

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2011年5月5日(05.05.2011)



(10) 国際公開番号  
WO 2011/052306 A1

- (51) 国際特許分類:  
B60W 10/04 (2006.01) B60W 10/08 (2006.01)  
B60K 6/48 (2007.10) B60W 10/10 (2006.01)  
B60K 6/547 (2007.10) B60W 20/00 (2006.01)  
B60L 11/14 (2006.01) F16H 61/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065978
- (22) 国際出願日: 2010年9月15日(15.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-251501 2009年10月30日(30.10.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): アイシン・エイ・ダブリュ株式会社(AISIN AW CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 津田耕平(TSUDA Kohhei) [JP/JP]; 〒4441192 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 Aichi (JP). 白村陽明(HAKUMURA Yomei) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ

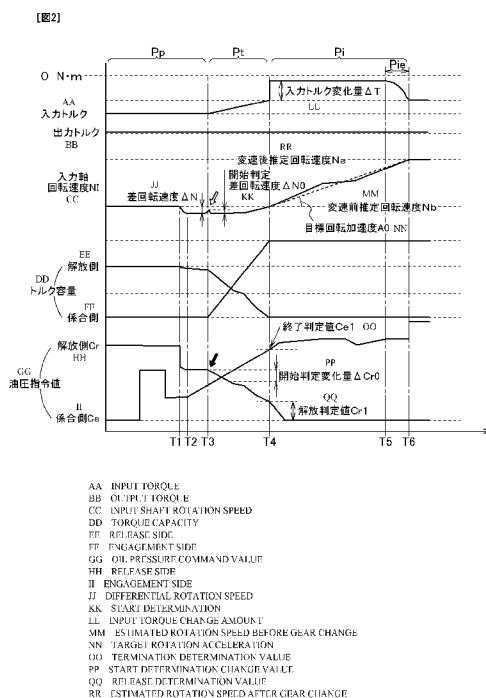
株式会社内 Aichi (JP). 浅井雅広(ASAI Masahiro) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 田島陽一(TAJIMA Yoichi) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 伊藤友一(ITO Tomokazu) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 北村修一郎(KITAMURA Shuichiro); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番3号 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

(54) 発明の名称: 車両用制御装置



(57) Abstract: Provided is a control device for a vehicle which is capable of suppressing the variation of a transmission torque capacity of an engagement element due to the change in the friction coefficient, and suppressing a torque variation to be transmitted to an output member. The control device for a vehicle controls a vehicle driving device provided with an input member driven by and connected to a rotating electrical machine, an output member driven by and connected to wheels, and a gear case provided with a plurality of engagement elements and a changeable plurality of speeds, in a way so that the control device controls switching of speeds performed through a torque phase (Pt) by controlling engagement and release of the plurality of engagement elements. The control device is provided with a phase determination means for determining termination of the torque phase (Pt) during a gear change operation, a rotating electrical machine control means for increasing or decreasing the torque of the rotating electrical machine in response to the switch direction of the speeds by the change amount based on the target rotating speed change ratio of the input member after determining the termination of the torque phase (Pt), and an engagement control means for performing feedback control of a supply oil pressure to an engagement side element so that the rotating speed change ratio of the input member becomes a target rotating speed change ratio.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/052306 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

摩擦係数の変化による係合要素の伝達トルク容量の変動を抑制して、出力部材に伝達されるトルク変動を抑制することができる車両用制御装置を提供する。回転電機に駆動連結される入力部材と、車輪に駆動連結される出力部材と、複数の係合要素を備えると共に複数の変速段を切替可能に備える変速装置と、を備えた車両用駆動装置を制御対象とし、複数の係合要素の係合及び解放を制御することにより、トルク相  $P_t$  を経て行われる変速段の切り替えを制御する車両用制御装置。変速動作中のトルク相  $P_t$  の終了を判定する相判定手段と、トルク相  $P_t$  の終了判定後、入力部材の目標回転速度変化率に基づく変化量だけ変速段の切替方向に応じて回転電機のトルクを増加又は減少させる回転電機制御手段と、入力部材の回転速度変化率が目標回転速度変化率となるように係合側要素への供給油圧をフィードバック制御する係合制御手段と、を備える。

## 明 細 書

**発明の名称 ： 車両用制御装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、駆動力源としての回転電機に駆動連結される入力部材と、車輪に駆動連結される出力部材と、入力部材の回転速度を各変速段の変速比で変速して出力部材に伝達する変速装置と、を備えた車両用駆動装置を制御対象とする車両用制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、回転電機のみを駆動力源として備える電動車両やエンジン及び回転電機の双方を駆動力源として備えるハイブリッド車両が実用化されている。このような車両に用いられる車両用駆動装置の一例として、例えば、下記の特許文献 1 には、駆動力源としてのエンジン及び回転電機の回転駆動力を、変速装置で設定された各変速段の変速比で変速して出力するように構成された車両用駆動装置が記載されている。特許文献 1 に記載された車両用駆動装置の変速装置は、複数の係合要素を備えると共に、当該複数の係合要素の係合及び解放を制御することにより複数の変速段を切り替え、入力部材の回転速度を各変速段の変速比で変速して出力部材に伝達することができるよう構成されている。

[0003] このような変速装置では、トルク相及びイナーシャ相の各フェーズを経て、変速段間の切り替えが行われる。ここで、「トルク相」は、変速装置における目標変速段が変更された後、係合される係合要素が伝達トルク容量を持ち始める時点から入出力回転速度比（＝出力部材の回転速度に対する入力部材の回転速度の比）が変動し始める時点までの期間により判断される場合があり、「イナーシャ相」は、入出力回転速度比が変動し始める時点（＝トルク相の終了時点）から入出力回転速度比が変速後の目標変速段の変速比になる時点までの期間により判断される場合がある。

[0004] 変速装置におけるこのような変速動作中には、変速ショックの低減を図る

べく、トルク相の終了後のイナーシャ相において、駆動力源としての回転電機から入力部材を介して変速装置へ入力されるトルクが制御される場合がある。特許文献 1 に記載された車両用駆動装置を制御するための車両用制御装置では、例えば回転電機が回生を行なっている状態でのダウンシフト（変速比の小さい変速段から変速比の大きい変速段への変速段の切り替え）時には、回転電機の回生トルクをゼロとしてから変速を開始することで、駆動力変動の抑制が図られている。また、その後トルク相が終了してイナーシャ相が開始されると、回転電機に所定のトルクを出力させて変速を促進させることで、変速時間の短縮化が図られている。なお、その際、特許文献 1 に記載の車両用制御装置では、変速段の切替後に係合される側の係合要素となる係合側要素への油圧指令値を一定の割合で徐々に増加させている（図 7 を参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 9 - 0 0 6 7 3 5 号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、一般にブレーキやクラッチ等、摩擦材を用いて構成される係合要素では、互いに係合される二つの係合要素間の回転速度差や係合要素の温度等によって、1 回の変速動作中においても摩擦係数が一定値とはならず変動し得る。そのため、特許文献 1 に記載の車両用制御装置のように係合側要素における油圧指令値を一定の割合で徐々に増加させたとしても、現実的には上記摩擦係数の変動により係合側要素における伝達トルク容量が不規則に上昇することになる。その結果、出力部材に伝達されるトルクも変動してしまい、車両の運転者の走行フィーリングを悪化させる原因となる。

[0007] そこで、摩擦係数の変化による係合要素の伝達トルク容量の変動を抑制して、出力部材に伝達されるトルク変動を抑制することができる車両用制御装

置の実現が望まれる。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る、駆動力源としての回転電機に駆動連結される入力部材と、車輪に駆動連結される出力部材と、複数の係合要素を備えると共に複数の変速段を切替可能に備え、前記入力部材の回転速度を各変速段の変速比で変速して前記出力部材に伝達する変速装置と、を備えた車両用駆動装置を制御対象とし、前記複数の係合要素の係合及び解放を制御することにより、前記変速装置において少なくともトルク相を経て行われる変速段の切り替えを制御する車両用制御装置の特徴構成は、変速動作中におけるトルク相の終了を判定する相判定手段と、前記相判定手段によりトルク相が終了したと判定された後、前記入力部材の回転速度変化率が目標回転速度変化率となるように導出された入力トルクの変化量を用いて、当該入力トルクの変化量だけ、前記入力部材へ入力される入力トルクを変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させるように前記回転電機のトルクを制御する回転電機制御手段と、前記入力部材の回転速度変化率が前記目標回転速度変化率となるように、変速段の切替後に係合される側の係合要素となる係合側要素への供給油圧をフィードバック制御する係合制御手段と、を備えた点にある。

[0009] なお、本願において「トルク相」とは、変速装置における目標変速段が変更された後、係合側要素が伝達トルク容量を持ち始める時点から、出力部材の回転速度に対する入力部材の回転速度の比が、変動して変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側となる時点まで、の期間をいう。

また、「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指し、当該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、或いは当該2つの回転要素が一又は二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を含む概念として用いている。このような伝動部材としては、回転を同速で又は変速して伝達する各種の部材が含まれ、例えば、軸、歯車機構、ベルト、チェーン等が含まれる。

[0010] 上記の特徴構成によれば、相判定手段によりトルク相が終了したと判定された後、回転電機制御手段は回転電機のトルクを制御して、入力部材へ入力される入力トルクを変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させる。入力トルクが増加又は減少されることにより、入力部材の回転速度は、変速段の切替前の変速比に応じた回転速度から変速段の切替後の変速比に応じた回転速度まで変化することになる。このとき、係合側要素における伝達トルク容量が一定に保たれる理想状態では、力学法則に従って入力部材の回転速度は入力トルクの変化量に応じた時間変化率で変化するはずである。逆に、入力部材の回転速度が入力トルクの変化量に応じた時間変化率で変化する場合には、係合側要素における伝達トルク容量は略一定に保たれているはずである。

[0011] そこで上記の特徴構成では、回転電機制御手段は、入力部材の回転速度変化率が目標回転速度変化率となるように導出された入力トルクの変化量だけ、入力部材への入力トルクを変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させるように回転電機のトルクを制御すると共に、係合制御手段は、入力部材の回転速度変化率が目標回転速度変化率となるように係合側要素への供給油圧をフィードバック制御する。これにより、入力部材の回転速度を入力トルクの変化量に応じた時間変化率で変化させて、係合側要素における伝達トルク容量を略一定に維持することができる。すなわち、互いに係合される二つの係合要素間の回転速度差や係合要素の温度等に起因する、係合要素における摩擦係数の不規則な変動の影響を、係合側要素への供給油圧により吸収して係合側要素の伝達トルク容量を略一定に維持することができる。これにより、出力部材に伝達されるトルク変動を抑制することができる車両用制御装置が実現される。

