記第2条件のうちの少なくとも一方が満たされない状態では、前記アップシフトを行わないと好適である。

10

【0083】

第1条件が満たされない状態でアップシフトが行われると、例えば、変速段の移行前における車輪伝達トルク(T_w)と同等のトルクを、変速段の移行後において車輪(W_1)に伝達することができず、車両(4)の乗員が感じる車両挙動の変化が大きくなるおそれがある。また、第2条件が満たされない状態でアップシフトが行われると、アップシフトの動作中に行われるトルク増加制御において、最大トルクの制限により回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を十分に増加させることができず、車両(4)の乗員が感じる車両挙動の変化が大きくなるおそれがある。上記の構成では、第1条件が満たされない状態や第2条件が満たされない状態ではアップシフトを行わないため、車両(4)の乗員に車両挙動の大きな変化を感じさせることを回避しやすくなる。

20

【0084】

また、前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が前記判定トルク(T_1)を超えている場合であっても、前記車輪(W)の回転速度(V)が設定閾値(V_1)に対して低速側から到達した場合には、前記トルク増加制御を行うことなく前記アップシフトを行い、前記自動変速機(2)により前記第1変速段が形成されている状態での前記回転電機(MG)の上限回転速度に応じた前記車輪(W)の回転速度(V)を車輪速上限値(V_{max})として、前記設定閾値(V_1)が前記車輪速上限値(V_{max})以下に設定されていると好適である。

【0085】

この構成によれば、回転電機(MG)の回転速度(N_{mg})が、自動変速機(2)により第1変速段が形成されている状態での回転電機(MG)の上限回転速度を超える前に、第1変速段から第2変速段へのアップシフトが行われる構成とすることができる。よって、上記のようにアップシフトが行われる際の回転電機(MG)の状態を第1条件に加えて第2条件を満たす状態とする構成においても、回転電機(MG)の回転速度(N_{mg})が高くなり過ぎる前にアップシフトが行われる構成とすることができる。

30

【0086】

上記のように、前記設定閾値(V_1)が前記車輪速上限値(V_{max})以下に設定される構成において、前記車両用駆動装置(1)が搭載された車両(4)の走行による振動が、前記トルク増加制御を行わない前記アップシフトにより生じる振動以上となるような前記車輪(W)の回転速度(V)に、前記設定閾値(V_1)が設定されていると好適である。

40

【0087】

この構成によれば、車輪(W)の回転速度(V)が設定閾値(V_1)に対して低速側から到達したことにより、トルク増加制御を行うことなくアップシフトを行う場合に、車輪伝達トルクの減少による車両挙動の変化を車両(4)の走行による振動に紛れさせることができる。よって、車輪(W)の回転速度(V)が設定閾値(V_1)に対して低速側から到達した場合には、トルク増加制御を行うことなくアップシフトを行う構成としても、当該アップシフトによる車両挙動の変化を、運転者等の車両(4)の乗員が感じ難くすることができる。

【0088】

50

上記の各構成の制御装置(3)において、前記トルク増加制御では、前記アップシフトの動作中、前記車輪伝達トルク(T_w)が要求されているトルク(T_r)に維持されるように前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を制御すると好適である。

【0089】

この構成によれば、トルク増加制御が行われている間、車輪伝達トルク(T_w)を要求されているトルク(T_r)に維持することができるため、車輪伝達トルク(T_w)が要求されているトルク(T_r)から変化することによる車両挙動の変化を小さく抑えることができる。

【0090】

上記のように、前記トルク増加制御では、前記アップシフトの動作中、前記車輪伝達トルク(T_w)が要求されているトルク(T_r)に維持されるように前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を制御する構成において、前記アップシフトの動作は、前記回転電機(MG)の回転速度(N_{mg})が前記第1変速段の状態に維持されたまま前記自動変速機(2)内の駆動力の伝達経路を前記第1変速段の状態から前記第2変速段の状態に移行させる期間であるトルク相(P_t)と、当該トルク相(P_t)の後、前記回転電機(MG)の回転速度(N_{mg})を前記第1変速段の状態から前記第2変速段の状態に移行させる期間であるイナーシャ相(P_i)とを含み、前記トルク増加制御は、前記トルク相(P_t)で実行され、前記トルク増加制御による増加後の前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})は、前記トルク相(P_t)の開始前の前記要求対応トルクを T 、前記第1変速段の変速比を G_1 、前記第2変速段の変速比を G_2 とした場合の、($T \times G_1 / G_2$)に応じたトルクであると好適である。

【0091】

この構成によれば、トルク増加制御による増加後の回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を、変速比の低下による車輪伝達トルク(T_w)の低下量(T_w)がゼロ或いはゼロに近い値となるように設定することができる。よって、上記のように、トルク増加制御では、車輪伝達トルク(T_w)が要求されているトルクに維持されるように回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を制御する構成を、適切に実現することができる。

