

(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2019-19910  
(P2019-19910A)

(43) 公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 H 61/04 (2006.01)</b>	F 1 6 H 61/04 Z H V	3 D 2 0 2
<b>F 1 6 H 3/72 (2006.01)</b>	F 1 6 H 3/72 A	3 J 0 2 8
B 6 0 K 6/445 (2007.10)	B 6 0 K 6/445	3 J 5 5 2
B 6 0 K 6/547 (2007.10)	B 6 0 K 6/547	5 H 1 2 5
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 K	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-139520 (P2017-139520)  
(22) 出願日 平成29年7月18日 (2017.7.18)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 100085361  
弁理士 池田 治幸  
(74) 代理人 100147669  
弁理士 池田 光治郎  
(72) 発明者 磯部 一郎  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 日浅 康博  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3D202 AA03 EE09 FF07 FF12

最終頁に続く

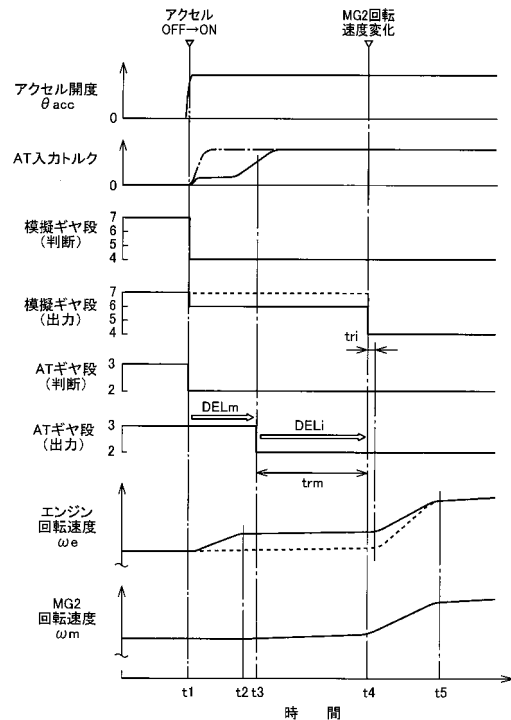
(54) 【発明の名称】 車両用自動変速機の変速制御装置

(57) 【要約】

【課題】電気式無段変速部および機械式有段変速部を有する車両用自動変速機において、機械式有段変速部の変速時に変速ショックなどで運転者に生じさせる違和感を抑制する。

【解決手段】模擬ギヤ段の変速制御がATギヤ段の変速制御と重なる同時変速時に、両者の変速が同期して行なわれるように模擬ギヤ段の変速指令出力が遅延させられるため(時間 $t_4$ )、変速応答時間 $t_{ri}$ 、 $t_{rm}$ の相違に拘らず両者の変速が同期して行なわれるようになり、変速ショック等により運転者に与える違和感が抑制されてドライバが向上する。また、模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、そのダウン変速指令の出力に先立って中間模擬ギヤ段へ分割して変速する変速指令が出力され(時間 $t_1$ )、中間模擬ギヤ段まで先行してダウン変速するため、エンジン回転速度 $\omega_e$ が速やかに上昇させられるようになり、応答性が向上してヘジテーションが抑制される。

【選択図】図12



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

差動用回転機のトルク制御で駆動源の回転速度を無段階に変速して中間伝達部材に伝達することができる電気式無段変速部と、

前記中間伝達部材と駆動輪との間に配設され、出力回転速度に対する該中間伝達部材の回転速度の変速比が異なる複数の A T ギヤ段を機械的に成立させることができる機械式有段変速部と、

を有する車両用自動変速機の変速制御装置において、

前記機械式有段変速部の出力回転速度に対する前記駆動源回転速度の変速比が異なる複数の模擬ギヤ段を成立させるように前記電気式無段変速部を制御する模擬有段変速制御部を有し、

且つ、該模擬有段変速制御部は、

前記模擬ギヤ段の変速制御が前記 A T ギヤ段の変速制御と重なる同時変速時に、変速応答時間の相違に拘らず両者の変速が同期して行なわれるように、該 A T ギヤ段の変速指令出力に対して該模擬ギヤ段の変速指令出力を遅延させる同期変速制御部と、

該同期変速制御部により前記模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、該ダウン変速指令出力に先立って、該ダウン変速指令の目標模擬ギヤ段と現在模擬ギヤ段との間の中間模擬ギヤ段へ分割して変速する変速指令を出力する分割変速部と、

を有することを特徴とする車両用自動変速機の変速制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は車両用自動変速機の変速制御装置に係り、特に、電気式無段変速部および機械式有段変速部を直列に備えている車両用自動変速機の変速制御装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

(a) 差動用回転機のトルク制御で駆動源の回転速度を無段階に変速して中間伝達部材に伝達することができる電気式無段変速部と、(b) 前記中間伝達部材と駆動輪との間に配設され、出力回転速度に対するその中間伝達部材の回転速度の変速比が異なる複数の A T ギヤ段を機械的に成立させることができる機械式有段変速部と、を有する車両用自動変速機が知られている。特許文献 1 に記載の装置はその一例であり、機械式有段変速部の変速時に、イナーシャ相における回転速度変化で変速ショックが発生することを抑制するため、駆動源回転速度を略一定に維持したまま電気式無段変速部を変速させることにより、機械式有段変速部のイナーシャ相を開始させる技術が記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 321392 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、このような変速制御装置においても変速ショックを完全に防止することは困難で、駆動源回転速度が略一定であることから、僅かなショックでも運転者に違和感を生じさせる可能性があった。

## 【0005】

本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、電気式無段変速部および機械式有段変速部を有する車両用自動変速機において、機械式有段変速部の変速時に変速ショックなどで運転者に生じさせる違和感を更に抑制することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

10

20

30

40

50

かかる目的を達成するために、本発明は、(a) 差動用回転機のトルク制御で駆動源の回転速度を無段階に変速して中間伝達部材に伝達することができる電気式無段変速部と、(b) 前記中間伝達部材と駆動輪との間に配設され、出力回転速度に対するその中間伝達部材の回転速度の変速比が異なる複数のATギヤ段を機械的に成立させることができる機械式有段変速部と、を有する車両用自動変速機の変速制御装置において、(c) 前記機械式有段変速部の出力回転速度に対する前記駆動源回転速度の変速比が異なる複数の模擬ギヤ段を成立させるように前記電気式無段変速部を制御する模擬有段変速制御部を有し、且つ、(d) その模擬有段変速制御部は、(d-1) 前記模擬ギヤ段の変速制御が前記ATギヤ段の変速制御と重なる同時変速時に、変速応答時間の相違に拘らず両者の変速が同期して行なわれるように、ATギヤ段の変速指令出力に対して模擬ギヤ段の変速指令出力を遅延させる同期変速制御部と、(d-2) その同期変速制御部により前記模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、そのダウン変速指令出力に先立って、ダウン変速指令の目標模擬ギヤ段と現在模擬ギヤ段との間の中間模擬ギヤ段へ分割して変速する変速指令を出力する分割変速部と、を有することを特徴とする。

10

**【0007】**

なお、模擬ギヤ段の変速およびATギヤ段の変速の同期とは、両者の変速時のイナーシャ相（変速比の変化に応じて入力側部材の回転速度が変化する時間帯）の少なくとも一部が重複（オーバーラップ）することである。また、変速応答時間は、変速指令出力からイナーシャ相開始までの遅れ時間である。

20

**【発明の効果】****【0008】**

このような車両用自動変速機の変速制御装置においては、機械式有段変速部の出力回転速度に対する駆動源回転速度の変速比が異なる複数の模擬ギヤ段が電気式無段変速部によって成立させられるため、その模擬ギヤ段の変速時に駆動源回転速度が段階的に変化させられるようになり、変速機全体として機械式有段変速機と同様の変速フィーリングが得られる。また、模擬ギヤ段の変速制御がATギヤ段の変速制御と重なる同時変速時に、両者の変速が同期して行なわれるように模擬ギヤ段の変速指令出力が遅延させられるため、変速応答時間の相違に拘らず両者の変速が同期して行なわれるようになり、変速ショック等により運転者に与える違和感が抑制されてドライビリティが向上する。すなわち、電気式無段変速部の変速応答時間は機械式有段変速部の変速応答時間よりも短いため、両者の変速指令が同時に出力されると、電気式無段変速部の変速に伴う駆動源の回転速度変化と、機械式有段変速部の変速に伴う中間伝達部材の回転速度変化とがずれて、運転者に違和感を生じさせる可能性がある。また、このように模擬ギヤ段の変速とATギヤ段の変速が同期して行なわれると、駆動源の回転速度変化を伴って機械式有段変速部の変速が行なわれるため、その機械式有段変速部の変速時に変速ショックがあっても運転者に違和感を与え難くなる。

30

**【0009】**

一方、このように同時変速時にATギヤ段の変速に同期して模擬ギヤ段の変速が行なわれるようにすると、例えばアクセルの踏込みに伴って自動的にダウン変速したり、或いは運転者のシフトレバーなどによる手動操作に従ってダウン変速したりする場合、実際にダウン変速して駆動源の回転速度変化（イナーシャ相）が開始するまでの所要時間が長くなるため、その応答遅れで運転者がヘジテーション（ちゅうちょ感）を感じる可能性がある。例えば、被駆動状態から駆動状態へ変化するチップイン加速時に、歯打ち音等の発生を抑制するために駆動源トルクの立上りになまし処理が行なわれ、そのトルクの立上りを待ってATギヤ段の変速指令が出力される場合や、油圧式摩擦係合装置によってATギヤ段の変速が行なわれる機械式有段変速部において作動油の粘性が高い低油温時等には、イナーシャ相等の実際の変速の開始が遅くなるため、それに伴って模擬ギヤ段の変速も遅くなると、ヘジテーションを一層強く感じるようになる。また、運転者の加速要求が大きい場合にも、ヘジテーションを感じ易くなる。これに対し、本発明では、同期変速制御部により模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、そのダウン変速指令出力に先立って中間模擬ギヤ

40

50

段へ分割して変速する変速指令を出力する分割変速部を備えており、中間模擬ギヤ段まで先行してダウン変速するため、駆動源回転速度が速やかに上昇させられるようになり、応答性が向上してヘジテーションが抑制される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明が適用される車両に備えられた車両用駆動装置の概略構成を説明する図であると共に、車両における各種制御のための制御機能および制御システムの要部を説明する図である。

【図2】図1の機械式有段変速部の複数のATギヤ段とそれを成立させる係合装置を説明する係合作動表である。

【図3】図1の電気式無段変速部および機械式有段変速部における各回転要素の回転速度の相対的関係を表す共線図である。

【図4】機械式有段変速部のクラッチC1、C2、およびブレーキB1、B2に関する油圧制御回路を説明する回路図である。

【図5】図1の電気式無段変速部を有段変速させる際の複数の模擬ギヤ段の一例を説明する図である。

【図6】複数のATギヤ段に複数の模擬ギヤ段を割り当てたギヤ段割当テーブルの一例を説明する図である。

【図7】AT2速ギヤ段の時に成立させられる模擬4速ギヤ段～模擬6速ギヤ段を共線図上に例示した図である。

【図8】複数の模擬ギヤ段の変速制御に用いられる模擬ギヤ段変速マップの一例を説明する図である。

【図9】図1の模擬有段変速制御部が備えている分割変速部および同期変速制御部の作動を具体的に説明するフローチャートである。

【図10】模擬7速ギヤ段から模擬4速ギヤ段へのダウン変速、およびAT3速ギヤ段からAT2速ギヤ段へのダウン変速を、共線図上に例示した図である。

【図11】模擬ギヤ段のアップ変速時およびダウン変速時の変速許可範囲をATギヤ段毎に例示した図である。

【図12】図9のフローチャートに従って模擬ギヤ段が7速から6速を経て4速へ分割してダウン変速された場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例である。

【図13】図9のフローチャートに従って模擬ギヤ段が7速から5速を経て4速へ分割してダウン変速された場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例である。

【図14】図9のフローチャートに従って模擬ギヤ段がATギヤ段の変速を待つことなく直ちに7速から4速へダウン変速された場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