[0012] ここで、前記回転電機制御手段は、前記入力トルクを増加又は減少させた状態で一定の値に維持する構成とすると好適である。

[0013] この構成によれば、入力トルクが時間により変化しない一定値に固定されるので、入力トルクの変化量に応じて導出される入力部材の目標回転速度変

化率も時間により変化しない一定値となる。ここで、目標回転速度変化率は、係合制御手段が係合側要素への供給油圧をフィードバック制御するための制御目標となる。よって、係合制御手段のフィードバック制御により係合側要素の伝達トルク容量を略一定に維持することが容易となる。従って、容易に、変速動作中における出力部材のトルク変動を抑制することができる。

[0014] また、前記目標回転速度変化率は、変速動作中におけるイナーシャ相が目標の時間で終了できるように変速段の切替前後の変速比に基づいて決定される構成とすると好適である。

[0015] なお、本願において「イナーシャ相」とは、出力部材の回転速度に対する入力部材の回転速度の比が、変動して変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側となる時点から、出力部材の回転速度に対する入力部材の回転速度の比が変速後の目標変速段の変速比になる時点まで、の期間をいう。

[0016] この構成によれば、変速段の切替前後の変速比に基づいて、目標回転速度変化率を適切に決定することができる。

[0017] また、前記入力部材の実際の回転速度が、前記出力部材の回転速度と変速後における前記変速装置の変速比とに基づいて導出される前記入力部材の変速後推定回転速度に近づいた後、前記係合制御手段は、前記係合側要素への供給油圧を一定の値に維持した状態で、前記回転電機制御手段は、前記入力部材の実際の回転速度を前記変速後推定回転速度に同期させるように前記回転電機のトルクをフィードバック制御する構成とすると好適である。

[0018] この構成によれば、入力部材の実際の回転速度を滑らかに変速後推定回転速度に近づけ、変速動作の終了時に係合側要素を完全係合状態とする際の変速ショックの発生を効果的に抑制することができる。

[0019] また、前記入力部材の実際の回転速度と、変速前における前記出力部材の回転速度と前記変速装置の変速比とに基づいて導出される前記入力部材の変速前推定回転速度との間の回転速度の差である差回転速度が略一定となるように、解放される側の係合要素となる解放側要素への供給油圧をフィードバ

ック制御する解放制御手段と、前記差回転速度が略一定の状態で、前記係合側要素への供給油圧を上昇させる係合制御手段と、を更に備え、前記相判定手段は、前記解放側要素への供給油圧の指令値である解放側油圧指令値が、前記解放側要素における伝達トルク容量がゼロとなる油圧に相当する所定の解放判定値となったことの検出、及び、前記差回転速度が低下してゼロとなったことの検出、の一方又は双方を条件として、トルク相が終了したと判定する構成とすると好適である。

[0020] なお、本願において「略一定」とは、厳密には多少の変動を有していたとしても制御上は変動していないとみなすことができる程度に一定であることをいう。

[0021] この構成によれば、解放制御手段によるフィードバック制御により差回転速度が略一定に維持された状態で、係合制御手段が係合側要素への供給油圧を上昇させる。この状態で、解放制御手段によるフィードバック制御系により、差回転速度は略一定の状態を維持する。係合制御手段が係合側要素への供給油圧を上昇させ続けると、それに応じてやがて解放側要素への供給油圧が所定値以下まで低下して解放側要素が伝達トルク容量を持たなくなり、解放制御手段によるフィードバック制御系によってでは入力部材の実際の回転速度の変化を吸収しきれなくなる。この時点において差回転速度がゼロとなり、変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側へ、出力部材の回転速度に対する入力部材の回転速度の比が変動する。

[0022] そこで上記の構成では、解放側要素が伝達トルク容量を持たなくなる油圧に相当する所定の解放判定値を基準として解放側油圧指令値が当該解放判定値以下まで低下したことの検出、及び、差回転速度が低下してゼロとなったことの検出、の一方又は双方をトルク相の終了の判定条件とする。これにより、解放制御手段によるフィードバック制御において制御目標となる差回転速度の情報や逐次更新される解放側油圧指令値の情報を利用して、変速動作中におけるトルク相の終了を正確かつ確実に判定することができる。

## 図面の簡単な説明

[0023] [図1]本実施形態に係る車両用駆動装置の概略構成を示す模式図である。

[図2]回生ダウンシフトが行われる場合におけるタイムチャートである。

[図3]パワーオンアップシフトが行われる場合におけるタイムチャートである。

。

[図4]トルク相開始判定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図5]トルク相終了判定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図6]変速動作制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0024] 本発明に係る車両用駆動装置 1 及び車両制御ユニット 2 の実施形態について、図面を参照して説明する。図 1 は、本実施形態に係る車両用駆動装置 1 の概略構成を示す模式図である。この図に示すように、車両用駆動装置 1 を搭載した車両 3 は、駆動力源としてエンジン 11 及び回転電機 12 の双方を備えたハイブリッド車両とされている。そして、車両用駆動装置 1 は、駆動力源としてのエンジン 11 及び回転電機 12 に駆動連結される入力軸 I と、車輪 17 に駆動連結される出力軸 O と、複数の係合要素 C1、B1・・・を備えると共に複数の変速段を切替可能に備え、入力軸 I の回転速度を各変速段の変速比で変速して出力軸 O に伝達する変速装置 13 と、を備えている。また、車両 3 には、車両用駆動装置 1 を制御対象とし、複数の係合要素 C1、B1・・・の係合及び解放を制御することにより、変速装置 13 において少なくともトルク相 P<sub>t</sub>（図 2 及び図 3 を参照）を経て行われる変速段の切り替えを制御する車両制御ユニット 2 が備えられている。なお、本実施形態においては、入力軸 I 及び出力軸 O がそれぞれ本発明における「入力部材」及び「出力部材」に相当し、車両制御ユニット 2 が本発明における「車両用制御装置」に相当する。

[0025] このような構成において、本実施形態に係る車両制御ユニット 2 は、変速動作中におけるトルク相 P<sub>t</sub> の終了を判定するフェーズ判定部 31 と、フェーズ判定部 31 によりトルク相 P<sub>t</sub> が終了したと判定された後、入力軸 I へ入力される入力トルクを、入力軸 I の回転加速度（＝回転速度変化率）A が

入力軸 I の目標回転加速度（＝目標回転速度変化率） $A_0$  となるように導出した入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する回転電機制御部 22 と、入力軸 I の回転加速度  $A$  が目標回転加速度  $A_0$  となるように係合側要素  $E_e$  への供給油圧をフィードバック制御する係合側油圧制御部 28 と、を備える点に特徴を有する。これにより、摩擦係数の変化による係合側要素  $E_e$  の伝達トルク容量の変動を抑制して、出力軸 O に伝達されるトルク変動を抑制することが可能な車両制御ユニット 2 が実現されている。以下、本実施形態に係る車両用駆動装置 1 及び車両制御ユニット 2 について、詳細に説明する。

[0026] 1. 車両用駆動装置の駆動伝達系の構成

エンジン 11 は、燃料の燃焼により駆動される内燃機関であり、例えば、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの公知の各種エンジンを用いることができる。エンジン 11 は、入力クラッチ 14 を介して入力軸 I に駆動連結されている。本例では、エンジン 11 のクランクシャフト等のエンジン出力軸  $E_o$  が、入力クラッチ 14 を介して入力軸 I に駆動連結されている。入力軸 I は、回転電機 12 のロータ（不図示）と一体回転するように駆動連結されている。

[0027] 回転電機 12 は、ロータとステータ（不図示）とを有して構成され、電力の供給を受けて動力を発生するモータ（回転機）としての機能と、動力の供給を受けて電力を発生するジェネレータ（発電機）としての機能とを果たすことが可能とされている。そのため、回転電機 12 は、不図示の蓄電装置と電氣的に接続されている。本例では、蓄電装置としてバッテリーが用いられている。なお、蓄電装置としてキャパシタ等を用いても好適である。回転電機 12 は、バッテリーから電力の供給を受けて力行し、或いは、車輪 17 から伝達される駆動力により発電した電力をバッテリーに供給して蓄電させる。なお、以下では回転電機 12 による発電を「回生」と称する場合がある。また、入力軸 I と一体回転する回転電機 12 のロータは、変速装置 13 に駆動連結されている。

[0028] 変速装置 13 は、変速比の異なる複数の変速段を有する有段の自動変速装置である。変速装置 13 は、これら複数の変速段を形成するため、遊星歯車機構等の歯車機構と複数の係合要素 B 1、C 1、・・・とを備えている。本例では、複数の係合要素 B 1、C 1、・・・は、それぞれ摩擦材を有して構成されるクラッチやブレーキ等の摩擦係合要素である。これらの係合要素 B 1、C 1、・・・は、供給される油圧を制御することによりその伝達トルク容量の増減を連続的に制御することが可能なクラッチ（ブレーキを含む、以下同様）とされている。このようなクラッチとしては、例えば湿式多板クラッチ等が好適に用いられる。図 1 には、複数の係合要素の一例として、第一クラッチ C 1 及び第一ブレーキ B 1 が模式的に示されている。複数の係合要素の係合又は解放を切り替えることにより、歯車機構が有する複数の回転要素の回転状態が切り替えられて、変速段の切り替えが行われる。

[0029] 変速段の切り替えに際しては、変速前において係合している係合要素のうちの一つを解放させると共に、変速前において解放されている係合要素のうちの一つを係合させる、いわゆる架け替え変速が行われる。以下の説明では、一例として、第 2 速段から第 3 速段への変速（以下、「2－3 アップシフト」と称する。）が行われる場合には、第一ブレーキ B 1 を解放させると共に第一クラッチ C 1 を係合させるものとする。この場合、第 3 速段から第 2 速段への変速（以下、「3－2 ダウンシフト」と称する。）が行われる場合には、第一クラッチ C 1 を解放させると共に第一ブレーキ B 1 を係合させることになる。

[0030] 変速動作中においては、プレ制御相  $P_p$ 、トルク相  $P_t$ 、及びイナーシャ相  $P_i$ （図 2 及び図 3 を参照）の各相（各フェーズ）を経て、各変速段間の切り替えが行われる。ここで、「プレ制御相  $P_p$ 」とは、変速装置 13 において目標変速段が変更された時点から、係合される係合要素（例えば、3－2 ダウンシフト時における第一ブレーキ B 1）が伝達トルク容量を持ち始める時点までの期間をいう。また、「トルク相  $P_t$ 」とは、係合される係合要素（同じく第一ブレーキ B 1）が伝達トルク容量を持ち始める時点から、実

ギヤ比（＝入出力回転速度比；出力軸Oの回転速度に対する入力軸Iの回転速度の比、以下同様）が変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側に向かって変動し始める時点までの期間をいう。また、「イナーシャ相 $P_i$ 」とは、実ギヤ比が変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側に向かって変動し始める時点（＝トルク相 $P_t$ の終了時点）から実ギヤ比が変速後の目標変速段の変速比になる時点までの期間をいう。本実施形態においては、車両制御ユニット2により、変速動作中の各時点におけるフェーズが判定されると共に、判定されたフェーズに応じて回転電機12の出力トルクや各係合要素への供給油圧等が制御される構成となっている。詳細については後述する。