【0092】

また、前記アップシフトを行うと判定した時点において、前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が前記判定トルク(T_1)を超えている状態であっても、前記回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を前記判定トルク(T_1)以下の目標トルク(T_2)まで次第に低下させるトルク低下制御を、前記トルク増加制御を開始する前に行った後に、前記アップシフトを行うと好適である。

【0093】

上記の構成では、アップシフトを行うと判定された時点において回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)よりも大きい場合には、トルク増加制御を開始する前にトルク低下制御が行われ、回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)以下の目標トルク(T_2)まで低下される。よって、アップシフトを行うと判定された時点において回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)以下である場合だけでなく、当該時点において回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)より大きい場合にも、トルク増加制御において、最大トルク(T_{max})の制限を受けることなく回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})を増加トルク分(T_{mg})増加させることができ、車両(4)の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えることができる。すなわち、アップシフトを行うと判定された時点において回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)を超えている状態であっても、トルク増加制御を開始する前にトルク低下制御を行った後に、アップシフトを行うことで、アップシフトを行う際に、変速比の低下による車輪伝達トルク(T_w)の減少を回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})の増加により適切に補うことができる。

なお、回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が判定トルク(T_1)よりも大きい場合に行われるトルク低下制御では、回転電機(MG)の出力トルク(T_{mg})が目標トルク

10

20

30

40

50

(T 2) まで次第に低下される。よって、トルク低下制御において回転電機 (M G) の出力トルク (T m g) が目標トルク (T 2) までステップ的に低下される場合に比べて、車両 (4) の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えつつ回転電機 (M G) の出力トルク (T m g) を目標トルク (T 2) まで低下させることができる。すなわち、アップシフトの動作中において、トルク増加制御の実行期間だけでなくトルク低下制御の実行期間においても、車両 (4) の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えることができる。

以上のように、上記の構成によれば、アップシフトを行うと判定された時点の回転電機 (M G) の動作点によらずに、アップシフトの動作中に車両 (4) の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えることが可能となる。

【 0 0 9 4 】

ここで、前記目標トルク (T 2) を、前記判定トルク (T 1) と同じトルクに設定すると好適である。

【 0 0 9 5 】

この構成によれば、目標トルク (T 2) が判定トルク (T 1) 未満のトルクに設定される場合に比べて、トルク低下制御での回転電機 (M G) の出力トルク (T m g) の低下量を小さく抑えることができる。よって、トルク低下制御の実行期間において車両挙動の変化を小さく抑えやすくなり、また、トルク低下制御を実行することによる、要求されているトルク (T r) に対する車輪伝達トルク (T w) の低下量を最小限に抑えることもできる。

【 0 0 9 6 】

或いは、前記アップシフトによる変速段の移行後に前記車輪対応回転速度で前記回転電機 (M G) が出力可能な最大トルク (T m a x) を T、前記第 1 変速段の変速比を G 1、前記第 2 変速段の変速比を G 2 とした場合の、 $(T \times G 2 / G 1)$ で表されるトルクを許容トルク (T 3) として、前記判定トルク (T 1) が前記許容トルク (T 3) より大きい場合には、前記目標トルク (T 2) を前記許容トルク (T 3) 以下に設定すると好適である。

【 0 0 9 7 】

この構成によれば、判定トルク (T 1) が許容トルク (T 3) より大きい状況において、目標トルク (T 2) を許容トルク (T 3) 以下に設定することで、トルク増加制御の開始時における車輪伝達トルク (T w) と同等のトルクを、変速段の移行後においても車輪 (W 1) に伝達することができる。よって、判定トルク (T 1) が許容トルク (T 3) より大きい状況においても、アップシフトの動作中における車輪伝達トルク (T r) の変化を小さく抑えて、車両 (4) の乗員が感じる車両挙動の変化を小さく抑えることができる。

【 0 0 9 8 】

上記の各構成の制御装置 (3) において、前記アップシフトの動作は、前記回転電機 (M G) の回転速度 (N m g) が前記第 1 変速段の状態に維持されたまま前記自動変速機 (2) 内の駆動力の伝達経路を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるトルク相 (P t) と、当該トルク相 (P t) の後、前記回転電機 (M G) の回転速度 (N m g) を前記第 1 変速段の状態から前記第 2 変速段の状態に移行させる期間であるイナーシャ相 (P i) とを含み、前記トルク増加制御は、前記トルク相 (P t) で実行され、前記トルク低下制御は、前記アップシフトを行うと判定してから前記トルク相 (P t) が開始するまでの期間で実行されると好適である。

【 0 0 9 9 】

この構成によれば、変速段を移行させるために係合される係合側係合装置がトルク容量を持ち始めるまでの期間のような、アップシフトを行うと判定してからトルク相 (P t) が開始するまでの期間を利用して、トルク低下制御を実行することができる。よって、トルク低下制御を実行することによる変速応答性の低下を抑制することができる。