駆動源としては、燃料の燃焼で動力を発生する内燃機関等のエンジンや電動モータなどが好適に用いられる。電気式無段変速部は、例えば遊星歯車装置等の差動機構を有して構成されるが、インナロータおよびアウトロータを有する対ロータ電動機を用いることも可能で、それ等のロータの何れか一方に駆動源が連結され、他方に中間伝達部材が連結される。対ロータ電動機は、モータジェネレータと同様に力行トルクおよび回生トルクを選択的に出力できるもので、差動用回転機としても機能する。駆動源や中間伝達部材は、必要に応じてクラッチや変速歯車等を介して上記差動機構等に連結される。中間伝達部材には、必要に応じて走行駆動用回転機が直接または変速歯車等を介して連結される。

【0012】

電気式無段変速部の差動機構としては、シングルピニオン型或いはダブルピニオン型の単一の遊星歯車装置が好適に用いられる。この遊星歯車装置はサンギヤ、キャリア、およ

10

20

30

40

50

びリングギヤの3つの回転要素を備えているが、それ等の回転速度を1本の直線で結ぶことができる共線図において、例えば中間に位置する回転速度が中間の回転要素（シングルピニオン型遊星歯車装置のキャリア、ダブルピニオン型遊星歯車装置のリングギヤ）に駆動源が連結され、両端の回転要素に差動用回転機および中間伝達部材が連結されるが、中間の回転要素に中間伝達部材を連結するようにしても良い。この3つの回転要素は、常に差動回転可能であっても良いが、任意の2つをクラッチにより一体的に連結できるようにして、運転状態に応じて一体回転させるようにしたり、差動用回転機が連結される回転要素をブレーキにより回転停止できるようにしたりして、差動回転を制限することも可能である。複数の遊星歯車装置を組み合わせた差動機構を採用することもできる。

#### 【0013】

回転機は回転電気機械のことで、具体的には電動モータ、発電機、或いはその両方の機能を択一的に用いることができるモータジェネレータである。差動用回転機として発電機を採用し、走行駆動用回転機として電動モータを採用することもできるが、種々の運転状態を想定した場合、差動用回転機、走行駆動用回転機の何れもモータジェネレータを用いることが望ましい。

#### 【0014】

機械式有段変速部としては、遊星歯車式や平行軸式の変速機が広く用いられており、例えば複数の油圧式摩擦係合装置が係合、解放されることによって複数のギヤ段（ATギヤ段）が成立させられるように構成される。複数のATギヤ段は前進ギヤ段が適当であるが、後進ギヤ段であっても良い。

#### 【0015】

複数の模擬ギヤ段は、それぞれの変速比を維持できるように出力回転速度に応じて駆動源回転速度を制御することによって成立させられるが、各変速比は必ずしも機械式有段変速部のATギヤ段のように一定値である必要はなく、所定範囲で変化させても良いし、各部の回転速度の上限や下限等によって制限が加えられても良い。複数の模擬ギヤ段は、予め定められた模擬ギヤ段変速条件に従って変速されるようにすることが望ましい。模擬ギヤ段変速条件は、例えば出力回転速度およびアクセル操作量等の車両の運転状態をパラメータとして予め定められたアップ変速線やダウン変速線等の変速マップが適当であるが、その他の自動変速条件を定めることもできるし、シフトレバーやアップダウンスイッチ等による運転者の変速要求に従って変速するものでも良い。分割変速部はダウン変速に関するものであるが、模擬有段変速制御部および同期変速制御部は、アップ変速およびダウン変速の両方に適用しても良いし、ダウン変速だけに適用しても良い。すなわち、ダウン変速については模擬有段変速を行い、アップ変速については無段変速を行なうようにしても良い。また、常に模擬有段変速が行なわれる必要はなく、スポーツ走行モード等の一定の条件下で模擬有段変速が行なわれるだけでも良い。分割変速部は、少なくともダウン変速時に中間模擬ギヤ段への分割変速を先行して行なうが、アップ変速時にも中間模擬ギヤ段への分割変速を先行して行なうようにしても良い。

#### 【0016】

複数の模擬ギヤ段の段数は複数のATギヤ段の段数以上が望ましく、例えば各ATギヤ段に対してそれぞれ1または複数の模擬ギヤ段を成立させるように割り当てられるとともに、複数のATギヤ段の変速条件は、模擬ギヤ段の変速タイミングと同じタイミングで変速が行なわれるように定められることが望ましい。このようにすれば、駆動源の回転速度変化を伴って機械式有段変速部の変速が行なわれるため、その機械式有段変速部の変速時に変速ショックがあっても運転者に違和感を与え難くなる。模擬ギヤ段の段数はATギヤ段の段数の2倍以上（例えば2倍～3倍程度）が適当である。ATギヤ段の変速は、中間伝達部材やその中間伝達部材に連結される走行駆動用回転機の回転速度が所定の回転速度範囲内に保持されるように行なうもので、模擬ギヤ段の変速は、駆動源回転速度が所定の回転速度範囲内に保持されるように行なうものであり、それ等の段数は適宜定められるが、一般的な車両の場合、ATギヤ段の段数は例えば2速～6速程度の範囲内が適当で、模擬ギヤ段の段数は例えば5速～12速程度の範囲内が適当である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

模擬ギヤ段の変速制御が A T ギヤ段の変速制御と重なる同時変速は、共通の変速条件（変速マップなど）に従って同時に変速判断が行なわれる場合の他、模擬ギヤ段の変速判断が為された時に既に A T ギヤ段の変速制御が実行中の場合であっても良い。模擬ギヤ段の変速および A T ギヤ段の変速が同期して行なわれるようにする同期変速制御は、両者の変速時のイナーシャ相（変速比の変化に応じて入力側部材の回転速度が変化する時間帯）の少なくとも一部が重複（オーバーラップ）するように、模擬ギヤ段の変速指令出力を遅延させる制御である。変速指令出力の遅延を解除するタイミング、すなわち変速指令を出力するタイミングは、例えば A T ギヤ段の変速指令出力後の経過時間が、両者の変速応答時間の差に応じて予め実験やシミュレーション等により定められた遅延時間に達したか否か

10

## 【 0 0 1 8 】

分割変速部は、例えば(a) 予め定められた分割条件に従って中間模擬ギヤ段への分割変速を行なうか否かを判断する分割変速判断部と、(b) アクセル開度（操作量）等の車両状態に応じて中間模擬ギヤ段を設定する中間模擬ギヤ段設定部と、(c) 模擬ギヤ段の変速判断以後の予め定められたタイミングで中間模擬ギヤ段への変速指令を出力する分割変速出力部と、を有して構成される。分割条件は、例えば運転者がヘジテーションを感じる可能性があるか否かを基準として定められ、具体的には被駆動状態から駆動状態へ変化するチップイン加速時や、油圧式摩擦係合装置の係合解放動作が遅くなる作動油の低油温時、或いは運転者の加速要求が大きいと判断できるアクセル開度変化量が所定値以上の場合、などである。中間模擬ギヤ段設定部は、例えば運転者の出力要求量に対応するアクセル開度に応じて最適な中間模擬ギヤ段を設定するように構成されるが、低油温時やバッテリー制限時、差動用回転機の出力制限時など変速制御の制御性が悪くて変速ショックを発生し易い場合には、変速ショックが抑制されるように設定可能な中間模擬ギヤ段の範囲を制限しても良い。この中間模擬ギヤ段の制限は、例えば A T ギヤ段との関係で定められる。分割変速出力部による中間模擬ギヤ段への変速指令の出力タイミングは、例えば模擬ギヤ段の変速判断が為された直後が適当であるが、目標模擬ギヤ段への変速指令出力前であれば変速判断後の経過時間等によって適当に定めることができる。

20

30

## 【 0 0 1 9 】

分割変速部は、上記のように予め定められた一定の条件下で中間模擬ギヤ段への分割変速を実行するだけでも良いが、A T ギヤ段との同時ダウン変速時に模擬ギヤ段の飛び変速を行なう場合には、常に分割変速部により中間模擬ギヤ段を経て目標模擬ギヤ段へ変速しても良い。中間模擬ギヤ段は、アクセル開度等の車両状態に応じて設定することが望ましいが、例えば目標模擬ギヤ段の1つ上の模擬ギヤ段や現在模擬ギヤ段の一つ下の模擬ギヤ段など、予め一定の模擬ギヤ段が定められても良い。分割変速部による中間模擬ギヤ段の数は1つでも良いが、3段階以上に分割して段階的にダウン変速するように複数設定しても良い。

## 【 実施例 】

40

## 【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施例を、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、車両10に備えられた車両用駆動装置12の概略構成を説明する図であると共に、車両10における各種制御のための制御システムの要部を説明する図である。図1において、車両用駆動装置12は、エンジン14と、車体に取り付けられる非回転部材としてのトランスミッションケース16（以下、ケース16という）内において共通の軸心上に配設された、エンジン14に直接或いは図示しないダンパーなどを介して間接的に連結された電気式無段変速部18と、電気式無段変速部18の出力側に連結された機械式有段変速部20とを直列に備えている。また、車両用駆動装置12は、機械式有段変速部20の出力回転部材である出力軸22、その出力軸22に連結された差動歯車装置24、差動歯車

50

装置 24 に連結された一対の車軸 26、および車輪 28等を備えている。車両用駆動装置 12において、エンジン 14や第2回転機 MG 2から出力される動力（特に区別しない場合にはトルクや力も同義）は、機械式有段変速部 20へ伝達され、その機械式有段変速部 20から差動歯車装置 24等を介して駆動輪 28へ伝達される。車両用駆動装置 12は、例えば車両 10において縦置きされる FR（フロントエンジン・リアドライブ）型車両に好適に用いられるものである。なお、電気式無段変速部 18や機械式有段変速部 20等はエンジン 14などの回転軸心（上記共通の軸心）に対して略対称的に構成されており、図 1ではその回転軸心の下半分が省略されている。

#### 【0021】

エンジン 14は、車両 10の走行用の駆動源であり、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の公知の内燃機関である。このエンジン 14は、電子制御装置 80によってスロットル弁開度或いは吸入空気量、燃料供給量、点火時期等の運転状態が制御されることによりエンジントルク  $T_e$  が制御される。本実施例では、エンジン 14は、トルクコンバータやフルードカップリング等の流体式伝動装置を介することなく電気式無段変速部 18に連結されている。

#### 【0022】

電気式無段変速部 18は、第1回転機 MG 1と、エンジン 14の動力を第1回転機 MG 1、および電気式無段変速部 18の出力回転部材である中間伝達部材 30に機械的に分割する動力分割機構としての差動機構 32と、中間伝達部材 30に動力伝達可能に連結された第2回転機 MG 2とを備えている。電気式無段変速部 18は、第1回転機 MG 1の運転状態が制御されることにより差動機構 32の差動状態が制御される電気式差動部であり、電気式無段変速機である。第1回転機 MG 1は差動用回転機に相当し、また、第2回転機 MG 2は、走行用の駆動源として機能する電動機であって、走行駆動用回転機に相当する。車両 10は、走行用の駆動源として、エンジン 14および第2回転機 MG 2を備えているハイブリッド車両である。

#### 【0023】

第1回転機 MG 1および第2回転機 MG 2は、電動機（モータ）としての機能および発電機（ジェネレータ）としての機能を有する回転電気機械であって、所謂モータジェネレータである。第1回転機 MG 1および第2回転機 MG 2は、各々、車両 10に備えられたインバータ 50を介して、車両 10に備えられたバッテリー 52に接続されており、電子制御装置 80によってインバータ 50が制御されることにより、第1回転機 MG 1および第2回転機 MG 2の各々の出力トルク（力行トルクまたは回生トルク）である MG 1トルク  $T_g$  および MG 2トルク  $T_m$  が制御される。バッテリー 52は、第1回転機 MG 1および第2回転機 MG 2の各々に対して電力を授受する蓄電装置である。

#### 【0024】

差動機構 32は、シングルピニオン型の遊星歯車装置にて構成されており、サンギヤ S0、キャリア CA0、およびリングギヤ R0の3つの回転要素を差動回転可能に備えている。キャリア CA0には連結軸 34を介してエンジン 14が動力伝達可能に連結され、サンギヤ S0には第1回転機 MG 1が動力伝達可能に連結され、リングギヤ R0には第2回転機 MG 2が動力伝達可能に連結されている。差動機構 32において、キャリア CA0は入力要素として機能し、サンギヤ S0は反力要素として機能し、リングギヤ R0は出力要素として機能する。