[0031] 変速装置13は、各変速段について設定された所定の変速比で、入力軸Iの回転速度を変速すると共にトルクを変換して、出力軸Oへ伝達する。変速装置13から出力軸Oへ伝達されたトルクは、ディファレンシャル装置16を介して左右二つの車輪17に分配されて伝達される。なお本例では、車両用駆動装置1は、入力軸I及び出力軸Oが同軸上に配置された一軸構成とされている。

[0032] 2. 車両制御ユニットの構成

次に、本実施形態に係る車両制御ユニット2の構成について説明する。車両用駆動装置1の制御を行なうための車両制御ユニット2は、図1に示すように、車両用駆動装置1の各部の動作制御を行う中核部材としての機能を果たしている。この車両制御ユニット2は、CPU等の演算処理装置を中核部材として備えると共に、当該演算処理装置からデータを読み出し及び書き込みが可能に構成されたRAM（ランダム・アクセス・メモリ）や、演算処理装置からデータを読み出し可能に構成されたROM（リード・オンリ・メモリ）等の記憶装置等を有して構成されている（不図示）。そして、ROM等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、車両制御ユニット2の各機能部21～36が構成される。これらの各機能部21～36は、互いに情報の受

け渡しを行うことができるように構成されている。また、この車両用駆動装置 1 は、各機能部 2 1 ~ 3 6 による各機能を適切に実現可能とするため、車両 3 の各部に設けられた複数のセンサ S e 1 ~ S e 4 を備えている。以下では、車両制御ユニット 2 の各機能部 2 1 ~ 3 6 について、詳細に説明する。

[0033] エンジン回転速度センサ S e 1 は、エンジン出力軸 E o (エンジン 1 1) の回転速度を検出するセンサである。ロータ回転センサ S e 2 は、回転電機 1 2 のステータに対するロータの回転位置を検出するセンサである。ロータ回転センサ S e 2 によるロータの回転位置は、回転電機 1 2 を駆動するための電流指令値や電流位相を精密に決定するため、非常に高い精度で検出される。このようなロータ回転センサ S e 2 として、本実施形態ではレゾルバが用いられている。出力軸回転速度センサ S e 3 は、出力軸 O の回転速度を検出するセンサである。ここで、出力軸 O はディファレンシャル装置 1 6 のみを介して車輪 1 7 に駆動連結されているので、出力軸回転速度センサ S e 3 により検出される出力軸 O の回転速度は車速に比例して定まる。アクセル開度検出センサ S e 4 は、アクセルペダル 1 8 の操作量を検出することによりアクセル開度を検出するセンサである。これらの各センサ S e 1 ~ S e 4 による検出結果を示す情報は、車両制御ユニット 2 へ出力される。

[0034] エンジン制御部 2 1 は、エンジン 1 1 の動作制御を行なう機能部である。エンジン制御部 2 1 はエンジン制御手段として機能する。エンジン制御部 2 1 は、エンジン動作点を決定し、当該エンジン動作点でエンジン 1 1 を動作させるように制御する処理を行う。ここで、エンジン動作点は、エンジン 1 1 の制御目標点を表す制御指令値であって、回転速度及びトルクにより定まる。より詳細には、エンジン動作点は、車両要求出力と最適燃費とを考慮して決定されるエンジン 1 1 の制御目標点を表す指令値であって、トルク指令値と回転速度指令値とにより定まる。そして、エンジン制御部 2 1 は、エンジン動作点に示されるトルク及び回転速度で動作するようにエンジン 1 1 の動作を制御する。

[0035] 目標変速段決定部 2 6 は、変速装置 1 3 における目標変速段を決定する機

能部である。目標変速段決定部 26 は目標変速段決定手段として機能する。目標変速段決定部 26 は、車両 3 のアクセル開度及び車速に基づいて変速装置 13 における目標変速段を決定する。このような目標変速段を決定するため、目標変速段決定部 26 は、不図示のメモリに格納された変速マップを参照する。変速マップは、アクセル開度及び車速と、変速装置 13 における目標変速段との関係を規定したマップである。変速マップには複数のアップシフト線と複数のダウンシフト線とが設定されており、車速及びアクセル開度の変化して変速マップ上でアップシフト線又はダウンシフト線を跨ぐと、目標変速段決定部 26 は、変速装置 13 における新たな目標変速段を決定することになる。なお、ここでは、アップシフトとは変速比（＝減速比、以下同様）の大きい変速段から変速比の小さい変速段への切り替えを意味し、ダウンシフトとは変速比の小さい変速段から変速比の大きい変速段への切り替えを意味する。目標変速段決定部 26 により決定された目標変速段は、切替制御部 27 へ出力される。

- [0036] 切替制御部 27 は、目標変速段決定部 26 により決定された目標変速段に変更があった場合に、変速装置 13 における変速段を切り替える制御を行う機能部である。切替制御部 27 は切替制御手段として機能する。切替制御部 27 は、新たな目標変速段に応じて複数の係合要素 C 1、B 1、・・・への供給油圧を制御することにより、変速装置 13 における変速段を切り替える。この際、切替制御部 27 は、変速前において係合していた係合要素のうちの一つを解放させると共に、変速前において解放されていた係合要素のうちの一つを係合させる。例えば上述したように、3-2 ダウンシフトが行われる場合には、切替制御部 27 は、第一クラッチ C 1 を解放させると共に第一ブレーキ B 1 を係合させる。以下の説明においては、変速段の切り替えに際して、3-2 ダウンシフトの際の第一ブレーキ B 1 のように変速段の切替後に係合される側の係合要素を「係合側要素 E e」とし、3-2 ダウンシフトの際の第一クラッチ C 1 のように変速段の切替後に解放される側の係合要素を「解放側要素 E r」とする。

- [0037] 目標変速段の変更に伴う係合側要素 $E_e$ の係合及び解放側要素 $E_r$ の解放は、切替制御部27の下位の機能部として備えられる係合側油圧制御部28及び解放側油圧制御部29により制御される。係合側油圧制御部28は、係合される側の係合要素（係合側要素 $E_e$ ）への作動油の供給油圧を制御する機能部である。係合側油圧制御部28は係合制御手段として機能する。係合側油圧制御部28は、係合側要素 $E_e$ への供給油圧の指令値である係合側油圧指令値 $C_e$ を生成し、当該係合側油圧指令値 $C_e$ を変速装置13内に備えられた係合側要素 $E_e$ に対応する不図示の制御弁へ出力して、係合側油圧指令値 $C_e$ に応じて制御弁の動作を制御することにより、係合側要素 $E_e$ への供給油圧を制御する。
- [0038] 係合側油圧制御部28は、図2及び図3に示すように、目標変速段が変更されてプレ制御相 $P_p$ となると、係合側要素 $E_e$ へプリチャージ油圧を供給してその後の係合動作に備えさせる。その後、後述する差回転速度 $\Delta N$ が略一定となったことを条件として、係合側油圧制御部28は、プレ制御相 $P_p$ からトルク相 $P_t$ にかけて係合側要素 $E_e$ への供給油圧を上昇させる。このとき、係合側油圧制御部28は、係合側油圧指令値 $C_e$ を予め設定された一定の変化率で上昇させることにより、係合側要素 $E_e$ への供給油圧を一定の変化率で上昇させる。
- [0039] また、本実施形態においては、係合側油圧制御部28は、イナーシャ相 $P_i$ では、入力軸Iの回転加速度が所定の目標回転加速度となるように係合側要素 $E_e$ への供給油圧をフィードバック制御する。その際、後述するように回転電機制御部22は、変速過程の終期 $P_{ie}$ を除くイナーシャ相 $P_i$ の略全体に亘って、回転電機12による入力軸Iへの入力トルクを、後述する目標回転加速度導出部35により導出される入力軸Iの目標回転加速度 $A_0$ となるように導出した入力トルク変化量 $\Delta T$ だけ増加又は減少させた状態で、入力トルクを一定の値に維持するように制御する。ここでは、係合側油圧制御部28は、後述する入力軸回転速度導出部33により導出される入力軸Iの実際の回転加速度 $A$ が、後述する目標回転加速度導出部35により導出さ

れる入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  となるように係合側油圧指令値  $C_e$  を逐次修正して、係合側要素  $E_e$  への供給油圧を制御する。

[0040] ここで、本実施形態において用いられている第一ブレーキ  $B_1$  や第一クラッチ  $C_1$  等のように摩擦材を備えて構成される摩擦係合要素では、互いに係合される二つの回転要素（非回転部材を含む、以下同様）間の回転速度差や摩擦係合要素の温度等によって、1回の変速動作中においても摩擦材における摩擦係数が一定値とはならず不規則に変動し得る。そのため、例えば係合側油圧指令値  $C_e$  を予め設定した所定の変化率で変化させたとしても、現実的には上記摩擦係数の変化により係合側要素  $E_e$  における伝達トルク容量は、予め設定した所定の変化率に完全には一致せずに不規則に変動することになる。その結果、出力軸 O に伝達されるトルクも変動してしまう可能性がある。

[0041] この点、本実施形態では、イナーシャ相  $P_i$  において、後述するように回転電機制御部 22 が回転電機 12 による入力軸 I への入力トルクを所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少させた状態で入力トルクを一定の値に維持する。ここで、係合要素における伝達トルク容量が一定に保たれる理想状態では、入力軸 I の実際の回転加速度  $A$  は一定値に保たれるはずである。逆に、入力軸 I の実際の回転速度が入力トルク変化量  $\Delta T$  に応じた一定の時間変化率（回転加速度）で変化する場合には、係合要素における伝達トルク容量は略一定に保たれるはずである。そこで本実施形態においては、回転電機 12 による入力軸 I への入力トルクを入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  に基づいて導出される入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少させた状態で、係合側油圧制御部 28 は、入力軸 I の実際の回転加速度  $A$  が目標回転加速度  $A_0$  となるように係合側要素  $E_e$  への供給油圧をフィードバック制御する。このようにすれば、1回の変速動作中における摩擦材の摩擦係数の不規則な変動の影響を係合側要素  $E_e$  への供給油圧制御により吸収して、係合側要素  $E_e$  の伝達トルク容量を略一定に維持することが容易となる。従って、容易に、変速動作中における出力軸 O のトルク変動を抑制することができる。