【 0 1 0 0 】

また、前記トルク低下制御では、前記トルク低下制御の実行期間における始期 (P 1) と終期 (P 3) での前記回転電機 (M G) の出力トルク (T m g) の低下率を、前記実行期間における前記始期 (P 1) と前記終期 (P 3) との間の中間期 (P 2) での前記回転電機 (M G) の出力トルク (T m g) の低下率よりも小さくすると好適である。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

この構成によれば、トルク低下制御の実行期間の全域に亘って回転電機（MG）の出力トルク（ T_{mg} ）の低下率が一定とされる場合に比べて、トルク低下制御の実行に伴う回転電機（MG）の出力トルク（ T_{mg} ）の変化を滑らかにすることができる。従って、車両（4）の乗員が感じる車両挙動の変化をより小さく抑えることができる。

【 0 1 0 2 】

本開示に係る制御装置は、上述した各効果のうち、少なくとも1つを奏することができれば良い。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 3 】

1：車両用駆動装置

2：自動変速機

3：制御装置

4：車両

MG：回転電機

Nm_g：回転電機の回転速度P₁：始期P₂：中間期P₃：終期P_i：イナーシャ相P_t：トルク相T₁：判定トルクT₂：目標トルクT₃：許容トルクT_{max}：最大トルクT_{mg}：回転電機の出力トルクT_w：車輪伝達トルク

V：車輪速（車輪の回転速度）

V₁：設定閾値V_{max}：車輪速上限値W₁：第1車輪（車輪）T_{mg}：増加トルク分

10

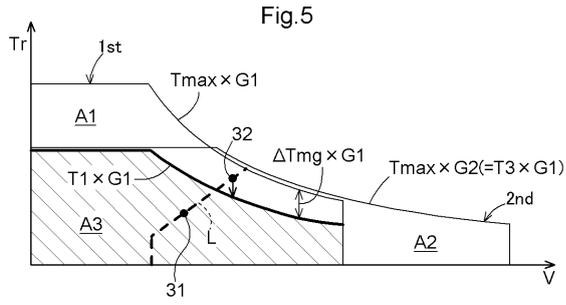
20

30

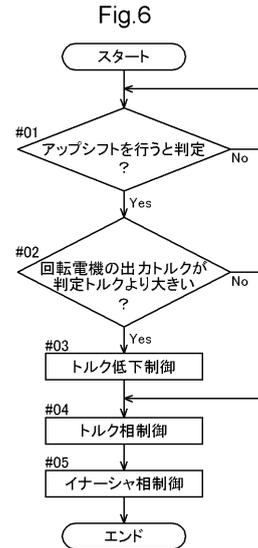
40

50

【 図 5 】

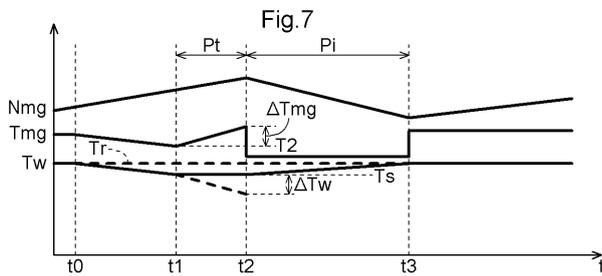


【 図 6 】

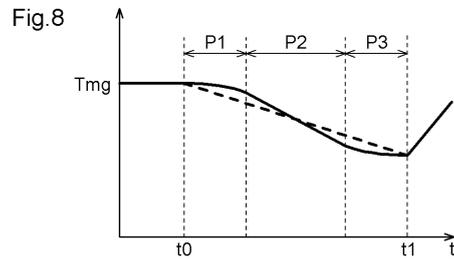


10

【 図 7 】

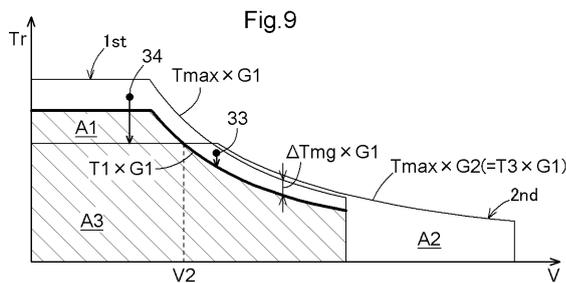


【 図 8 】



20

【 図 9 】



30

40

50

フロントページの続き

- 愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
(72)発明者 大坪 純一郎
愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
審査官 笹岡 友陽
(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 1 0 4 8 0 0 (W O , A 1)
米国特許第 0 6 1 6 4 4 0 0 (U S , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 L 1 5 / 2 0
F 1 6 H 6 1 / 0 2
F 1 6 H 6 3 / 5 0
F 1 6 H 6 1 / 6 8