#### 【0025】

機械式有段変速部 20は、中間伝達部材 30と駆動輪 28との間の動力伝達経路の一部を構成する有段変速機である。中間伝達部材 30は、機械式有段変速部 20の入力回転部材（AT入力回転部材）としても機能する。中間伝達部材 30には第2回転機 MG 2が一体回転するように連結されているので、機械式有段変速部 20は、第2回転機 MG 2と駆動輪 28との間の動力伝達経路の一部を構成する有段変速機である。機械式有段変速部 20は、例えば第1遊星歯車装置 36および第2遊星歯車装置 38の複数組の遊星歯車装置と、クラッチ C1、クラッチ C2、ブレーキ B1、ブレーキ B2の複数の係合装置（以下

10

20

30

40

50

、特に区別しない場合は単に係合装置 C B という) とを備えている、公知の遊星歯車式の自動変速機である。

【 0 0 2 6 】

係合装置 C B は、油圧アクチュエータにより押圧される多板式或いは単板式のクラッチやブレーキ、油圧アクチュエータによって引き締められるバンドブレーキなどにより構成される、油圧式の摩擦係合装置である。係合装置 C B は、車両 1 0 に備えられた油圧制御回路 5 4 内のリニアソレノイドバルブ S L 1 ~ S L 4 ( 図 4 参照 ) から各々出力される調圧された各係合油圧 P c b によりそれぞれのトルク容量 ( 係合トルク ) T c b が変化させられることで、それぞれ作動状態 ( 係合や解放などの状態 ) が切り換えられる。

【 0 0 2 7 】

機械式有段変速部 2 0 は、第 1 遊星歯車装置 3 6 および第 2 遊星歯車装置 3 8 の各回転要素 ( サンギヤ S 1、S 2、キャリア C A 1、C A 2、リングギヤ R 1、R 2 ) が、直接的に或いは係合装置 C B やワンウェイクラッチ F 1 を介して間接的 ( 或いは選択的 ) に、一部が互いに連結されたり、中間伝達部材 3 0、ケース 1 6、或いは出力軸 2 2 に連結されている。

【 0 0 2 8 】

機械式有段変速部 2 0 は、係合装置 C B のうちの所定の係合装置の係合によって、変速比  $a_t (= A T \text{ 入力回転速度 } i / \text{出力回転速度 } o )$  が異なる複数のギヤ段のうち何れかのギヤ段が形成される。本実施例では、機械式有段変速部 2 0 にて形成されるギヤ段を A T ギヤ段と称する。A T 入力回転速度  $i$  は、機械式有段変速部 2 0 の入力回転部材の回転速度 ( 角速度 ) であって、中間伝達部材 3 0 の回転速度と同値であり、また、第 2 回転機 M G 2 の回転速度である M G 2 回転速度  $m$  と同値である。A T 入力回転速度  $i$  は、M G 2 回転速度  $m$  で表すことができる。出力回転速度  $o$  は、機械式有段変速部 2 0 の出力回転速度である出力軸 2 2 の回転速度であって、電気式無段変速部 1 8 と機械式有段変速部 2 0 とを合わせた全体の車両用自動変速機 4 0 の出力回転速度でもある。

【 0 0 2 9 】

機械式有段変速部 2 0 は、図 2 の係合作動表に示すように、複数の A T ギヤ段として、A T 1 速ギヤ段 ( 1 s t ) ~ A T 4 速ギヤ段 ( 4 t h ) の 4 速の前進用の A T ギヤ段が形成される。A T 1 速ギヤ段の変速比  $a_t$  が最も大きく、高車速側、すなわちハイ側の A T 4 速ギヤ段側程、変速比  $a_t$  が小さくなる。図 2 の係合作動表は、各 A T ギヤ段と係合装置 C B の各作動状態との関係をまとめたものであり、「 $\square$ 」は係合、「 $\square$ 」はエンジンブレーキ時や機械式有段変速部 2 0 のコストダウン変速時に係合、空欄は解放をそれぞれ表している。A T 1 速ギヤ段を形成するブレーキ B 2 には並列にワンウェイクラッチ F 1 が設けられているので、発進時や加速時にはブレーキ B 2 を係合させる必要は無い。なお、係合装置 C B が何れも解放されることにより、機械式有段変速部 2 0 は、動力伝達を遮断するニュートラル状態とされる。

【 0 0 3 0 】

機械式有段変速部 2 0 は、電子制御装置 8 0 によって、運転者のアクセル操作や車速 V 等に応じて係合装置 C B のうちの解放側係合装置の解放と係合装置 C B のうちの係合側係合装置の係合とが制御される、所謂クラッチツウクラッチ変速により、形成される A T ギヤ段が切り換えられる。すなわち複数の A T ギヤ段の何れかが選択的に形成される。例えば、A T 3 速ギヤ段「 3 r d 」から A T 2 速ギヤ段「 2 n d 」へのダウン変速 ( 3 → 2 ダウン変速 ) では、図 2 の係合作動表に示すように、解放側係合装置となるクラッチ C 2 が解放されると共に、A T 2 速ギヤ段「 2 n d 」にて係合させられる係合装置 ( クラッチ C 1 およびブレーキ B 1 ) のうちで 3 → 2 ダウン変速前には解放されていた係合側係合装置となるブレーキ B 1 が係合させられる。この際、クラッチ C 2 の解放過渡油圧やブレーキ B 1 の係合過渡油圧が予め定められた変化パターンなどに従って調圧制御される。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、上記係合装置 C B を係合解放制御するリニアソレノイドバルブ S L 1 ~ S L 4 を含む油圧制御回路 5 4 の要部を示す回路図である。油圧制御回路 5 4 は、エンジン 1 4

10

20

30

40

50

によって回転駆動される機械式オイルポンプ100、およびエンジン非作動時にポンプ用電動機102によって回転駆動される電動式オイルポンプ104を、係合装置CBの油圧源として備えている。これ等のオイルポンプ100、104から出力された作動油は、それぞれ逆止弁106、108を介してライン圧油路110に供給され、プライマリレギュレータバルブ等のライン圧コントロールバルブ112により所定のライン圧PLに調圧される。ライン圧コントロールバルブ112にはリニアソレノイドバルブSLTが接続されており、リニアソレノイドバルブSLTは、電子制御装置80によって電氣的に制御されることにより、略一定圧であるモジュレータ油圧Pmoを元圧として信号圧Psitを出力する。そして、その信号圧Psitがライン圧コントロールバルブ112に供給されると、ライン圧コントロールバルブ112のスプール114が信号圧Psitによって付勢され、排出用流路116の開口面積を変化させつつスプール114が軸方向へ移動させられることにより、その信号圧Psitに応じてライン圧PLが調圧される。ライン圧PLは、例えば出力要求量であるアクセル開度acc等に応じて調圧される。上記リニアソレノイドバルブSLTはライン圧調整用の電磁調圧弁で、ライン圧コントロールバルブ112は、リニアソレノイドバルブSLTから供給される信号圧Psitに応じてライン圧PLを調圧する油圧制御弁である。これ等のライン圧コントロールバルブ112およびリニアソレノイドバルブSLTを含んでライン圧調整装置118が構成されている。

#### 【0032】

ライン圧調整装置118によって調圧されたライン圧PLの作動油は、ライン圧油路110を介してリニアソレノイドバルブSL1～SL4等に供給される。リニアソレノイドバルブSL1～SL4は、前記クラッチC1、C2、ブレーキB1、B2の各油圧アクチュエータ（油圧シリンダ）120、122、124、126に対応して配置されており、電子制御装置80から供給される油圧制御指令信号Satに従ってそれぞれ出力油圧（係合油圧Pcb）が制御されることにより、クラッチC1、C2、ブレーキB1、B2が個別に係合解放制御され、前記AT1速ギヤ段～AT4速ギヤ段の何れかのATギヤ段が形成される。これ等のリニアソレノイドバルブSL1～SL4は、電子制御装置80から供給される油圧制御指令信号Satに従ってクラッチC1、C2、ブレーキB1、B2を選択的に係合させるソレノイドバルブである。

#### 【0033】

図3は、電気式無段変速部18および機械式有段変速部20における各回転要素の回転速度の相対的関係を表す共線図である。図3において、電気式無段変速部18を構成する差動機構32の3つの回転要素に対応する3本の縦線Y1、Y2、Y3は、左側から順に第2回転要素RE2に相当するサンギヤS0の回転速度（MG1回転速度g）を表すg軸であり、第1回転要素RE1に相当するキャリアCA0の回転速度（エンジン回転速度e）を表すe軸であり、第3回転要素RE3に相当するリングギヤR0の回転速度（MG2回転速度m、AT入力回転速度i）を表すm軸である。また、機械式有段変速部20の4本の縦線Y4、Y5、Y6、Y7は、左から順に、第4回転要素RE4に相当するサンギヤS2の回転速度、第5回転要素RE5に相当する相互に連結されたリングギヤR1およびキャリアCA2の回転速度（出力回転速度o）、第6回転要素RE6に相当する相互に連結されたキャリアCA1およびリングギヤR2の回転速度、第7回転要素RE7に相当するサンギヤS1の回転速度、をそれぞれ表す軸である。縦線Y1、Y2、Y3の相互の間隔は、差動機構32のギヤ比（歯数比）0に応じて定められる。また、縦線Y4、Y5、Y6、Y7の相互の間隔は、第1、第2遊星歯車装置36、38の各ギヤ比1、2に応じて定められる。

#### 【0034】

図3の共線図を用いて表現すれば、電気式無段変速部18の差動機構32において、第1回転要素RE1にエンジン14（図中の「ENG」参照）が連結され、第2回転要素RE2に第1回転機MG1（図中の「MG1」参照）が連結され、中間伝達部材30と一体回転する第3回転要素RE3に第2回転機MG2（図中の「MG2」参照）が連結されて、エンジン14の回転が中間伝達部材30を介して機械式有段変速部20へ伝達されるよ

うに構成されている。電気式無段変速部 18 では、縦線 Y2 を横切る各直線 L0、L0R により、サンギヤ S0、キャリア CA0、およびリングギヤ R0 の相互の回転速度の関係が示される。

#### 【0035】

また、機械式有段変速部 20 において、第 4 回転要素 RE4 はクラッチ C1 を介して中間伝達部材 30 に選択的に連結され、第 5 回転要素 RE5 は出力軸 22 に連結され、第 6 回転要素 RE6 はクラッチ C2 を介して中間伝達部材 30 に選択的に連結されると共にブレーキ B2 を介してケース 16 に選択的に連結され、第 7 回転要素 RE7 はブレーキ B1 を介してケース 16 に選択的に連結されるようになっている。機械式有段変速部 20 では、係合装置 CB の係合解放制御によって縦線 Y5 を横切る各直線 L1、L2、L3、L4、LR により、各 AT ギヤ段「1st」、「2nd」、「3rd」、「4th」、「Rev」における各回転要素 RE4 ~ RE7 の相互の回転速度の関係が示される。Rev は後進ギヤ段で、クラッチ C1 およびブレーキ B2 を係合した AT1 速ギヤ段「1st」と同じであり、入力要素である第 4 回転要素 RE4 が逆回転方向へ回転駆動されることによって成立させられる。

#### 【0036】

図 3 中に実線で示す、直線 L0 および直線 L1、L2、L3、L4 は、少なくともエンジン 14 を駆動源として走行するエンジン走行が可能なハイブリッド走行モードでの前進走行における各回転要素の相対回転速度を示している。このハイブリッド走行モードでは、差動機構 32 において、キャリア CA0 に入力されるエンジントルク  $T_e$  に対して、第 1 回転機 MG1 による負トルク（回生トルク）である反力トルク  $T_g$  が正回転にてサンギヤ S0 に入力されると、リングギヤ R0 には正回転にて正トルクとなるエンジン直達トルク  $T_d$  [  $= T_e / (1 + 0) = - (1 / 0) \times T_g$  ] が現れる。そして、アクセル開度 acc 等の要求駆動力に応じて、エンジン直達トルク  $T_d$  と MG2 トルク  $T_m$  との合算トルクが車両 10 の前進方向の駆動トルクとして、AT1 速ギヤ段 ~ AT4 速ギヤ段のうちの何れかの AT ギヤ段が形成された機械式有段変速部 20 を介して駆動輪 28 へ伝達される。このとき、第 1 回転機 MG1 は正回転にて負トルクを発生する発電機として機能する。第 1 回転機 MG1 の発電電力  $W_g$  は、バッテリー 52 に充電されたり、第 2 回転機 MG2 にて消費される。第 2 回転機 MG2 は、発電電力  $W_g$  の全部または一部を用いて、或いは発電電力  $W_g$  に加えてバッテリー 52 からの電力を用いて、MG2 トルク  $T_m$  を出力する。