[0042] また、本実施形態においては、イナーシャ相  $P_i$  における変速過程の終期  $P_{ie}$  では、係合側油圧制御部 28 は、係合側要素  $E_e$  への供給油圧を一定の値に維持させるように係合側油圧指令値  $C_e$  を一定の値に固定する。なお、変速過程の終期  $P_{ie}$  は、入力軸  $I$  の実際の回転速度  $N_I$  が、後述する推定回転速度導出部 34 により導出される変速後推定回転速度  $N_a$  に近づいた（例えば図 2 及び図 3 を参照して、変速前推定回転速度  $N_b$  を基準として、入力軸  $I$  の実際の回転速度  $N_I$  が変速前推定回転速度  $N_b$  と変速後推定回転速度  $N_a$  との間の回転速度差の 60～95% 以上変化した）こと等により判定することができる。更に、係合側油圧制御部 28 は、入力軸  $I$  の実際の回転速度  $N_I$  が変速後推定回転速度  $N_a$  に等しくなり実ギヤ比が変速後の目標変速段の変速比になると、係合側油圧指令値  $C_e$  を完全係合圧まで一気に上昇させる。

[0043] 解放側油圧制御部 29 は、解放される側の係合要素（解放側要素  $E_r$ ）への作動油の供給油圧を制御する機能部である。解放側油圧制御部 29 は解放制御手段として機能する。解放側油圧制御部 29 は、解放側要素  $E_r$  への供給油圧の指令値である解放側油圧指令値  $C_r$  を生成し、当該解放側油圧指令値  $C_r$  を変速装置 13 内に備えられた解放側要素  $E_r$  に対応する不図示の制御弁へ出力して、解放側油圧指令値  $C_r$  に応じて制御弁の動作を制御することにより、解放側要素  $E_r$  への供給油圧を制御する。

[0044] 本実施形態では、解放側油圧制御部 29 は、図 2 及び図 3 に示すように、係合側要素  $E_e$  へのプリチャージ油圧の供給が完了すると、プレ制御相  $P_p$  からトルク相  $P_t$  にかけて、差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧をフィードバック制御する。ここでは、解放側油圧制御部 29 は、後述する差回転速度導出部 32 により導出される差回転速度  $\Delta N$  が、予め定められた微小スリップ量に略等しい値を維持するように解放側油圧指令値  $C_r$  を逐次修正する。また、解放側油圧制御部 29 は、トルク相  $P_t$  の終了が判定されると解放側油圧指令値  $C_r$  を低下させてゼロとし、イナーシャ相  $P_i$  においては解放側油圧指令値  $C_r$  をそのままゼロに維持する。

[0045] フェーズ判定部 31 は、変速動作中の各時点におけるフェーズ（相）を判定する機能部である。フェーズ判定部 31 は相判定手段として機能する。フェーズ判定部 31 は、変速動作中の各時点におけるフェーズが、プレ制御相  $P_p$ 、トルク相  $P_t$ 、及びイナーシャ相  $P_i$  のいずれの状態にあるかを判定する。フェーズ判定部 31 により判定されたフェーズ状態は、回転電機制御部 22、係合側油圧制御部 28、及び解放側油圧制御部 29 に出力され、各相における各機能部による制御がそれぞれ実行される。

[0046] ここで、「変速動作中」とは、変速装置 13 において目標変速段が変更された時点から、実ギヤ比が変速後の目標変速段の変速比になる時点までの期間をいう。本実施形態においては、フェーズ判定部 31 は、変速動作中におけるトルク相  $P_t$  の開始及び終了のタイミングを判定することにより、変速動作中の各時点におけるフェーズ状態を判定する構成とされている。すなわち、フェーズ判定部 31 は、変速動作の開始（＝変速装置 13 において目標変速段が変更された時点）からトルク相  $P_t$  の開始が判定されるまでの期間をプレ制御相  $P_p$  であると判定し、トルク相  $P_t$  の開始が判定されてからトルク相  $P_t$  の終了が判定されるまでの期間をトルク相  $P_t$  であると判定し、トルク相  $P_t$  の終了が判定されてから変速動作の終了（＝実ギヤ比が変速後の目標変速段の変速比になる時点）までの期間をイナーシャ相  $P_i$  であると判定する。そこで、次に、フェーズ判定部 31 によるトルク相  $P_t$  の開始及び終了のタイミングの判定手法について説明する。

[0047] まず、トルク相  $P_t$  の開始のタイミングの判定手法について説明する。上記のとおり、プレ制御相  $P_p$  において、解放側油圧制御部 29 は、差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧のフィードバック制御を開始する。なお、このとき入力軸 I の回転速度は、図 2 及び図 3 に示すように、変速前推定回転速度  $N_b$  に対して変速後推定回転速度  $N_a$  とは反対方向に変化（ダウンシフトにおいては低下、アップシフトにおいては上昇）する。このことは、実ギヤ比が変速前の目標変速段の変速比に対して変速後の目標変速段の変速比とは反対方向に変化することに対応する。差回転速

度 $\Delta N$ が略一定の状態となった後、係合側油圧制御部 28 は係合側要素 E e への供給油圧を一定の変化率で上昇させる。その間、解放側油圧制御部 29 による上記フィードバック制御は継続して常時行なわれている。係合側要素 E e への供給油圧がストロークエンド圧以下の状態では、係合側要素 E e が伝達トルク容量を持つことはないので、解放側油圧制御部 29 によるフィードバック制御系は安静に維持され差回転速度 $\Delta N$ も略一定の状態を維持する。係合側要素 E e への供給油圧が上昇してやがてストロークエンド圧に達すると、係合側要素 E e が伝達トルク容量を持ち始めてトルク相 P t が実際に開始される。

[0048] 係合側要素 E e における伝達トルク容量の増加は、解放側油圧制御部 29 によるフィードバック制御系に対して外乱として作用する。すなわち、係合側要素 E e における伝達トルク容量の増加により、入力軸 I の実際の回転速度 $N_I$ が変化（ダウンシフトにおいては上昇、アップシフトにおいては低下）しようとするので、差回転速度 $\Delta N$ も変化（ダウンシフト及びアップシフトいずれの場合も低下）しようとする。このように、差回転速度 $\Delta N$ が略一定となるように解放側要素 E r への供給油圧がフィードバック制御されている状態では、係合側要素 E e への供給油圧の上昇に起因して差回転速度 $\Delta N$ に変化が生じる。このような差回転速度 $\Delta N$ に変化が生じるタイミングは、トルク相 P t の実際の開始タイミングと 1 対 1 に対応する。

[0049] そこで、フェーズ判定部 31 は、係合側要素 E e への供給油圧の上昇に起因する差回転速度 $\Delta N$ の変化に伴って生じる現象を検出したことを条件として、トルク相 P t が開始されたと判定する。ここで、入力軸 I の実際の回転速度 $N_I$ が変化（ダウンシフト中においては上昇、アップシフト中においては低下）して差回転速度 $\Delta N$ が低下すると、解放側油圧制御部 29 は、その変化を打ち消すように解放側要素 E r への供給油圧をフィードバック制御する。これにより入力軸 I の実際の回転速度 $N_I$ が更に反対方向に変化（ダウンシフト中においては低下、アップシフト中においては上昇）して、差回転速度 $\Delta N$ が上昇して再度元の状態に戻る。すなわち、解放側油圧制御部 29 によ

り差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧がフィードバック制御されているため、差回転速度  $\Delta N$  は、図 2 及び図 3 において白抜き矢印で示すように、略一定の状態から一時的に低下した後、再度元の状態に戻る。この状態で、係合側要素  $E_e$  への供給油圧は引き続き上昇されるので、解放側油圧制御部 29 は、元に戻った状態の差回転速度  $\Delta N$  をそのまま維持させようとして、図 2 及び図 3 において太矢印で示すように、解放側油圧指令値  $C_r$  を大きく低下させて解放側要素  $E_r$  への供給油圧を大きく低下させる。従って、本実施形態においては、差回転速度  $\Delta N$  の変化に伴って生じる現象には、差回転速度  $\Delta N$  自体の経時変化と解放側油圧指令値  $C_r$  の経時変化とが含まれる。

[0050] そこで、本実施形態においては、フェーズ判定部 31 は、係合側要素  $E_e$  への供給油圧の上昇に起因する差回転速度  $\Delta N$  の変化に伴って生じる現象として、

(1) 差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態から所定の開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  以上低下したこと、

(2) 解放側油圧指令値  $C_r$  が、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態における値を基準として所定の開始判定変化量  $\Delta C_r$  以上低下したこと、

の 2 つの現象を検出対象としている。そして、フェーズ判定部 31 は、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態から所定の開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  以上低下したことの検出、及び、解放側油圧指令値  $C_r$  が、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態における値を基準として所定の開始判定変化量  $\Delta C_r$  以上低下したことの検出、のいずれか一方を条件としてトルク相  $P_t$  が開始されたと判定する。

[0051] ここで、(1) を検出対象とするのは、当該 (1) の現象が、トルク相  $P_t$  の実際の開始タイミングと 1 対 1 に対応してまず最初に現れる現象だからである。(1) の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が開始されたと判定することで、変速動作中におけるトルク相  $P_t$  の開始を極めて正確に判定することができる。なお、開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  としては、係合側要素  $E_e$  にお

ける伝達トルク容量の増加により解放側油圧制御部 29 によるフィードバック制御系が影響を受けて差回転速度  $\Delta N$  が低下したことを適切に判定することができる程度の値を設定しておくが良い。例えば、実験等に基づいて予め設定された所定の係数と差回転速度  $\Delta N$  との積算値を開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  とすることができる。但し、(1) の現象は変速動作中において 1 度だけ現れる現象であると共に、解放側油圧制御部 29 によるフィードバック制御系の作用により比較的早期に消失してしまう現象であるので、その検出に失敗する可能性がないとは言い切れない。特に、解放側油圧制御部 29 によるフィードバック制御系の制御応答性を高く設定した場合には、差回転速度  $\Delta N$  の低下幅が極めて小さくなりこれを検出することができない可能性がある。この点、解放側油圧指令値  $C_r$  は上昇することなく低下するのみであるので、所定値を基準とする解放側油圧指令値  $C_r$  の変化量は一方向に変化して増大するのみである。よって、その検出は常に可能であり失敗することもない。そこで、(2) を検出対象として当該 (2) の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が開始されたと判定することで、変速動作中におけるトルク相  $P_t$  の開始を正確かつ確実に判定することができる。

[0052] 次に、トルク相  $P_t$  の終了のタイミングの判定手法について説明する。上記のとおり、トルク相  $P_t$  の終了時点は、実ギヤ比が変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側に向かって変動し始める時点である。ここで、トルク相  $P_t$  中は差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧のフィードバック制御が行なわれており、実ギヤ比が変速前の目標変速段の変速比に対して変速後の目標変速段の変速比とは反対方向に変化している。従って本実施形態では、実ギヤ比が変速後の目標変速段の変速比側に変化して、やがて変速前の目標変速段の変速比に一致すると共に変速前の目標変速段の変速比に対して変速後の目標変速段の変速比側に向かって変動し始める時点が、トルク相  $P_t$  の終了時点となる。