#### 【0037】

図 3 に図示はしていないが、エンジン 14 を停止させると共に第 2 回転機 MG2 を駆動源として走行するモータ走行が可能なモータ走行モードでの共線図では、差動機構 32 において、キャリア CA0 はゼロ回転とされ、リングギヤ R0 には正回転にて正トルクとなる MG2 トルク  $T_m$  が入力される。このとき、サンギヤ S0 に連結された第 1 回転機 MG1 は、無負荷状態とされて負回転にて空転させられる。つまり、モータ走行モードでは、エンジン 14 は駆動されず、エンジン 14 の回転速度であるエンジン回転速度  $e$  はゼロとされ、MG2 トルク  $T_m$ （ここでは正回転の力行トルク）が車両 10 の前進方向の駆動トルクとして、AT1 速ギヤ段「1st」~ AT4 速ギヤ段「4th」のうちの何れかの AT ギヤ段が形成された機械式有段変速部 20 を介して駆動輪 28 へ伝達される。

#### 【0038】

図 3 中に破線で示す、直線 L0R および直線 LR は、モータ走行モードでの後進走行における各回転要素の相対回転速度を示している。このモータ走行モードでの後進走行では、リングギヤ R0 には負回転にて負トルクとなる MG2 トルク  $T_m$  が入力され、その MG2 トルク  $T_m$  が車両 10 の後進方向の駆動トルクとして、AT1 速ギヤ段が形成された機械式有段変速部 20 を介して駆動輪 28 へ伝達される。電子制御装置 80 は、AT1 速ギヤ段「1st」~ AT4 速ギヤ段「4th」のうちの前進用の低車速側（ロー側）ギヤ段としての AT1 速ギヤ段「1st」を形成した状態で、前進用の電動機トルクである前進用の MG2 トルク  $T_m$ （ここでは正回転の正トルクとなる力行トルク；特には MG2 トル

10

20

30

40

50

ク $T_mF$ と表す)とは正負が反対となる後進用の電動機トルクである後進用のMG2トルク $T_m$ (ここでは負回転の負トルクとなる力行トルク;特にMG2トルク $T_mR$ と表す)を第2回転機MG2から出力させることで後進走行を行うことができる。このように、本実施例の車両10では、前進用のATギヤ段(つまり前進走行を行うときと同じATギヤ段)を用いて、MG2トルク $T_m$ の正負を反転させることで後進走行を行う。機械式有段変速部20では、機械式有段変速部20内で入力回転を反転して出力する、後進走行専用のATギヤ段は形成されない。なお、ハイブリッド走行モードにおいても、エンジン14を正回転方向へ回転させたまま、直線LORのように第2回転機MG2を負回転とすることが可能であるので、モータ走行モードと同様に後進走行を行うことが可能である。

#### 【0039】

車両用駆動装置12では、エンジン14が動力伝達可能に連結された第1回転要素RE1としてのキャリアCA0と、第1回転機MG1が動力伝達可能に連結された第2回転要素RE2としてのサンギヤS0と、第2回転機MG2が動力伝達可能に連結された第3回転要素RE3としてのリングギヤR0と、の3つの回転要素を有する差動機構32を備えて、第1回転機MG1の運転状態が制御されることにより差動機構32の差動状態が制御される電気式無段変速部18が構成される。つまり、エンジン14が動力伝達可能に連結された差動機構32と、その差動機構32に動力伝達可能に連結された第1回転機MG1とを有して、第1回転機MG1の運転状態が制御されることにより、差動機構32の差動状態が制御される電気式無段変速部18が構成される。電気式無段変速部18は、中間伝達部材30の回転速度であるMG2回転速度 $m$ に対する連結軸34の回転速度(すなわちエンジン回転速度 $e$ )の変速比 $0(=e/m)$ が無段階(連続的)で変化させられる電気的な無段変速機として作動させられる。

#### 【0040】

例えば、ハイブリッド走行モードにおいては、機械式有段変速部20にて所定のATギヤ段が形成されることで駆動輪28の回転に拘束されるリングギヤR0の回転速度に対して、第1回転機MG1の回転速度を制御することによってサンギヤS0の回転速度が上昇或いは下降させられると、キャリアCA0の回転速度(すなわちエンジン回転速度 $e$ )が上昇或いは下降させられる。従って、エンジン14を駆動源として走行するエンジン走行では、エンジン14を効率の良い運転点にて作動させることが可能である。つまり、所定のATギヤ段が形成された機械式有段変速部20と無段変速機として作動させられる電気式無段変速部18とで、車両用自動変速機40が全体として無段変速機を構成することができる。

#### 【0041】

また、電気式無段変速部18を有段変速機のように変速させることも可能であるので、ATギヤ段が形成される機械式有段変速部20と有段変速機のように変速させる電気式無段変速部18とで、車両用自動変速機40全体として有段変速機のように変速させることができる。つまり、車両用自動変速機40において、出力回転速度 $o$ に対するエンジン回転速度 $e$ の変速比 $t(=e/o)$ が異なる複数のギヤ段(模擬ギヤ段と称する)の何れかを選択的に成立させるように、機械式有段変速部20と電気式無段変速部18とを協調制御することが可能である。変速比 $t$ は、直列に配置された、電気式無段変速部18と機械式有段変速部20とで形成されるトータル変速比であって、電気式無段変速部18の変速比 $0$ と機械式有段変速部20の変速比 $at$ とを乗算した値( $t=0 \times at$ )となる。

#### 【0042】

複数の模擬ギヤ段は、例えば図5に示すように、それぞれの変速比 $t$ を維持できるように出力回転速度 $o$ に応じて第1回転機MG1によりエンジン回転速度 $e$ を制御することによって成立させることができる。各模擬ギヤ段の変速比 $t$ は必ずしも一定値(図5において原点0を通る直線)である必要はなく、所定範囲で変化させても良いし、各部の回転速度の上限や下限等によって制限が加えられても良い。図5は、複数の模擬ギヤ段として模擬1速ギヤ段~模擬10速ギヤ段を有する10段変速が可能である場合である。この

10

20

30

40

50

図5から明らかなように、複数の模擬ギヤ段は、出力回転速度  $\omega$  に応じてエンジン回転速度  $e$  を制御するだけで良く、機械式有段変速部20のATギヤ段の種類とは関係無く所定の模擬ギヤ段を成立させることができる。

#### 【0043】

模擬ギヤ段は、例えば機械式有段変速部20の各ATギヤ段と1または複数種類の電気式無段変速部18の変速比  $t$  との組合せによって、機械式有段変速部20の各ATギヤ段に対してそれぞれ1または複数種類を成立させるように割り当てられる。図6は、ギヤ段割当(ギヤ段割付)テーブルの一例であり、AT1速ギヤ段に対して模擬1速ギヤ段～模擬3速ギヤ段が成立させられ、AT2速ギヤ段に対して模擬4速ギヤ段～模擬6速ギヤ段が成立させられ、AT3速ギヤ段に対して模擬7速ギヤ段～模擬9速ギヤ段が成立させられ、AT4速ギヤ段に対して模擬10速ギヤ段が成立させられるように予め定められている。図7は、図3と同じ共線図上において機械式有段変速部20のATギヤ段がAT2速ギヤ段の時に、模擬4速ギヤ段～模擬6速ギヤが成立させられる場合を例示したものであり、出力回転速度  $\omega$  に対して所定の變速比  $t$  を実現するエンジン回転速度  $e$  となるように電気式無段変速部18が制御されることによって、各模擬ギヤ段が成立させられる。

10

#### 【0044】

図1に戻って、車両10は、エンジン14、電気式無段変速部18、および機械式有段変速部20などの制御を行うコントローラとして機能する電子制御装置80を備えている。図1は、電子制御装置80の入出力系統を示す図であり、また、電子制御装置80による制御機能の要部を説明する機能ブロック線図である。電子制御装置80は、例えばCPU、RAM、ROM、入出力インターフェース等を備えた所謂マイクロコンピュータを含んで構成されており、CPUはRAMの一時記憶機能を利用しつつ予めROMに記憶されたプログラムに従って信号処理を行うことにより、車両10の各種制御を実行する。電子制御装置80は変速制御装置に相当し、必要に応じてエンジン制御用やハイブリッド制御用等と分けて構成される。

20

#### 【0045】

電子制御装置80には、車両10に備えられたエンジン回転速度センサ60、MG1回転速度センサ62、MG2回転速度センサ64、出力回転速度センサ66、アクセル開度センサ68、スロットル弁開度センサ70、油温センサ72、シフトポジションセンサ74、バッテリーセンサ76などから、エンジン回転速度  $e$ 、第1回転機MG1の回転速度であるMG1回転速度  $g$ 、AT入力回転速度  $i$  であるMG2回転速度  $m$ 、車速  $V$  に対応する出力回転速度  $\omega$ 、運転者の加速要求量(すなわちアクセルペダルの操作量)であるアクセル開度  $acc$ 、電子スロットル弁の開度であるスロットル弁開度  $th$ 、油圧制御回路54の作動油温度  $t_{oil}$ 、車両10に備えられたシフト操作部材としてのシフトレバー56の操作位置(操作ポジション)  $POSh$ 、バッテリー52のバッテリー温度  $T_{Hbat}$  やバッテリー充放電電流  $I_{bat}$ 、バッテリー電圧  $V_{bat}$  など、制御に必要な各種の情報が供給される。また、電子制御装置80からは、車両10に備えられたスロットルアクチュエータや燃料噴射装置、点火装置等のエンジン制御装置58、インバータ50、油圧制御回路54などに、エンジン14を制御するためのエンジン制御指令信号  $Se$ 、第1回転機MG1および第2回転機MG2を制御するための回転機制御指令信号  $S_{mg}$ 、ポンプ用電動機102および係合装置CBの作動状態を制御するための(すなわち機械式有段変速部20の変速を制御するための)油圧制御指令信号  $S_{at}$  などが、それぞれ出力される。油圧制御指令信号  $S_{at}$  は、例えば係合装置CBの各々の油圧アクチュエータ120～126へ供給される各係合油圧  $P_{cb}$  を調圧する各リニアソレノイドバルブ  $SL1 \sim SL4$  を駆動するための指令信号(駆動電流)である。

30

40

#### 【0046】

シフトレバー56の操作ポジション  $POSh$  は、例えばP、R、N、D、S操作ポジションである。P操作ポジションは、係合装置CBの何れもの解放によって機械式有段変速部20が動力伝達不能なニュートラル状態とされ且つ機械的に出力軸22の回転が阻止(

50

ロック)されるP(パーキング)レンジを選択する操作ポジションである。R操作ポジションは、機械式有段変速部20のAT1速ギヤ段が形成された状態で後進用のMG2トルク $T_{mR}$ により車両10の後進走行を可能とするR(リバース)レンジを選択する操作ポジションである。N操作ポジションは、車両用自動変速機40がニュートラル状態とされるN(ニュートラル)レンジを選択する操作ポジションである。D操作ポジションは、機械式有段変速部20のAT1速ギヤ段~AT4速ギヤ段の変速を伴って模擬1速ギヤ段~模擬10速ギヤ段の総ての模擬ギヤ段を用いて自動変速制御を実行し、或いは電気式無段変速部18を無段階で変速する無段変速制御を実行して、前進走行を可能とするD(ドライブ)レンジを選択する操作ポジションである。S操作ポジションは、D操作ポジションに隣接して設けられており、Dレンジが選択された状態でシフトレバー56がS操作ポジションへ操作されると、アップダウンスイッチやレバー等の手動操作(マニュアル操作)で機械式有段変速部20のAT1速ギヤ段~AT4速ギヤ段の変速を伴って模擬1速ギヤ段~模擬10速ギヤ段の総ての模擬ギヤ段を任意に選択することが可能なS(シーケンシャル)モードを選択することができる。シフトレバー56は、人為的に操作されることで複数のレンジへ切り換えることができるレンジ切替操作部材に相当し、本実施例ではSモードを選択するSモード選択スイッチを兼ねている。

#### 【0047】

電子制御装置80は、例えばバッテリー充放電電流 $I_{bat}$ およびバッテリー電圧 $V_{bat}$ などに基づいてバッテリー52の蓄電残量(充電状態)SOCを算出する。また、電子制御装置80は、例えばバッテリー温度 $T_{Hbat}$ およびバッテリー52の蓄電残量SOCに基づいて、バッテリー52の入力電力の制限を規定する充電可能電力(入力可能電力) $W_{in}$ 、およびバッテリー52の出力電力の制限を規定する放電可能電力(出力可能電力) $W_{out}$ を算出する。充放電可能電力 $W_{in}$ 、 $W_{out}$ は、例えばバッテリー温度 $T_{Hbat}$ が常用域より低い低温域ではバッテリー温度 $T_{Hbat}$ が低い程低くされ、また、バッテリー温度 $T_{Hbat}$ が常用域より高い高温域ではバッテリー温度 $T_{Hbat}$ が高い程低くされる。また、充電可能電力 $W_{in}$ は、例えば蓄電残量SOCが大きな領域では蓄電残量SOCが大きい程小さくされる。放電可能電力 $W_{out}$ は、例えば蓄電残量SOCが小さな領域では蓄電残量SOCが小さい程小さくされる。

#### 【0048】

電子制御装置80は、車両10における各種制御を実行するために、ハイブリッド制御部82、無段変速制御部84、AT変速制御部86、および模擬有段変速制御部88を機能的に備えている。

#### 【0049】

ハイブリッド制御部82は、エンジン14の作動を制御するエンジン制御部としての機能と、インバータ50を介して第1回転機MG1および第2回転機MG2の作動を制御する回転機制御部としての機能を備えており、それら制御機能によりエンジン14、第1回転機MG1、および第2回転機MG2によるハイブリッド駆動制御等を実行する。例えばアクセル開度 $acc$ および車速 $V$ 等に基づいて要求駆動パワー $P_{dem}$ (見方を変えれば、そのときの車速 $V$ における要求駆動トルク $T_{dem}$ )を算出し、バッテリー52の充放電可能電力 $W_{in}$ 、 $W_{out}$ 等を考慮して、要求駆動パワー $P_{dem}$ を実現するように、エンジン14、第1回転機MG1、および第2回転機MG2を制御する指令信号(エンジン制御指令信号 $Se$ および回転機制御指令信号 $S_{mg}$ )を出力する。エンジン制御指令信号 $Se$ は、例えばそのときのエンジン回転速度 $e$ におけるエンジントルク $Te$ を出力するエンジンパワー $Pe$ の指令値である。回転機制御指令信号 $S_{mg}$ は、例えばエンジントルク $Te$ の反力トルク(そのときのMG1回転速度 $g$ におけるMG1トルク $Tg$ )を出力する第1回転機MG1の発電電力 $Wg$ の指令値であり、また、そのときのMG2回転速度 $m$ におけるMG2トルク $Tm$ を出力する第2回転機MG2の消費電力 $Wm$ の指令値である。

#### 【0050】

ハイブリッド制御部82は、走行モードとして、モータ走行モード或いはハイブリッド走行モードを車両状態に応じて選択的に成立させる。例えば、要求駆動パワー $P_{dem}$ が予

め定められた閾値よりも小さなモータ走行領域（例えば低車速で且つ低駆動トルクの領域）にある場合には、エンジン 14 を停止して第 2 回転機 MG 2 だけで走行するモータ走行モードを成立させる一方で、要求駆動パワー  $P_{dem}$  が予め定められた閾値以上となるハイブリッド走行領域にある場合には、エンジン 14 を作動させて走行するハイブリッド走行モードを成立させる。ハイブリッド走行モードでは、回生制御される第 1 回転機 MG 1 からの電気エネルギーおよび / またはバッテリー 5 2 からの電気エネルギーを第 2 回転機 MG 2 へ供給し、その第 2 回転機 MG 2 を駆動（力行制御）して駆動輪 2 8 にトルクを付与することにより、エンジン 14 の動力を補助するためのトルクアシストを必要に応じて実行する。また、モータ走行領域であっても、バッテリー 5 2 の蓄電残量 SOC や放電可能電力  $W_{out}$  が予め定められた閾値未満の場合には、ハイブリッド走行モードを成立させる。モータ走行モードからハイブリッド走行モードへ移行する際のエンジン 14 の始動は、走行中か停車中かに拘らず、例えば第 1 回転機 MG 1 によりエンジン回転速度  $e$  を引き上げてクランキングすることにより行うことができる。

#### 【0051】

無段変速制御部 8 4 は、電気式無段変速部 1 8 を無段変速機として作動させて車両用自動変速機 4 0 全体として無段変速機として作動させるもので、例えばエンジン最適燃費線等を考慮して、要求駆動パワー  $P_{dem}$  を実現するエンジンパワー  $P_e$  が得られるエンジン回転速度  $e$  とエンジントルク  $T_e$  となるように、エンジン 14 を制御すると共に第 1 回転機 MG 1 の発電電力  $W_g$  を制御することで、電気式無段変速部 1 8 の無段変速制御を実行して電気式無段変速部 1 8 の変速比  $\tau$  を変化させる。この制御の結果として、車両用自動変速機 4 0 を無段変速機として作動させた場合の全体の変速比  $\tau$  が制御される。

#### 【0052】

AT 変速制御部 8 6 は、予め実験的に或いは設計的に求められて記憶された（すなわち予め定められた）関係（例えば AT ギヤ段変速マップ）を用いて機械式有段変速部 2 0 の変速判断を行い、必要に応じて機械式有段変速部 2 0 の変速制御を実行して機械式有段変速部 2 0 の AT 1 速ギヤ段 ~ AT 4 速ギヤ段を自動的に切り換えるように、ソレノイドバルブ SL 1 ~ SL 4 により係合装置 CB の係解放状態を切り換えるための油圧制御指令信号  $S_{at}$  を油圧制御回路 5 4 へ出力する。上記 AT ギヤ段変速マップは変速条件で、例えば図 8 に「AT」を付して示した変速線にて定められており、実線はアップ変速線で破線はダウン変速線であり、所定のヒステリシスが設けられている。この変速マップは、例えば出力回転速度  $\omega$ （ここでは車速  $V$  などとも同意）およびアクセル開度  $acc$ （ここでは要求駆動トルク  $T_{dem}$  やスロットル弁開度  $\theta_h$  などとも同意）をパラメータとする二次元座標上に定められており、出力回転速度  $\omega$  が高くなるに従って変速比  $\tau_{at}$  が小さい高車速側（ハイ側）の AT ギヤ段に切り換えられ、アクセル開度  $acc$  が大きくなるに従って変速比  $\tau_{at}$  が大きい低車速側（ロー側）の AT ギヤ段に切り換えられるように定められている。AT 変速制御部 8 6 はまた、運転者のマニュアル操作による模擬ギヤ段の変速要求によっても、図 6 の割当テーブルに従って必要に応じて AT ギヤ段を切り換える。例えば模擬 3 速ギヤ段と模擬 4 速ギヤ段との変速を含む場合は AT 1 速ギヤ段と AT 2 速ギヤ段との間の変速を行い、模擬 6 速ギヤ段と模擬 7 速ギヤ段との変速を含む場合は AT 2 速ギヤ段と AT 3 速ギヤ段との間の変速を行い、模擬 9 速ギヤ段と模擬 10 速ギヤ段との変速を含む場合は AT 3 速ギヤ段と AT 4 速ギヤ段との間の変速を行なう。

#### 【0053】

模擬有段変速制御部 8 8 は、電気式無段変速部 1 8 を有段変速機のように変速させて車両用自動変速機 4 0 全体として有段変速機のように変速させるものである。模擬有段変速制御部 8 8 は、予め定められた関係（例えば模擬ギヤ段変速マップ）を用いて車両用自動変速機 4 0 の変速判断を行い、AT 変速制御部 8 6 による機械式有段変速部 2 0 の AT ギヤ段の変速制御と協調して、前記複数の模擬ギヤ段の何れかを選択的に成立させるように電気式無段変速部 1 8 の変速制御（有段変速）を実行する。模擬ギヤ段変速マップは、AT ギヤ段変速マップと同様に出力回転速度  $\omega$  およびアクセル開度  $acc$  をパラメータとして予め定められている。図 8 は、模擬ギヤ段変速マップの一例であって、実線はアップ

変速線であり、破線はダウン変速線である。模擬ギヤ段変速マップに従って模擬ギヤ段が切り換えられることにより、電気式無段変速部 18 と機械式有段変速部 20 とが直列に配置された車両用自動変速機 40 全体として有段変速機と同様の変速フィーリングが得られる。車両用自動変速機 40 全体として有段変速機のように変速させる模擬有段変速制御は、例えば運転者によってスポーツ走行モード等の走行性能重視の走行モードが選択された場合や要求駆動トルク  $T_{dem}$  が比較的大きい場合に、車両用自動変速機 40 全体として無段変速機として作動させる無段変速制御に優先して実行するだけでも良いが、所定の実行制限時を除いて基本的に模擬有段変速制御が実行されても良い。模擬有段変速制御部 88 はまた、運転者のマニュアル操作による模擬ギヤ段の変速要求によっても、その変速要求に応じて模擬ギヤ段を切り換える。

10

#### 【0054】

模擬有段変速制御部 88 による模擬有段変速制御と、AT 変速制御部 86 による機械式有段変速部 20 の変速制御とは、協調して実行される。本実施例では、AT 1 速ギヤ段 ~ AT 4 速ギヤ段の 4 種類の AT ギヤ段に対して、模擬 1 速ギヤ段 ~ 模擬 10 速ギヤ段の 10 種類の模擬ギヤ段が割り当てられている。このようなことから、模擬 3 速ギヤ段と模擬 4 速ギヤ段との間での変速（模擬 3 → 4 変速と表す）が行われるときに AT 1 速ギヤ段と AT 2 速ギヤ段との間での変速（AT 1 → 2 変速と表す）が行なわれ、また、模擬 6 → 7 変速が行われるときに AT 2 → 3 変速が行なわれ、また、模擬 9 → 10 変速が行われるときに AT 3 → 4 変速が行なわれる（図 6、図 8 参照）。そのため、模擬ギヤ段の変速タイミングと同じタイミングで AT ギヤ段の変速が行なわれるように、AT ギヤ段変速マップが定められている。具体的には、図 8 における模擬ギヤ段の「3 → 4」、「6 → 7」、「9 → 10」の各アップ変速線は、AT ギヤ段変速マップの「1 → 2」、「2 → 3」、「3 → 4」の各アップ変速線と一致している（図 8 中に記載した「AT 1 → 2」等参照）。また、図 8 における模擬ギヤ段の「3 → 4」、「6 → 7」、「9 → 10」の各ダウン変速線は、AT ギヤ段変速マップの「1 → 2」、「2 → 3」、「3 → 4」の各ダウン変速線と一致している（図 8 中に記載した「AT 1 → 2」等参照）。または、図 8 の模擬ギヤ段変速マップによる模擬ギヤ段の変速判断に基づいて、AT ギヤ段の変速指令を AT 変速制御部 86 に対して出力するようにしても良い。このように、AT 変速制御部 86 は、機械式有段変速部 20 の AT ギヤ段の切換えを、模擬ギヤ段が切り換えられるときに行う。模擬ギヤ段の変速タイミングと同じタイミングで AT ギヤ段の変速が行なわれるため、エンジン回転速度  $e$  の変化を伴って機械式有段変速部 20 の変速が行なわれるようになり、その機械式有段変速部 20 の変速に伴うショックがあっても運転者に違和感を与え難くされる。

20

30

#### 【0055】

模擬有段変速制御部 88 は、上記模擬ギヤ段および AT ギヤ段の同時変速に関して分割変速部 90 および同期変速制御部 98 を機能的に備えている。同期変速制御部 98 は、模擬ギヤ段および AT ギヤ段の変速応答時間の相違に拘らず、両者の変速が同期して行なわれるようにするためのもので、本実施例では AT ギヤ段の変速によるイナーシャ相の開始、すなわち中間伝達部材 30 の回転速度である AT 入力回転速度  $i$ （= MG 2 回転速度  $m$ ）の変化を検出した後に模擬ギヤ段の変速指令、すなわちエンジン回転速度  $e$  を変化させるための第 1 回転機 MG 1 のトルク変更指令を出力する。この同期変速制御部 98 による模擬ギヤ段の変速制御は、アップ変速およびダウン変速の両方で行なわれる。