[0053] 解放側油圧制御部 29 がフィードバック制御を継続して常時行なっている状態で、係合側油圧制御部 28 が係合側要素  $E_e$  への供給油圧を一定の変化

率で上昇させ続けると、やがて解放側要素 $E_r$ への供給油圧がストロークエンド圧以下となって解放側要素 $E_r$ が伝達トルク容量を持たなくなる。すると、解放側油圧制御部29によるフィードバック制御系によってでは入力軸Iの実際の回転速度 $N_I$ の変化（ダウンシフトにおいては上昇、アップシフトにおいては低下）を吸収しきれなくなる。この時点において差回転速度 $\Delta N$ がゼロとなり、変速前の目標変速段の変速比よりも変速後の目標変速段の変速比側に向かって実ギヤ比が変動し始める。

[0054] そこで、フェーズ判定部31は、解放側油圧指令値 $C_r$ が、解放側要素 $E_r$ における伝達トルク容量がゼロとなる油圧に相当する所定の解放判定値 $C_{r1}$ 以下となったことの検出を条件として、トルク相 $P_t$ が終了したと判定する。そのような解放判定値 $C_{r1}$ には、解放側要素 $E_r$ における伝達トルク容量がゼロとなる油圧であるストロークエンド圧以下の油圧に相当する値が設定される。本実施形態では、解放側要素 $E_r$ における伝達トルク容量がゼロとなる油圧の最大値であるストロークエンド圧に相当する値が設定されている。本実施形態では、上記のとおりトルク相 $P_t$ では解放側油圧制御部29がフィードバック制御を継続して常時行っており、これにより解放側油圧指令値 $C_r$ は逐次更新されている。この逐次更新される解放側油圧指令値 $C_r$ を利用することで、変速動作中におけるトルク相 $P_t$ の終了を極めて正確に判定することができる。

[0055] また、本実施形態においては、フェーズ判定部31は、トルク相 $P_t$ が開始されたと判定された後に差回転速度 $\Delta N$ が低下してゼロとなったことを検出した場合には、解放側油圧指令値 $C_r$ が解放判定値 $C_{r1}$ 以下となる前であってもトルク相 $P_t$ が終了したと判定する。上記のとおり、差回転速度 $\Delta N$ が低下してゼロとなる時点が、本実施形態ではトルク相 $P_t$ の終了時点とみなされる時点だからである。更に本実施形態においては、フェーズ判定部31は、係合側油圧指令値 $C_e$ が予め設定された所定の終了判定値 $C_{e1}$ 以上となったことを検出した場合にも、解放側油圧指令値 $C_r$ が解放判定値 $C_{r1}$ 以下となる前であってもトルク相 $P_t$ が終了したと判定する。このよう

な終了判定値  $C_{e1}$  には、解放側油圧指令値  $C_r$  が解放判定値  $C_{r1}$  となる時点における係合側油圧指令値  $C_e$ （ここでは、これを完全解放時係合側油圧指令値  $C_{e2}$  とする）の学習値を設定すると好適である。このような学習値は、例えば、不図示のメモリ等に記憶された複数の完全解放時係合側油圧指令値  $C_{e2}$  の平均値とすることができる。

[0056] このように、本実施形態では、フェーズ判定部 31 は、（A）解放側油圧指令値  $C_r$  が所定の解放判定値  $C_{r1}$  以下となったことの検出、（B）トルク相  $P_t$  が開始されたと判定された後に差回転速度  $\Delta N$  が低下してゼロとなったことの検出、及び、（C）係合側油圧指令値  $C_e$  が予め設定された所定の終了判定値  $C_{e1}$  以上となったことの検出、のいずれか一つを条件として、トルク相  $P_t$  が終了したと判定する。このようにすることで、変速動作中におけるトルク相  $P_t$  の終了を正確かつ確実に判定することができる。

[0057] 差回転速度導出部 32 は、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  と所定の目標回転速度との間の回転速度の差である差回転速度  $\Delta N$  を導出する機能部である。差回転速度導出部 32 は差回転速度導出手段として機能する。本実施形態では、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  は入力軸回転速度導出部 33 により導出される。また、所定の目標回転速度としては、変速前（目標変速段の変更前）における入力軸 I の推定回転速度（＝変速前推定回転速度  $N_b$ ）が設定されている。変速前推定回転速度  $N_b$  は推定回転速度導出部 34 により導出される。本実施形態においては、差回転速度導出部 32 は、入力軸回転速度導出部 33 により導出される入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  から、推定回転速度導出部 34 により導出される変速前推定回転速度  $N_b$  を減算し、得られた結果の絶対値として差回転速度  $\Delta N$  を導出する。差回転速度導出部 32 より導出された差回転速度  $\Delta N$  は、係合側油圧制御部 28、開放側油圧制御部 29、及びフェーズ判定部 31 に出力される。

[0058] 入力軸回転速度導出部 33 は、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  を導出する機能部である。入力軸回転速度導出部 33 は入力軸回転速度導出手段として機能する。入力軸回転速度導出部 33 は、ロータ回転センサ  $S_{e2}$  により検

出されるロータの回転位置の情報に基づいて、回転電機 12 のロータの実際の回転速度を導出することにより入力軸 I の回転速度  $N_I$  を導出する。ここで、回転電機 12 のロータには入力軸 I が一体的に駆動連結されているので、回転電機 12 のロータの回転速度は入力軸 I の回転速度  $N_I$  に一致する。本実施形態では、上記のとおりロータ回転センサ  $S_e 2$  としてレゾルバが用いられており、回転電機 12 のロータの回転位置は非常に高い精度で検出される。よって、入力軸回転速度導出部 33 は、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  についても非常に高い精度で導出することができるようになっている。これにより、差回転速度導出部 32 も、非常に高い精度で差回転速度  $\Delta N$  を導出することができる。本実施形態においては、入力軸回転速度導出部 33 は、更に入力軸 I の実際の回転加速度  $A$  も導出するように構成されている。当然ながら、入力軸回転速度導出部 33 は、入力軸 I の実際の回転加速度  $A$  についても非常に高い精度で導出することができる。入力軸回転速度導出部 33 により導出された入力軸 I の回転速度  $N_I$  は、フェーズ判定部 31、差回転速度導出部 32 等に出力される。また、入力軸 I の回転加速度  $A$  は、係合側油圧制御部 28 に出力される。

[0059] 推定回転速度導出部 34 は、出力軸 O の回転速度と変速装置 13 で設定された目標変速段の変速比とに基づいて、入力軸 I の推定回転速度を導出する機能部である。推定回転速度導出部 34 は推定回転速度導出手段として機能する。本実施形態では、推定回転速度導出部 34 は、目標変速段の変更前における入力軸 I の推定回転速度である変速前推定回転速度  $N_b$  と目標変速段の変更後における入力軸 I の推定回転速度である変速後推定回転速度  $N_a$  とを導出する。ここで、変速前推定回転速度  $N_b$  は、出力軸回転速度センサ  $S_e 3$  により検出される出力軸 O の回転速度と変速前（目標変速段の変更前）における変速装置 13 の目標変速段の変速比とに基づいて導出される。具体的には、変速前推定回転速度  $N_b$  は、出力軸 O の回転速度と変速前の目標変速段の変速比との乗算値として導出される。また、変速後推定回転速度  $N_a$  は、出力軸 O の回転速度と変速後（目標変速段の変更後）における変

速装置 13 の目標変速段の変速比とに基づいて導出される。具体的には、変速後推定回転速度  $N_a$  は、出力軸 O の回転速度と変速後の目標変速段の変速比との乗算値として導出される。推定回転速度導出部 34 により導出された変速前推定回転速度  $N_b$  及び変速後推定回転速度  $N_a$  は、差回転速度導出部 32 等に出力される。

[0060] 目標回転加速度導出部 35 は、入力軸 I の回転加速度（＝回転速度変化率） $A$  の目標値である目標回転加速度（＝目標回転速度変化率） $A_0$  を導出する機能部である。目標回転加速度導出部 35 は目標回転加速度導出手段（目標回転速度変化率導出手段）として機能する。入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  は、イナーシャ相  $P_i$  が目標時間  $T_{P_i}$  で完了できるように、変速後推定回転速度  $N_a$  と変速前推定回転速度  $N_b$  とに基づいて導出される。具体的には、目標回転加速度  $A_0$  は、変速後推定回転速度  $N_a$  から変速前推定回転速度  $N_b$  を減算した減算値を、イナーシャ相  $P_i$  の目標時間  $T_{P_i}$ （図 2 及び図 3 における時刻  $T_4$  から  $T_6$  までの時間に相当）で除算した除算値として導出される。この場合、入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  は一定の値となる。目標回転加速度導出部 35 により導出された入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  は、入力トルク変化量導出部 36 及び係合側油圧制御部 28 に出力される。

[0061] 入力トルク変化量導出部 36 は、入力軸 I の実際の回転加速度  $A$  を目標回転加速度  $A_0$  とするために必要な入力軸 I のトルクの変化量である入力トルク変化量  $\Delta T$  を導出する機能部である。入力トルク変化量導出部 36 は入力トルク変化量導出手段として機能する。本実施形態においては、後述するようにイナーシャ相  $P_i$  の略全体に亘って、入力軸 I への入力トルクが所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少される。この場合、係合要素における伝達トルク容量が一定に保たれる理想状態では、入力軸 I の回転加速度  $A$  は入力トルク変化量  $\Delta T$  に応じて決まり、逆に、入力トルク変化量  $\Delta T$  は入力軸 I の回転加速度  $A$  に応じて決まる。そこで、入力トルク変化量導出部 36 は、目標回転加速度導出部 35 で導出された入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  に基づいて入力トルク変化量  $\Delta T$  を導出する。具体的には、入力軸 I の回

転イナーシャを既知として、目標回転加速度導出部 35 で導出された入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  と入力軸 I の回転イナーシャとを乗算することにより、入力トルク変化量  $\Delta T$  を導出する。入力軸 I の回転加速度  $A$  は一定の値であるので、入力トルク変化量  $\Delta T$  も一定の値となる。入力トルク変化量導出部 36 により導出された入力トルク変化量  $\Delta T$  は、回転電機制御部 22 に出力される。

[0062] 回転電機制御部 22 は、回転電機 12 の動作制御を行う機能部である。回転電機制御部 22 は回転電機制御手段として機能する。回転電機制御部 22 は、回転電機動作点を決定し、当該回転電機動作点で回転電機 12 を動作させるように制御する処理を行う。ここで、回転電機動作点は、回転電機 12 の制御目標点を表す制御指令値であって、回転速度及びトルクにより定まる。より詳細には、回転電機動作点は、車両要求出力や回生制動時における回生トルク、変速動作中における出力軸 O への伝達トルク変動等を考慮して決定される回転電機 12 の制御目標点を表す指令値であって、トルク指令値と回転速度指令値とにより定まる。そして、回転電機制御部 22 は、回転電機動作点に示されるトルク及び回転速度で動作するように回転電機 12 の動作を制御する。