40

#### 【0056】

図 12、図 13 は、それぞれ模擬 7 速ギヤ段から模擬 4 速ギヤ段への模擬ギヤ段ダウン変速と、AT 3 速ギヤ段から AT 2 速ギヤ段への AT ギヤ段ダウン変速との同時変速時のタイムチャートの一例で、時間  $t_3$  は AT 2 速ギヤ段へのダウン変速指令が出力された時間であり、時間  $t_4$  はその AT 2 速ギヤ段へのダウン変速に伴って MG 2 回転速度  $m$  が上昇し始めるイナーシャ相開始時間である。すなわち、時間  $t_3$  と時間  $t_4$  との間の時間が、AT 3 速ギヤ段から AT 2 速ギヤ段へのダウン変速の変速応答時間  $t_{rm}$  である。そして、模擬ギヤ段の目標ギヤ段である模擬 4 速ギヤ段への変速指令は、AT ギヤ段変速の

50

イナーシャ相開始時（時間  $t_4$ ）に出力される。言い換えれば、ATギヤ段の変速指令出力から、そのATギヤ段の変速応答時間  $t_{rm}$  と同じ遅延時間  $DEL_i$  だけ遅延して、模擬ギヤ段のダウン変速指令が出力される。この模擬ギヤ段の変速指令出力（時間  $t_4$ ）から、模擬ギヤ段の変速によりエンジン回転速度  $e$  が上昇し始めるイナーシャ相開始までの遅れ時間  $t_{ri}$  が、模擬ギヤ段の変速応答時間であるが、この変速応答時間  $t_{ri}$  は短く、ATギヤ段のダウン変速によるMG2回転速度  $m$  の上昇と模擬ギヤ段のダウン変速によるエンジン回転速度  $e$  の上昇が並行（重複）して進行する。このように、両者の変速応答時間  $t_{rm}$ 、 $t_{ri}$  の相違に拘らず、イナーシャ相の少なくとも一部が重複するように変速が同期して行なわれることにより、変速ショック等により運転者に与える違和感が抑制されてドライビリティが向上する。図12、図13のタイムチャートは、それ等の変速が時間  $t_5$  で略同時に終了した場合である。

#### 【0057】

一方、このようにATギヤ段の変速に対して模擬ギヤ段の変速が同期して行なわれるように、模擬ギヤ段の変速指令の出力が遅延させられると、例えばアクセルペダルの踏み込みに伴って自動的にダウン変速したり、或いは運転者のアップダウンスイッチ等の手動操作によるダウン変速要求に従ってダウン変速したりする場合、実際にダウン変速してエンジン回転速度  $e$  が上昇し始めるイナーシャ相開始までの所要時間が長くなるため、その応答遅れで運転者がヘジテーションを感じる可能性がある。例えば、アクセルOFFからONへの踏み込み操作に伴って被駆動状態から駆動状態へ変化するチップイン加速時に、歯打ち音等の発生を抑制するためにエンジントルクの立上りになまし処理が行なわれ、そのトルクの立上りを待ってATギヤ段の変速指令が出力される場合や、油圧制御回路54の作動油の粘性が高い低油温時等には、変速判断から実際にATギヤ段の変速のイナーシャ相が開始するまでの時間が長くなるため、それに伴って模擬ギヤ段の変速も遅くなると、ヘジテーションを一層強く感じるようになる。また、運転者の加速要求が大きい場合にも、ヘジテーションを感じ易くなる。図12～図14は、時間  $t_1$  でアクセルOFFからONへ変化したチップイン加速時に、エンジントルクのなまし処理により、AT入力トルクが一点鎖線で示す通常時に比較して立上りが遅くされ、そのAT入力トルクの立上りを待って時間  $t_3$  でATギヤ段の変速指令が出力された場合であり、ATギヤ段の変速指令が遅延時間  $DEL_m$  だけ遅れて出力される。この結果、模擬ギヤ段の変速指令が、アクセルOFF ONから遅延時間  $DEL_m + DEL_i$  だけ遅れて出力されることになり、破線で示すように時間  $t_4$  で模擬7速ギヤ段から模擬4速ギヤ段への変速指令が出力されて模擬ギヤ段の変速が行なわれると、変速判断時（時間  $t_1$ ）から実際にエンジン回転速度  $e$  が上昇し始めるまでの時間が長くなり、ヘジテーションを感じさせる可能性が高い。

#### 【0058】

本実施例では、このヘジテーションを抑制するために分割変速部90が設けられている。分割変速部90は、同期変速制御部98によりATギヤ段に同期して模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、その模擬ギヤ段のダウン変速指令の出力に先立って、目標模擬ギヤ段と現在模擬ギヤ段との間の中間模擬ギヤ段へ分割して変速するものである。この分割変速部90は、(a) 予め定められた分割条件に従って中間模擬ギヤ段への分割変速を行なうか否かを判断する分割変速判断部92と、(b) 車両状態に応じて中間模擬ギヤ段を設定する中間模擬ギヤ段設定部94と、(c) 模擬ギヤ段の変速判断以後の予め定められたタイミングで中間模擬ギヤ段への変速指令を出力する分割変速出力部96とを、機能的に備えている。図9のフローチャートのステップS1～S10（以下、単にS1～S10という）は、分割変速部90および同期変速制御部98の作動を具体的に説明するフローチャートであり、S1、S2、S9、S10は同期変速制御部98に相当し、S3、S4は分割変速判断部92に相当し、S5～S7は中間模擬ギヤ段設定部94に相当し、S8は分割変速出力部96に相当する。

#### 【0059】

図9のS1では、模擬ギヤ段変速マップに従って、或いはアップダウンスイッチ等によるダウン変速要求に基づいて、模擬ギヤ段をダウン変速すべき変速判断が為されたか否か

を判断し、ダウン変速判断が為されなかった場合はそのまま終了するが、ダウン変速判断が為されたら S 2 以下を実行する。S 2 では、A T ギヤ段と同時変速か否か、すなわち A T 変速制御部 8 6 により A T ギヤ段についてもダウン変速判断が為されたか否かを判断し、A T ギヤ段との同時変速でない模擬ギヤ段の単独変速の場合には、直ちに S 1 0 を実行し、変速判断による変速先である目標模擬ギヤ段へ変速する変速指令を出力する。すなわち、前記図 5 のエンジン回転速度マップに従って、その時の出力回転速度  $\omega$  に応じて目標模擬ギヤ段の目標エンジン回転速度  $e^*$  が求められ、その目標エンジン回転速度  $e^*$  となるように第 1 回転機 M G 1 のトルク制御が行なわれることにより、目標模擬ギヤ段が直ちに成立させられる。

#### 【 0 0 6 0 】

S 2 の判断が Y E S (肯定) の場合、すなわち A T ギヤ段との同時変速の場合は、S 3 以下を実行する。図 1 2 ~ 図 1 4 のタイムチャートは、模擬 7 速ギヤ段から模擬 4 速ギヤ段への模擬ギヤ段ダウン変速、および A T 3 速ギヤ段から A T 2 速ギヤ段への A T ギヤ段ダウン変速の変速判断が、アクセル O F F O N の変化に伴って時間  $t_1$  で略同時に為された場合である。例えば、図 8 の変速マップにおいて、アクセル開度  $acc$  が 0 の A 点の惰性走行時に、アクセルが踏み操作されて B 点まで一気にアクセル開度  $acc$  が変化した場合に、A T ギヤ段および模擬ギヤ段のダウン変速判断が略同時に為される。図 1 0 は、このダウン変速判断に従って電気式無段変速部 1 8 が模擬 7 速ギヤ段から模擬 4 速ギヤ段へ変速されるとともに、機械式有段変速部 2 0 が A T 3 速ギヤ段から A T 2 速ギヤ段へ変速される場合の、各部の回転速度変化を例示した共線図で、実線は変速前の現在ギヤ段で一点鎖線は変速後のギヤ段 (目標ギヤ段) である。このダウン変速により、機械式有段変速部 2 0 の入力回転速度  $i$  およびエンジン回転速度  $e$  が、それぞれ変速比  $at$ 、 $t$  の変化に応じて上昇させられる。

#### 【 0 0 6 1 】

S 3 では、分割条件として A T ギヤ段の変速が遅くなる状況 (シーン) か否かを判断する。例えば、アクセル O F F から O N へ踏み操作された場合や、作動油温度  $t_{oil}$  が所定の判定値以下の低油温時には、A T ギヤ段の変速が遅くなる状況と判断する。すなわち、アクセル O F F O N のチップイン加速時には、被駆動状態から駆動状態へ変化する際に歯打ち音等の異音が発生する可能性があるため、エンジントルクの立上りになまし処理が行なわれ、そのトルクの立上りを待って A T ギヤ段の変速指令が出力されるため、A T ギヤ段の変速が遅くなる。また、油圧制御回路 5 4 の作動油温度  $t_{oil}$  が低い場合は、その作動油の粘性が高く、係合装置 C B の係合或いは解放時の応答性が悪くなるため、A T ギヤ段の変速時のイナーシャ相が開始するまでの時間が長くなる。S 3 の判断が Y E S の場合には、次に S 4 を実行し、ヘジテーション対策が必要か否か、すなわち運転者がヘジテーションを感じ易い運転状況か否かを判断する。例えばアクセル開度  $acc$  が所定の判定値以上の場合、或いはアクセル開度  $acc$  の増加量や増加速度が所定の判定値以上の場合、運転者の加速要求が高くてヘジテーションを感じ易いと推測できる。このヘジテーション対策が必要であることも分割条件である。そして、S 3 および S 4 の判断が何れも Y E S の場合には、S 5 ~ S 8 で分割変速制御を実行するが、S 3 の判断が N O (否定) の場合、或いは S 3 が Y E S でも S 4 が N O の場合には、分割変速の必要が無いと判断して直ちに S 9 を実行する。なお、S 3 および S 4 の何れか一方が Y E S の場合には、S 5 ~ S 8 の分割変速制御を行なうようにしても良いし、更に別の分割条件が加えられても良い。

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 2 ~ 図 1 4 は、チップイン加速の場合に、S 3 および S 4 の判断が共に Y E S になって S 5 ~ S 8 の分割変速制御が実行された場合であり、エンジントルクのなまし処理で A T 入力トルクの立上りが実線で示すように遅くなる。A T 変速制御部 8 6 は、A T 入力トルクが予め定められた判定値以上になる時間  $t_3$  まで待って、A T ギヤ段を 3 速ギヤ段から 2 速ギヤ段へダウン変速するための変速指令を出力する。具体的には、クラッチ C 2 を解放するとともにブレーキ B 1 を係合するための油圧指令を出力する。すなわち、エン

10

20

30

40

50

ジントルクのなまし処理により、変速判断時間である時間  $t_1$  から遅延時間  $DEL_m$  だけ遅い時間  $t_3$  で 3 → 2 ダウン変速指令が出力されるのであり、実際の変速開始、すなわち入力回転速度  $i$  (= MG 2 回転速度  $m$ ) が上昇し始めるイナーシャ相の開始は、更に変速応答時間  $t_{rm}$  だけ後の時間  $t_4$  となる。

#### 【0063】

S 5 では、アクセル開度  $acc$  に応じて中間模擬ギヤ段を設定する。すなわち、アクセル開度  $acc$  が全開の場合は、運転者の加速要求が極めて強いため、変速マップによる変速判断通りの目標模擬ギヤ段をそのまま中間模擬ギヤ段に設定する。例えば、模擬 4 速ギヤ段が目標模擬ギヤ段の場合は、その模擬 4 速ギヤ段をそのまま中間模擬ギヤ段とする。図 1 4 のタイムチャートは、このように S 5 で中間模擬ギヤ段として目標模擬ギヤ段（模擬 4 速ギヤ段）が設定された場合である。アクセル開度  $acc$  が全開でない場合は、その大きさに応じて、目標模擬ギヤ段と現在ギヤ段との間の所定の模擬ギヤ段を中間模擬ギヤ段に設定する。具体的には、目標模擬ギヤ段と現在ギヤ段との間の模擬ギヤ段が 1 つであれば、それを中間模擬ギヤ段とする。目標模擬ギヤ段が模擬 4 速ギヤ段で現在ギヤ段が模擬 7 速ギヤ段のように、目標模擬ギヤ段と現在ギヤ段との間に複数の模擬ギヤ段が存在する場合は、例えば目標模擬ギヤ段より 1 つだけ高い模擬ギヤ段（模擬 5 速ギヤ段）を中間模擬ギヤ段に設定する。或いは、アクセル開度  $acc$  を複数に区分して、アクセル開度  $acc$  が比較的小さい場合は現在模擬ギヤ段に近い模擬 6 速ギヤ段を中間模擬ギヤ段に設定し、アクセル開度  $acc$  が比較的大きい場合は目標模擬ギヤ段に近い模擬 5 速ギヤ段を中間模擬ギヤ段に設定しても良い。図 1 2 のタイムチャートは、S 5 で模擬 6 速ギヤ段が中間模擬ギヤ段に設定された場合で、図 1 3 のタイムチャートは、S 5 で模擬 5 速ギヤ段が中間模擬ギヤ段に設定された場合である。

10

20

#### 【0064】

S 6 では、機械式有段変速部 2 0 の変速時に変速ショックが発生し易い車両状態か否かを判断する。例えば、作動油温度  $t_{oil}$  が所定の判定値以下の低油温時には、作動油の粘性が高くなって係合装置 C B の係合解放制御の制御精度が損なわれるため、変速ショックが発生し易いと判断できる。また、バッテリー温度  $T_{Hbat}$  やバッテリー 5 2 の蓄電残量 SOC に基づいてバッテリー 5 2 の充放電可能電力  $W_{in}$ 、 $W_{out}$  が制限されると、回転機 MG 1、MG 2 のトルクが制限され、それ等の回転機 MG 1、MG 2 のトルク制御によるエンジン回転速度  $e$  や入力回転速度  $i$  の回転速度制御が損なわれるため、変速ショックが発生し易いと判断できる。回転機 MG 1、MG 2 やインバータ 5 0 の温度が高くなり、それ等の回転機 MG 1、MG 2 のトルクが制限される場合も同様である。すなわち、バッテリー 5 2 の充電可能電力  $W_{in}$ 、放電可能電力  $W_{out}$  がそれぞれ所定の判定値以下の場合、或いは回転機 MG 1、MG 2 やインバータ 5 0 の温度が所定の判定値以上の場合などに、変速ショックが発生し易いと判断することができる。

30

#### 【0065】

S 6 で変速ショックが発生し易いと判断した場合は、S 7 を実行して中間模擬ギヤ段を制限するが、S 6 の判断が NO の場合は直ちに S 8 を実行する。S 7 では、例えば図 1 1 に示すように、自動変速かマニュアル変速か、作動油温度  $t_{oil}$  が通常温か高油温か、或いはアップ変速かダウン変速かによって、変速前の AT ギヤ段に応じて予め定められた変速許可模擬ギヤ段の範囲内に中間模擬ギヤ段を制限する。例えば、変速前の AT ギヤ段が AT 3 速ギヤ段の場合のダウン変速可能な模擬ギヤ段の範囲は、自動変速では模擬 6 速ギヤ段～模擬 8 速ギヤ段に制限される。また、通常温のマニュアル変速では模擬 6 速ギヤ段～模擬 8 速ギヤ段に制限され、高油温時のマニュアル変速では模擬 8 速ギヤ段～模擬 1 0 速ギヤ段に制限される。したがって、S 5 で模擬 4 速ギヤ段または模擬 5 速ギヤ段が中間模擬ギヤ段に設定された場合でも、自動変速或いは通常温のマニュアル変速では中間模擬ギヤ段が模擬 6 速ギヤ段に変更される。高油温時のマニュアル変速では、模擬 8 速ギヤ段以上に制限されるため、模擬 7 速ギヤ段からのダウン変速が禁止され、実質的に分割変速そのものが中止される。図 9 のフローチャートはダウン変速に関するものであるが、本実施例ではアップ変速でも、AT ギヤ段および模擬ギヤ段の同時アップ変速時には、同時ダ

40

50

ウン変速時と同様に同期変速に先立って一定の条件下で分割変速が行なわれるようになっており、図11のアップ変速に関する変速許可模擬ギヤ段は、そのアップ変速時の中間模擬ギヤ段を制限するものである。

【0066】

S8では、S5で設定され或いはS7で制限された中間模擬ギヤ段へダウン変速する変速指令を予め定められたタイミングで出力する。本実施例では、模擬ギヤ段のダウン変速を判断した後に、S2～S7の信号処理を経てできるだけ速やかに中間模擬ギヤ段への変速指令を出力する。すなわち、図12～図14のタイムチャートの場合、アクセルOFF

ONに伴って時間t1で模擬ギヤ段およびATギヤ段の変速判断が為されると、その直後に中間模擬ギヤ段への変速指令が出力されて、図12では模擬6速ギヤ段への変速が直ちに実行され、図13では模擬5速ギヤ段への変速が直ちに実行され、図14では模擬4速ギヤ段への変速が直ちに実行される。図12～図14のタイムチャートの時間t2は、この中間模擬ギヤ段への変速が終了した時間で、それぞれ中間模擬ギヤ段の変速比tに応じてエンジン回転速度eが速やかに上昇させられる。図14の場合、中間模擬ギヤ段が目標模擬ギヤ段であり、その目標模擬ギヤ段である模擬4速ギヤ段まで変速されてエンジン回転速度eが一気に上昇させられるため、アクセル開度accの全開による運転者の加速要求を満足させることができる。この場合、ATギヤ段の3→2変速により、時間t4でMG2回転速度mが上昇させられ、エンジン回転速度eの変化と時間的にずれが、運転者の加速要求が大きいため違和感を生じさせる可能性は低い。

【0067】

S9では、ATギヤ段の3→2ダウン変速がAT変速制御部86によって実行されることにより、機械式有段変速部20の変速がイナーシャ相まで進行したか否かを判断する。AT変速制御部86は、AT入力トルクの立上りを待って時間t3でATギヤ段の3→2ダウン変速指令、すなわちクラッチC2を解放するとともにブレーキB1を係合するための油圧指令を出力する。このため、実際の変速開始、すなわち入力回転速度i(=MG2回転速度m)が上昇し始めるイナーシャ相の開始は、更に変速応答時間trmだけ後の時間t4となり、この時間t4でS9の判断がYESになる。このイナーシャ相の判断は、目標模擬ギヤ段である模擬4速ギヤ段への変速およびATギヤ段の3→2ダウン変速のイナーシャ相の少なくとも一部が重複するように同期制御するためのもので、厳密にイナーシャ相が開始したことを検出する必要はなく、例えば、ATギヤ段の変速指令出力(時間t3)からの経過時間が予め定められた遅延時間DELiに達したか否かを判断しても良い。遅延時間DELiは、変速の種類等に拘らず一定値であっても良いが、ATギヤ段の変速の種類、すなわち何速ギヤ段から何速ギヤ段へのダウン変速かに応じて、予め実験やシミュレーション等によって定められても良い。また、変速の種類だけでなく駆動-被駆動別、或いは手動変速-自動変速別に遅延時間DELiを定めることもできるし、油圧制御回路54の作動油温度toilなどを考慮して定めることもできるなど、種々の態様が可能である。

【0068】

ATギヤ段の変速のイナーシャ相が検出されてS9の判断がYESになったら、言い換えれば模擬ギヤ段の変速指令出力の遅延が解除されたら、S10を実行し、目標模擬ギヤ段である模擬4速ギヤ段への変速指令を出力する。これにより、模擬4速ギヤ段へのダウン変速によるエンジン回転速度eの上昇と、ATギヤ段の3→2ダウン変速によるAT入力回転速度i(=MG2回転速度m)の上昇とが、両者の変速応答時間tri、trmの相違に拘らず並行(重複)して進行する。図12のタイムチャートの場合、S8の変速指令出力に従って模擬6速ギヤ段まで既にダウン変速されているため、その模擬6速ギヤ段から模擬4速ギヤ段への変速制御が、ATギヤ段の3→2ダウン変速と並行して行なわれる。また、図13のタイムチャートの場合、S8の変速指令出力に従って模擬5速ギヤ段まで既にダウン変速されているため、その模擬5速ギヤ段から模擬4速ギヤ段への変速制御が、ATギヤ段の3→2ダウン変速と並行して行なわれる。図14のタイムチャートの場合、S8の変速指令出力に従って模擬4速ギヤ段まで既にダウン変速されている

10

20

30

40

50

ため、それ以上模擬ギヤ段を変速する必要はなく、S 9 および S 1 0 の実行が省略される。

【 0 0 6 9 】

このように本実施例の車両用自動変速機 4 0 の変速制御装置（電子制御装置 8 0 ）においては、機械式有段変速部 2 0 の出力回転速度  $o$  に対するエンジン回転速度  $e$  の変速比  $t$  が異なる複数の模擬ギヤ段が電気式無段変速部 1 8 によって成立させられるため、その模擬ギヤ段の変速時にエンジン回転速度  $e$  が段階的に変化させられるようになり、車両用自動変速機 4 0 全体として機械式有段変速機と同様の変速フィーリングが得られる。

【 0 0 7 0 】

また、模擬ギヤ段の変速制御が A T ギヤ段の変速制御と重なる同時変速時に、両者の変速が同期して行なわれるように模擬ギヤ段の変速指令出力が遅延させられるため、変速応答時間  $t r i$ 、 $t r m$  の相違に拘らず両者の変速が同期して行なわれるようになり、変速ショック等により運転者に与える違和感が抑制されてドライビリティが向上する。すなわち、電気式無段変速部 1 8 の変速応答時間  $t r i$  は機械式有段変速部 2 0 の変速応答時間  $t r m$  よりも短いため、両者の変速指令が同時に出力されると、電気式無段変速部 1 8 の変速に伴うエンジン回転速度  $e$  の変化（イナーシャ相）が、機械式有段変速部 2 0 の変速に伴う A T 入力回転速度  $i$  の変化（イナーシャ相）よりも早くなり、運転者に違和感を生じさせる可能性がある。

【 0 0 7 1 】

また、このように模擬ギヤ段の変速と A T ギヤ段の変速が同期して行なわれると、エンジン回転速度  $e$  の変化を伴って機械式有段変速部 2 0 の変速が行なわれるため、その機械式有段変速部 2 0 の変速時に変速ショックがあっても運転者に違和感を与え難くなる。

【 0 0 7 2 】

一方、このように同時変速時に A T ギヤ段の変速に同期して模擬ギヤ段の変速が行なわれるようにすると、応答遅れで運転者がヘジテーションを感じる可能性があるが、同期変速制御部 9 8 により模擬ギヤ段をダウン変速させる際に、そのダウン変速指令の出力に先立って中間模擬ギヤ段へ分割して変速する変速指令を出力する分割変速部 9 0 を備えており、中間模擬ギヤ段まで先行してダウン変速するため、エンジン回転速度  $e$  が速やかに上昇させられるようになり、応答性が向上してヘジテーションが抑制される。

【 0 0 7 3 】

また、本実施例ではチップイン加速時や作動油温度  $t o i l$  の低油温時など A T ギヤ段の変速所要時間が長くなってヘジテーション対策が必要な予め定められた分割条件を満たした場合に分割変速するため、同期変速によるドライビリティ向上効果を適切に確保しつつ応答遅れによるヘジテーションを抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、これはあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

1 4 : エンジン（駆動源）      1 8 : 電気式無段変速部      2 0 : 機械式有段変速部  
 2 8 : 駆動輪      3 0 : 中間伝達部材      4 0 : 車両用自動変速機      8 0 : 電子制御装置（変速制御装置）  
 8 8 : 模擬有段変速制御部      9 0 : 分割変速部      9 8 : 同期変速制御部  
 M G 1 : 第 1 回転機（差動用回転機）       $e$  : エンジン回転速度（駆動源回転速度）  
 $o$  : 出力回転速度       $m$  : M G 2 回転速度（中間伝達部材の回転速度）  
 $t r i$  : 模擬ギヤ段の変速応答時間       $t r m$  : A T ギヤ段の変速応答時間  
 D E L i : 模擬ギヤ段の変速出力遅延時間