[0063] 本実施形態では、車両用駆動装置 1 は、エンジン 11 に駆動連結されると共に駆動力源としての回転電機 12 を備えたハイブリッド駆動装置とされている。このようなハイブリッド駆動装置では、車両 3 の走行状態に応じて回転電機 12 が力行又は回生を行っている場面が多い。そこで、以下では、回転電機 12 がトルク（回転方向に対して同方向のトルクである駆動トルク、又は回転方向に対して反対方向のトルクである回生トルク）を出力している状態で変速装置 13 により変速段の切り替えが行われる状況において本発明が適用される場合を例として説明する。

[0064] 本実施形態では、回転電機制御部 22 は、トルク相  $P_t$  において、係合側要素  $E_e$  への供給油圧の変化量に対応した変化量で回転電機 12 のトルクを変化させる。図 2 は、回転電機 12 が回生トルクを出力して回生を行なって

いる状態で変速装置 13 により変速比（＝減速比）の小さい変速段から変速比の大きい変速段への切り替え（以下、回生ダウンシフトと称する場合がある。）が行われる場合におけるタイムチャートである。図 2 に示すように、回生ダウンシフトが行われる場合には、回転電機制御部 22 は、トルク相  $P_t$  において、係合側要素  $E_e$  への供給油圧の変化量に対応した変化量で入力トルクを増加させる。本実施形態では、係合側要素  $E_e$  への供給油圧は一定の変化率で徐々に上昇されるので、回転電機制御部 22 は、これに対応させて一定の変化率で入力トルクを徐々に増加させる。この場合、回生トルクは一定の変化率で徐々に減少することになる。

[0065] 一方、図 3 は、回転電機 12 が駆動トルクを出力して力行を行なっている状態で変速装置 13 により変速比（＝減速比）の大きい変速段から変速比の小さい変速段への切り替え（以下、パワーオンアップシフトと称する場合がある。）が行われる場合におけるタイムチャートである。図 3 に示すように、パワーオンアップシフトが行われる場合には、回転電機制御部 22 は、トルク相  $P_t$  において、係合側要素  $E_e$  への供給油圧の変化量に対応した変化量で入力トルクを増加させる。本実施形態では、係合側要素  $E_e$  への供給油圧は一定の変化率で徐々に上昇されるので、回転電機制御部 22 は、これに対応させて一定の変化率で入力トルクを徐々に増加させる。この場合、駆動トルクは一定の変化率で徐々に増加することになる。

[0066] また、本実施形態においては、回転電機制御部 22 は、イナーシャ相  $P_i$  において、入力軸  $I$  へ入力される入力トルクを変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する。このとき、回転電機制御部 22 は、トルク相  $P_t$  の終了時点における入力トルクの大きさを基準として、所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する。ここで、回転電機制御部 22 は、ダウンシフト時には、入力軸  $I$  へ入力される入力トルクを増加させるように回転電機 12 のトルクを制御する。例えば図 2 に示す回生ダウンシフト時には、回転電機 12 から入力軸  $I$  へ入力トルクとして負トルク（回生トルク）が入

力されているので、回転電機制御部 22 は、入力トルクを増加させることにより、回生トルクを所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する。

[0067] 一方、回転電機制御部 22 は、アップシフト時には、入力軸 I へ入力される入力トルクを減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する。例えば図 3 に示すパワーオンアップシフト時には、回転電機 12 から入力軸 I へ入力トルクとして正トルク（駆動トルク）が入力されているので、回転電機制御部 22 は、入力トルクを減少させることにより、駆動トルクを所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する。

[0068] また、回転電機制御部 22 は、変速過程の終期  $P_{ie}$  を除くイナーシャ相  $P_i$  の略全体に亘って入力トルクを所定の入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少させた状態で、入力トルクが一定の値に維持されるように回転電機 12 のトルクを制御する。やがて変速過程の終期  $P_{ie}$  となると、係合側要素  $E_e$  への供給油圧が一定の値に維持された状態（係合側油圧指令値  $C_e$  が一定の値に固定された状態）で、次に回転電機制御部 22 は、入力軸回転速度導出部 33 により導出される入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  を、推定回転速度導出部 34 により導出される変速後推定回転速度  $N_a$  に同期させるように回転電機 12 のトルクをフィードバック制御する。このようにすれば、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  を滑らかに変速後推定回転速度  $N_a$  に近づけ、変速動作の終了時に係合側要素  $E_e$  を完全係合状態とする際の変速ショックの発生を効果的に抑制することができる。

[0069] 3. 車両制御処理の手順

次に、本実施形態に係る車両制御処理の内容について、図 4～図 6 のフローチャート及び図 2 及び図 3 のタイムチャートを参照して説明する。本実施形態に係る車両制御処理は、トルク相開始判定処理、トルク相終了判定処理、及び変速動作制御処理の各処理を含んで構成される。図 4 はトルク相開始判定処理の処理手順を示すフローチャートであり、図 5 はトルク相終了判定処理の処理手順を示すフローチャートであり、図 6 は変速動作制御処理の処

理手順を示すフローチャートである。また、図 2 は回生ダウンシフトが行われる場合におけるタイムチャートであり、図 3 はパワーオンアップシフトが行われる場合におけるタイムチャートである。以下に説明する車両制御処理の各手順は、車両制御ユニット 2 の各機能部により実行される。各機能部がプログラムにより構成される場合には、車両制御ユニット 2 が備える演算処理装置は、上記の各機能部を構成するプログラムを実行するコンピュータとして動作する。

[0070] 3-1. トルク相開始判定処理の手順

本実施形態に係るトルク相開始判定処理においては、まず目標変速段決定部 26 は、車速及びアクセル開度を取得する（ステップ#01）。ここで、アクセル開度はアクセル開度検出センサ  $S_{e4}$  により検出されて取得され、車速は出力軸回転速度センサ  $S_{e3}$  により検出される出力軸  $O$  の回転速度に所定の比例係数（一般に、最終減速比）を乗算して取得される。目標変速段決定部 26 は、取得した車速及びアクセル開度に基づいて目標変速段を決定する（ステップ#02）。以上の処理は、目標変速段が変更されていない間は（ステップ#03：No）逐次繰り返して実行される。目標変速段に変更があると（ステップ#03：Yes）、解放側油圧制御部 29 は、プレ制御相  $P_p$  の時刻  $T_1$  において、所定の差回転速度  $\Delta N$  を生じさせると共に当該差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように、解放側要素  $E_r$  への供給油圧のフィードバック制御を開始する（ステップ#04）。なお、解放側油圧制御部 29 による解放側要素  $E_r$  への供給油圧のフィードバック制御は、トルク相  $P_t$  が終了する時刻  $T_4$  まで継続して行なわれる。

[0071] 所定の差回転速度  $\Delta N$  が発生して略一定となると（ステップ#05：Yes）、係合側油圧制御部 28 は、時刻  $T_2$  において、係合側要素  $E_e$  への供給油圧のスweepアップを開始する（ステップ#06）。すなわち、係合側油圧制御部 28 は、係合側油圧指令値  $C_e$  を予め設定された一定の変化率で上昇させることにより、係合側要素  $E_e$  への供給油圧を一定の変化率で上昇させる。なお、係合側油圧制御部 28 による係合側要素  $E_e$  への供給油圧のス

イープアップは、トルク相  $P_t$  が終了する時刻  $T_4$  まで継続して行なわれる。  
。

[0072] 解放側油圧制御部 29 による解放側要素  $E_r$  への供給油圧のフィードバック制御と係合側油圧制御部 28 による係合側要素  $E_e$  への供給油圧のスイープアップとが並行して行われている状態では、フェーズ判定部 31 は、差回転速度導出部 32 により導出される差回転速度  $\Delta N$  を監視すると共に、解放側油圧制御部 29 による解放側油圧指令値  $C_r$  を更に監視している。この状態で、フェーズ判定部 31 は、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態から所定の開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  以上低下したか否かを判定する（ステップ #07）。差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態から一時的に低下したことが検出されていない間は（ステップ #07 : No）、フェーズ判定部 31 は、解放側油圧指令値  $C_r$  が、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態における値を基準として所定の開始判定変化量  $\Delta C_{r0}$  以上低下したか否かを判定する（ステップ #08）。解放側油圧指令値  $C_r$  の低下量が開始判定変化量  $\Delta C_{r0}$  未満であると判定された場合には（ステップ #08 : No）、再度ステップ #07 に戻ってステップ #07 及びステップ #08 の処理を繰り返し実行する。

[0073] そして、図 2 及び図 3 において白抜き矢印で示されるように差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態から所定の開始判定差回転速度  $\Delta N_0$  以上低下したことが検出されるか（ステップ #07 : Yes）、又は、図 2 及び図 3 において太矢印で示されるように解放側油圧指令値  $C_r$  が大きく低下して解放側油圧指令値  $C_r$  の低下量が開始判定変化量  $\Delta C_{r0}$  以上となったと判定された場合には（ステップ #08 : Yes）、フェーズ判定部 31 は、その時点（本例では、時刻  $T_3$ ）においてトルク相  $P_t$  が開始されたと判定して（ステップ #09）、トルク相開始判定処理を終了する。なお、図 2 及び図 3 においては、視認性を考慮して開始判定変化量  $\Delta C_{r0}$  を大きく表示しているが、実際にはトルク相  $P_t$  の開始を適切に判定できる程度の値が設定され、開始判定変化量  $\Delta C_{r0}$  は、差回転速度  $\Delta N$  が略一定の状態における解放側油圧指令値  $C_r$  と比較して十分に小さい値である。

## [0074] 3-2. トルク相終了判定処理の手順

本実施形態に係るトルク相終了判定処理においては、トルク相開始判定処理のステップ#04で開始された解放側油圧制御部29による解放側要素 $E_r$ への供給油圧のフィードバック制御と、ステップ#06で開始された係合側油圧制御部28による係合側要素 $E_e$ への供給油圧のスweepアップとが、未だ継続して実行されている。図5のフローチャートにおいては、このことを確認的に示すため、トルク相開始判定処理におけるステップ#04及びステップ#06の処理ブロックを破線で示している。トルク相 $P_t$ の開始の判定後、解放側油圧制御部29による解放側要素 $E_r$ への供給油圧のフィードバック制御と係合側油圧制御部28による係合側要素 $E_e$ への供給油圧のスweepアップとが並行して行われている状態では、フェーズ判定部31は、係合側油圧制御部28による係合側油圧指令値 $C_e$ 、解放側油圧制御部29による解放側油圧指令値 $C_r$ 、及び差回転速度導出部32により導出される差回転速度 $\Delta N$ 、を監視している。