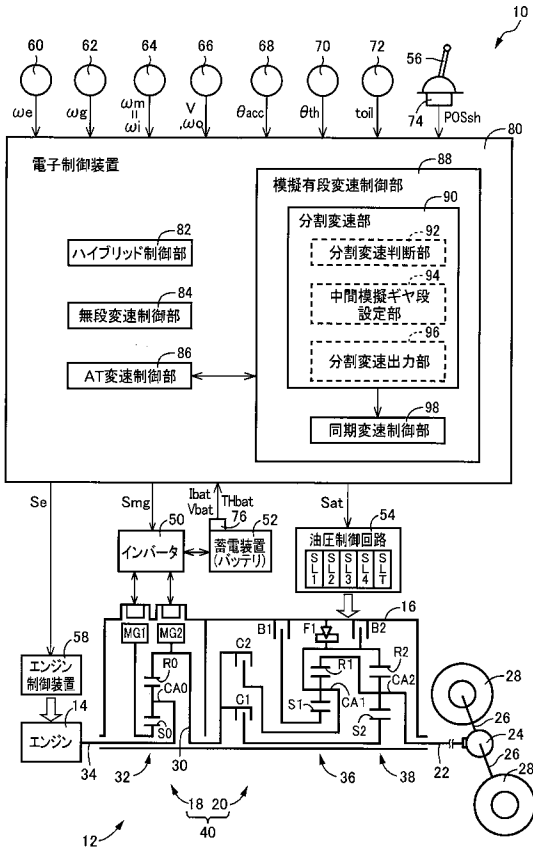
10

20

30

40

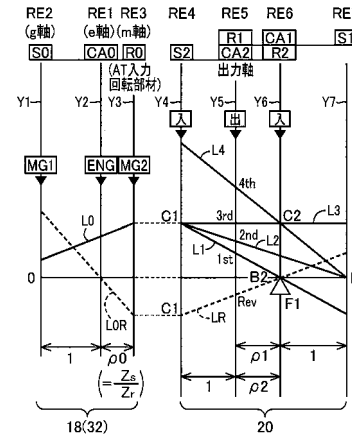
【図1】



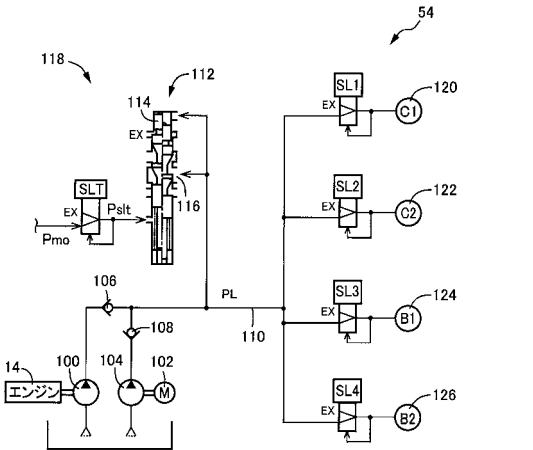
【図2】

ATギヤ段	C1	C2	B1	B2	F1
1st	○			△	○
2nd	○		○		
3rd	○	○			
4th		○	○		

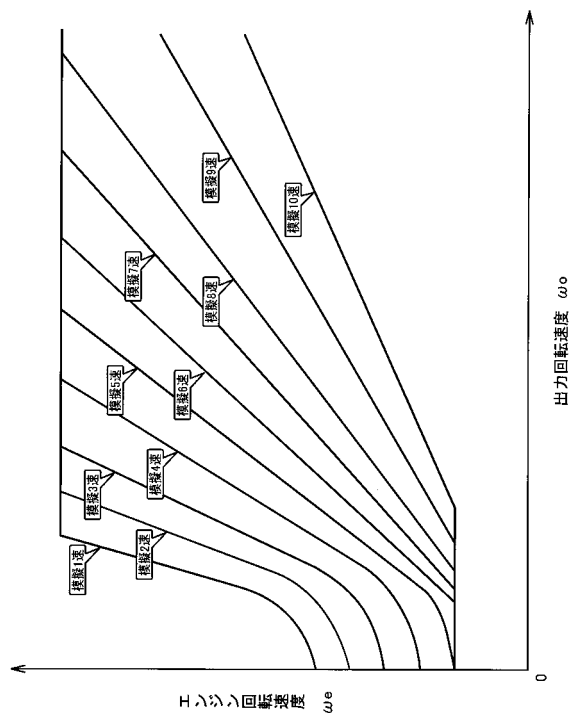
【図3】



【図4】



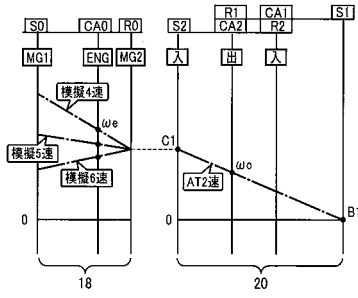
【図5】



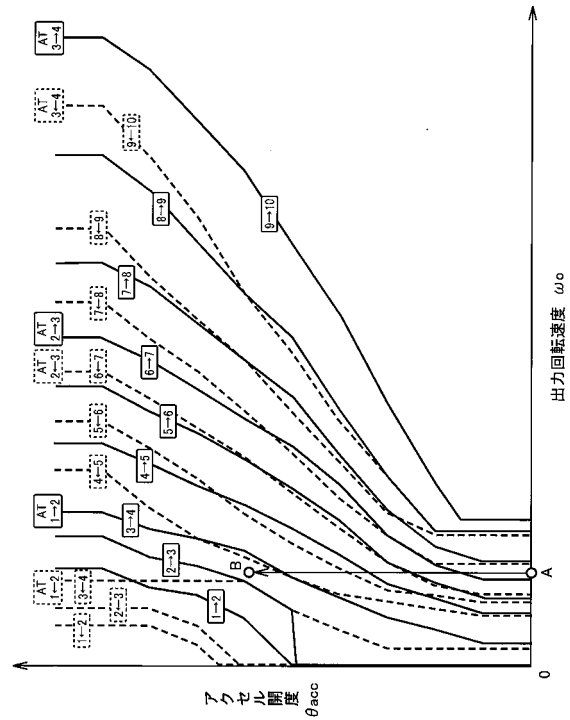
【図6】

模擬ギヤ段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ATギヤ段	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4

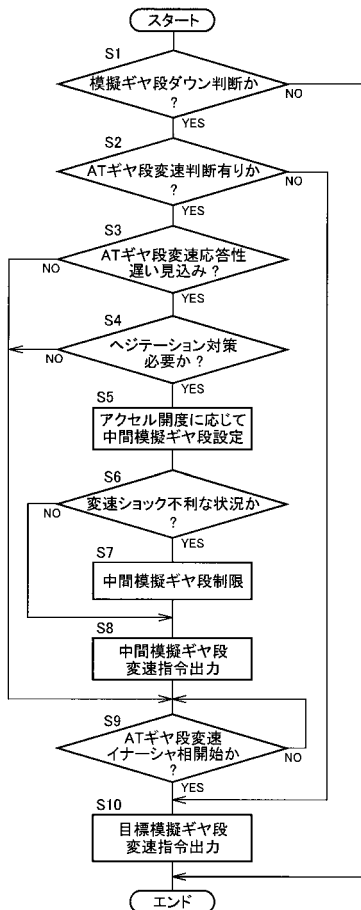
【図7】



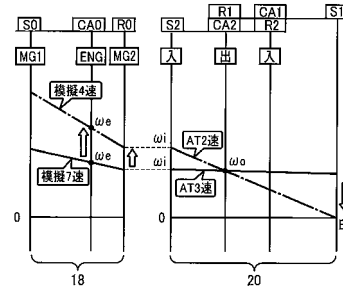
【図8】



【図9】



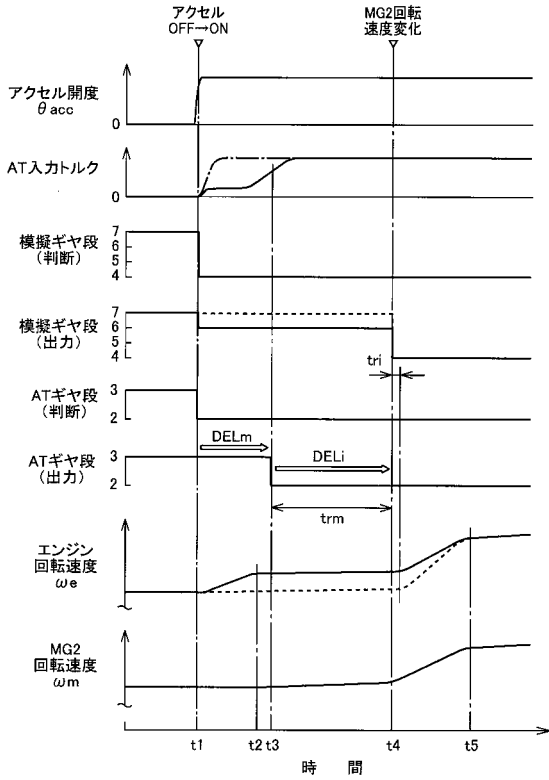
【図10】



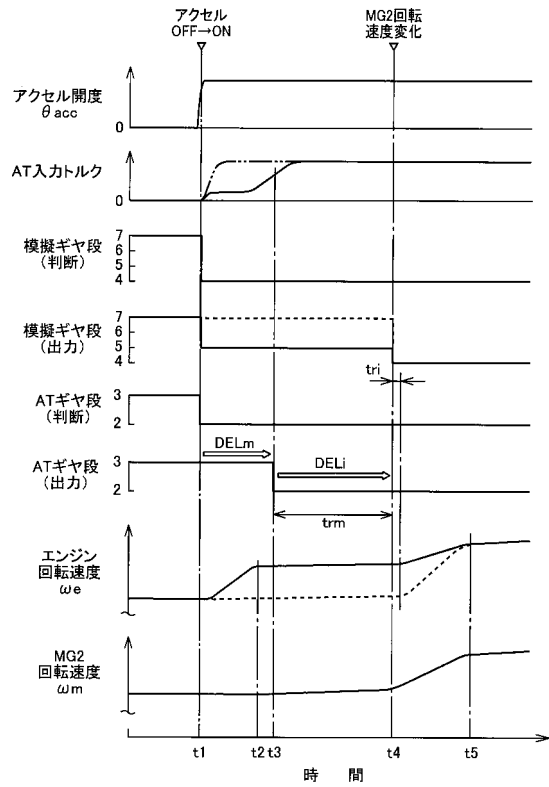
【図11】

変速許可模擬ギヤ段		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ATギヤ段	自動	通常温 アップ	1		2		3		4		
		通常温 ダウン	1	2		3		4			
	マニュアル	通常温 アップ	1		2		3			4	
		通常温 ダウン	1	2		3		4			
	高油温	アップ	1		2		3				
		ダウン	1		2		3				

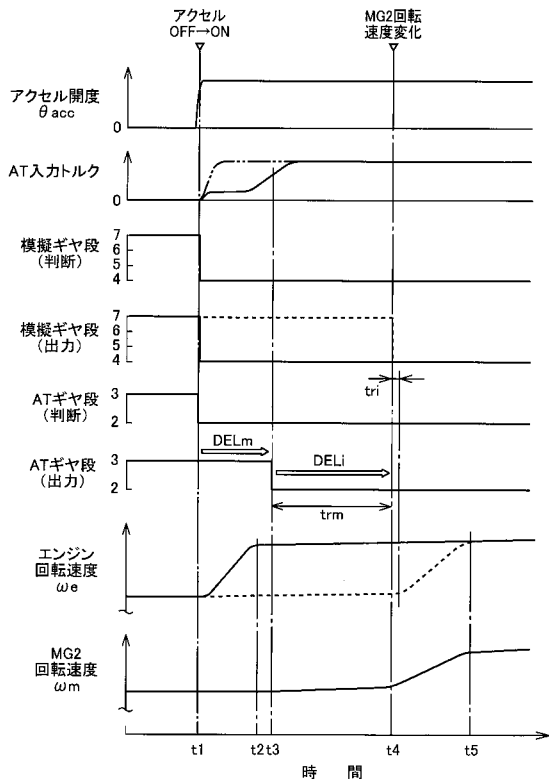
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)		
B 6 0 W 10/10 (2012.01)	B 6 0 W	10/10	9 0 0			
B 6 0 W 20/00 (2016.01)	B 6 0 W	20/00	9 0 0			

Fターム(参考) 3J028 EA21 EB09 EB37 EB62 EB63 EB66 FA15 FB03 FB13 FC13  
FC25 FC62 GA01 HA12  
3J552 MA02 MA13 NA01 NB01 NB05 NB08 PA02 RA13 SB02 TB12  
VA74W  
5H125 AA01 AC08 AC12 BE05 EE51