[0075] この状態で、まずフェーズ判定部31は、解放側油圧指令値 $C_r$ が所定の解放判定値 $C_{r1}$ 以下であるか否かを判定する（ステップ#21）。ここで、本実施形態では所定の解放判定値 $C_{r1}$ は、解放側要素 $E_r$ におけるストロークエンド圧に相当する値に設定されている。解放側油圧指令値 $C_r$ が解放判定値 $C_{r1}$ より大きいと判定された場合には（ステップ#21：No）、次にフェーズ判定部31は、差回転速度 $\Delta N$ が低下してゼロとなったか否かを判定する（ステップ#22）。差回転速度 $\Delta N$ が未だゼロとなっていないと判定された場合には（ステップ#22：No）、次にフェーズ判定部31は、係合側油圧指令値 $C_e$ が予め設定された所定の終了判定値 $C_{e1}$ 以上であるか否かを判定する（ステップ#23）。ここで、本実施形態では所定の終了判定値 $C_{e1}$ は、解放側油圧指令値 $C_r$ がストロークエンド圧相当値 $C_{r1}$ となる時点における係合側油圧指令値 $C_e$ の学習値とされている。係合側油圧指令値 $C_e$ が終了判定値 $C_{e1}$ 未満であると判定された場合には（ステップ#23：No）、再度ステップ#21に戻ってステップ#21～ス

テップ# 2 3 の処理を繰り返し実行する。

[0076] そして、解放側油圧指令値  $C_r$  が解放判定値  $C_{r1}$  以下であると判定されるか（ステップ# 2 1 : Yes）、差回転速度  $\Delta N$  が低下してゼロとなったと判定されるか（ステップ# 2 2 : Yes）、或いは、係合側油圧指令値  $C_e$  が終了判定値  $C_{e1}$  以上であると判定された（ステップ# 2 3 : Yes）場合には、フェーズ判定部 3 1 は、その時点（本例では、時刻  $T_4$ ）においてトルク相  $P_t$  が終了したと判定して（ステップ# 2 4）、トルク相終了判定処理を終了する。なお、図 2 及び図 3 では、時刻  $T_4$  において 3 つの判定条件が全て同時に満たされた場合を例示している。

[0077] 3-3. 変速動作制御処理の手順

本実施形態に係る変速動作制御処理においては、これまで説明したトルク相開始判定処理及びトルク相終了判定処理の結果が利用される。変速動作制御処理では、まずステップ# 0 9 においてフェーズ判定部 3 1 によりトルク相  $P_t$  の開始が判定されると（ステップ# 3 1 : Yes）、回転電機制御部 2 2 は、時刻  $T_3$  から時刻  $T_4$  までのトルク相  $P_t$  の全体に亘って、係合側要素  $E_e$  への供給油圧の変化量に対応した変化量で回転電機 1 2 のトルクを変化させる（ステップ# 3 2）。本実施形態では、係合側要素  $E_e$  への供給油圧は一定の変化率で上昇されるので、回転電機制御部 2 2 は、これに対応して一定の変化率で回転電機 1 2 のトルクを変化させる。具体的には、図 2 に示す回生ダウンシフト時には、回転電機制御部 2 2 は、一定の変化率で回転電機 1 2 の回生トルクを減少させる。一方、図 3 に示すパワーオンアップシフト時には、回転電機制御部 2 2 は、一定の変化率で回転電機 1 2 の駆動トルクを増加させる。

[0078] 次に、ステップ# 2 4 においてフェーズ判定部 3 1 によりトルク相  $P_t$  の終了が判定されると（ステップ# 4 1 : Yes）、目標回転加速度導出部 3 5 は、目標時間  $T_{Pi}$  でイナーシャ相  $P_i$  が完了するように、変速段の切り替えに応じて入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  を導出する（ステップ# 4 2-1）。入力トルク変化量導出部 3 6 は、入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  に基

づいて、入力トルク変化量 $\Delta T$ を導出する（ステップ#42-2）。回転電機制御部22は、時刻 $T_4$ において入力軸Iへ入力される入力トルクを変速段の切り替え方向（ダウンシフト又はアップシフト）に応じて所定の入力トルク変化量 $\Delta T$ だけ増加又は減少させる（ステップ#43）。入力軸Iへ入力される入力トルクが入力トルク変化量 $\Delta T$ だけ増加又は減少させられることによって、イナーシャ相 $P_i$ が開始される。なお、図2に示す回生ダウンシフト時には、回転電機制御部22は、入力トルクを増加させて、回生トルクを所定の入力トルク変化量 $\Delta T$ だけ減少させる。一方、図3に示すパワーオンアップシフト時には、回転電機制御部22は、入力トルクを減少させて、駆動トルクを所定の入力トルク変化量 $\Delta T$ だけ減少させる。

[0079] トルク相 $P_t$ の終了が判定されてから所定の遅延時間が経過すると（ステップ#44：Yes）、次に係合側油圧制御部28は、入力軸Iの実際の回転加速度 $A$ が入力軸Iの目標回転加速度 $A_0$ となるように係合側要素 $E_e$ への供給油圧を制御する（ステップ#45）。この係合側油圧制御部28による係合側要素 $E_e$ への供給油圧の制御は、入力軸Iの実際の回転速度 $N_I$ が変速後推定回転速度 $N_a$ に近づく変速過程の終期 $P_{ie}$ まで継続して行なわれる。時刻 $T_5$ 以降の変速過程の終期 $P_{ie}$ では（ステップ#46：Yes）、係合側油圧制御部28は、係合側油圧指令値 $C_e$ を一定の値に固定して係合側要素 $E_e$ への供給油圧を一定の値に維持させる（ステップ#47）。その状態で、回転電機制御部22は、入力軸Iの実際の回転速度 $N_I$ を、変速後推定回転速度 $N_a$ に同期させるように回転電機12のトルクをフィードバック制御する（ステップ#48）。時刻 $T_6$ において入力軸Iの実際の回転速度 $N_I$ と変速後推定回転速度 $N_a$ とが同期すると（ステップ#49：Yes）、係合側油圧制御部28は、係合側油圧指令値 $C_e$ を完全係合圧まで一気に上昇させて係合側要素を完全係合状態とする（ステップ#50）。以上で、変速動作制御処理を終了する。

[0080] [その他の実施形態]

（1）上記の実施形態においては、目標回転加速度導出部35が、一定値と

なる入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  を導出し、回転電機制御部 22 が、イナーシャ相  $P_i$  の略全体に亘って変速段の切り替え方向に応じて入力トルクを、入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  に基づいて導出され一定値となる入力トルク変化量  $\Delta T$  だけ増加又は減少させるように回転電機 12 のトルクを制御する場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、例えば目標回転加速度導出部 35 が、一定の時間変化率で増加又は減少する入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  を導出し、回転電機制御部 22 が、イナーシャ相  $P_i$  の略全体に亘って変速段の切り替え方向に応じて入力トルクが一定の時間変化率で増加又は減少するように回転電機 12 のトルクを制御する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。例えば目標回転加速度導出部 35 により導出される入力軸 I の目標回転加速度  $A_0$  を、イナーシャ相  $P_i$  の開始時点から終了時点に向かって漸減させる構成とすることができ、この場合、回転電機制御部 22 は、目標回転加速度  $A_0$  に基づいて導出される入力トルク変化量  $\Delta T$  を、イナーシャ相  $P_i$  の開始時点から終了時点に向かって漸減させることになる。

[0081] (2) 上記の実施形態においては、回転電機制御部 22 が、変速過程の終期  $P_{ie}$  において、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  を変速後推定回転速度  $N_a$  に同期させるように回転電機 12 のトルクをフィードバック制御する場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、回転電機制御部 22 がそのようなフィードバック制御を行なうことなく、入力トルクを一定の値に維持したままで入力軸 I の回転速度  $N_I$  を目標回転加速度  $A_0$  に従って上昇させる構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。この場合、やがて入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  が変速後推定回転速度  $N_a$  に一致すると、係合側油圧制御部 28 は係合側油圧指令値  $C_e$  を完全係合圧まで一気に上昇させ係合側要素  $E_e$  を完全係合状態とする構成とすることができる。

[0082] (3) 上記の実施形態においては、解放側油圧制御部 29 が、トルク相  $P_t$  において差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧

をフィードバック制御している状態で、係合側油圧制御部 28 が係合側要素  $E_e$  への供給油圧を一定の変化率で上昇させる場合において、フェーズ判定部 31 が、(A) 解放側油圧指令値  $C_r$  が所定の解放判定値  $C_{r1}$  以下となったことの検出、(B) トルク相  $P_t$  が開始されたと判定された後における差回転速度  $\Delta N$  が低下してゼロとなったことの検出、及び、(C) 係合側油圧指令値  $C_e$  が予め設定された所定の終了判定値  $C_{e1}$  以上となったことの検出、の 3 つの現象を検出対象とし、これらのうちのいずれか一つの現象の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が終了したと判定する場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、例えばフェーズ判定部 31 が上記 (A) ~ (C) の全てを検出対象とする場合において、これら全て又はいずれか 2 つの現象の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が終了したと判定する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、フェーズ判定部 31 が、上記 (A) ~ (C) のうちのいずれか 2 つの現象を検出対象とし、検出対象となる 2 つの現象の一方又は双方の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が終了したと判定する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。或いは、フェーズ判定部 31 が、上記 (A) ~ (C) のいずれか 1 つの現象のみを検出対象とし、当該検出対象となる現象の検出を条件としてトルク相  $P_t$  が終了したと判定する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

[0083] (4) また、本発明においては、解放側油圧制御部 29 が、トルク相  $P_t$  において差回転速度  $\Delta N$  が略一定となるように解放側要素  $E_r$  への供給油圧をフィードバック制御している状態で、係合側油圧制御部 28 が係合側要素  $E_e$  への供給油圧を一定の変化率で上昇させることは必ずしも必要ではない。解放側油圧制御部 29 及び係合側油圧制御部 28 による上記制御は、フェーズ判定部 31 がトルク相  $P_t$  の終了時点を可能な限り正確に検出するためのものであって、例えば上記以外にも、フェーズ判定部 31 が、解放側油圧制御部 29 及び係合側油圧制御部 28 による上記制御を前提とせずに差回転速度  $\Delta N$  がゼロの状態から上昇し始める時点をトルク相  $P_t$  の終了時点と判定

する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

[0084] (5) 上記の実施形態においては、車両制御ユニット 2 が、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  を導出する入力軸回転速度導出部 33 と、入力軸 I の推定回転速度を導出する推定回転速度導出部 34 と、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  と変速前推定回転速度  $N_b$  との間の差回転速度  $\Delta N$  を導出する差回転速度導出部 32 と、を備え、係合側油圧制御部 28、解放側油圧制御部 29、及びフェーズ判定部 31 が、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$ 、入力軸 I の推定回転速度、及び差回転速度  $\Delta N$  に基づいて各種制御及び各種判定を行なうように構成された場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、例えば上記推定回転速度導出部 34 に代えて、出力軸 O の実際の回転速度に対する入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$  の比である入出力回転速度比 (=ギヤ比) を導出する入出力回転速度比導出手段としての入出力回転速度比導出部を備えると共に、上記差回転速度導出部 32 に代えて、実際の入出力回転速度比と目標変速段の変更前の変速比との間の差回転速度比を導出する差回転速度比導出手段としての差回転速度比導出部を備える構成とする。そして、係合側油圧制御部 28、解放側油圧制御部 29、及びフェーズ判定部 31 が、入力軸 I の実際の回転速度  $N_I$ 、実際の入出力回転速度比、及び差回転速度比に基づいて各種制御及び各種判定を行なうように構成しても、実質的に同じである。従って、仮にそのような改変がなされたとしても、そのような構成は本発明の構成と均等であって本発明の技術的範囲に含まれる。

[0085] (6) 上記の実施形態においては、本実施形態に係るトルク相開始判定処理、トルク相終了判定処理、及び変速動作制御処理の各処理が、回生ダウンシフト又はパワーオンアップシフトが行われる際に実行される場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、複数の係合要素 C1、B1・・・の係合及び解放が制御されることにより、変速装置 13 において少なくともトルク相  $P_t$  を経て変速段の切り替えが行われる場合であれば、例えば回生アップシフトやパワーオンダウンシフト等が

行われる際にも、当然ながら本発明を適用することが可能である。

[0086] (7) 上記の実施形態においては、車両制御ユニット 2 がその制御対象とする車両用駆動装置 1 の一例として、入力軸 I と一体回転する回転電機 1 2 のロータが変速装置 1 3 にそのまま駆動連結されている場合を例として説明した。しかし、少なくとも変速比の異なる複数の変速段を有する有段の変速装置 1 3 を備えたものであれば、車両用駆動装置 1 の具体的構成は任意である。例えば車両制御ユニット 2 の制御対象となる車両用駆動装置 1 を、回転電機 1 2 と変速装置 1 3 との間にトルクコンバータ等の流体伝動装置やクラッチ等を備えた構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

[0087] (8) 上記の実施形態においては、車両制御ユニット 2 がその制御対象とする車両用駆動装置 1 が、駆動力源としてエンジン 1 1 及び回転電機 1 2 の双方を備えたハイブリッド車両用の駆動装置とされている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、本発明に係る車両用制御装置は、駆動力源として少なくとも回転電機 1 2 を備えた車両用駆動装置を制御するのに特に適しており、車両制御ユニット 2 の制御対象となる車両用駆動装置 1 を、駆動力源として回転電機 1 2 のみを備えた電動車両用の駆動装置とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

## 産業上の利用可能性

[0088] 本発明は、駆動力源としての回転電機に駆動連結される入力部材と、車輪に駆動連結される出力部材と、入力部材の回転速度を各変速段の変速比で変速して出力部材に伝達する変速装置と、を備えた車両用駆動装置を制御対象とする車両用制御装置に好適に利用することができる。

## 符号の説明

- [0089] 1           ハイブリッド駆動装置(車両用駆動装置)  
2           車両制御ユニット(車両用制御装置)  
1 1          エンジン(駆動力源)  
1 2          回転電機(駆動力源)

|            |                    |
|------------|--------------------|
| 1 3        | 変速装置               |
| 1 7        | 車輪                 |
| 2 2        | 回転電機制御部（回転電機制御手段）  |
| 2 8        | 係合側油圧制御部（係合制御手段）   |
| 2 9        | 解放側油圧制御部（解放制御手段）   |
| I          | 入力軸（入力部材）          |
| O          | 出力軸（出力部材）          |
| B 1        | 第一ブレーキ（係合要素）       |
| C 1        | 第一クラッチ（係合要素）       |
| E e        | 係合側要素              |
| E r        | 解放側要素              |
| P t        | トルク相               |
| $\Delta N$ | 差回転速度              |
| N b        | 変速前推定回転速度          |
| N a        | 変速後推定回転速度          |
| $\Delta T$ | 入力トルク変化量           |
| A O        | 目標回転加速度（目標回転速度変化率） |
| C e        | 係合側油圧指令値           |
| C r        | 解放側油圧指令値           |
| C r 1      | 解放判定値              |

## 請求の範囲

- [請求項1] 駆動力源としての回転電機に駆動連結される入力部材と、車輪に駆動連結される出力部材と、複数の係合要素を備えると共に複数の変速段を切替可能に備え、前記入力部材の回転速度を各変速段の変速比で変速して前記出力部材に伝達する変速装置と、を備えた車両用駆動装置を制御対象とし、前記複数の係合要素の係合及び解放を制御することにより、前記変速装置において少なくともトルク相を経て行われる変速段の切り替えを制御する車両用制御装置であって、
- 変速動作中におけるトルク相の終了を判定する相判定手段と、
- 前記相判定手段によりトルク相が終了したと判定された後、前記入力部材の回転速度変化率が目標回転速度変化率となるように導出された入力トルクの変化量を用いて、当該入力トルクの変化量だけ、前記入力部材へ入力される入力トルクを変速段の切り替え方向に応じて増加又は減少させるように前記回転電機のトルクを制御する回転電機制御手段と、
- 前記入力部材の回転速度変化率が前記目標回転速度変化率となるように、変速段の切替後に係合される側の係合要素となる係合側要素への供給油圧をフィードバック制御する係合制御手段と、
- を備えた車両用制御装置。
- [請求項2] 前記回転電機制御手段は、前記入力トルクを増加又は減少させた状態で一定の値に維持する請求項1に記載の車両用制御装置。
- [請求項3] 前記目標回転速度変化率は、変速動作中におけるイナーシャ相が目標の時間で終了できるように変速段の切替前後の変速比に基づいて決定される請求項1又は2に記載の車両用制御装置。
- [請求項4] 前記入力部材の実際の回転速度が、前記出力部材の回転速度と変速後における前記変速装置の変速比とに基づいて導出される前記入力部材の変速後推定回転速度に近づいた後、
- 前記係合制御手段は、前記係合側要素への供給油圧を一定の値に維

持した状態で、

前記回転電機制御手段は、前記入力部材の実際の回転速度を前記変速後推定回転速度に同期させるように前記回転電機のトルクをフィードバック制御する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の車両用制御装置。

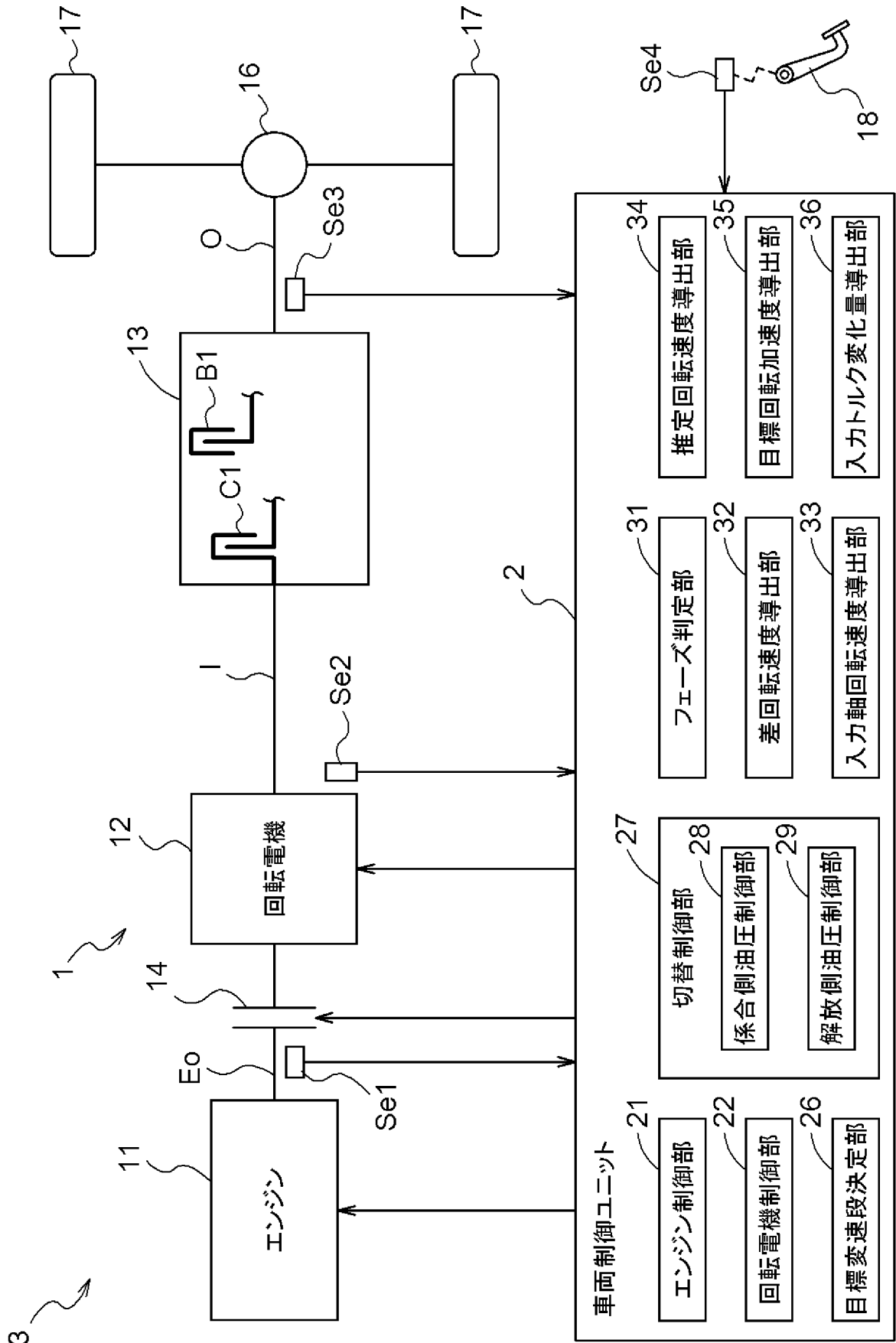
[請求項5]

前記入力部材の実際の回転速度と、変速前における前記出力部材の回転速度と前記変速装置の変速比とに基づいて導出される前記入力部材の変速前推定回転速度との間の回転速度の差である差回転速度が略一定となるように、解放される側の係合要素となる解放側要素への供給油圧をフィードバック制御する解放制御手段と、

前記差回転速度が略一定の状態で、前記係合側要素への供給油圧を上昇させる係合制御手段と、を更に備え、

前記相判定手段は、前記解放側要素への供給油圧の指令値である解放側油圧指令値が、前記解放側要素における伝達トルク容量がゼロとなる油圧に相当する所定の解放判定値となったことの検出、及び、前記差回転速度が低下してゼロとなったことの検出、の一方又は双方を条件として、トルク相が終了したと判定する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の車両用制御装置。

[図1]



[図2]

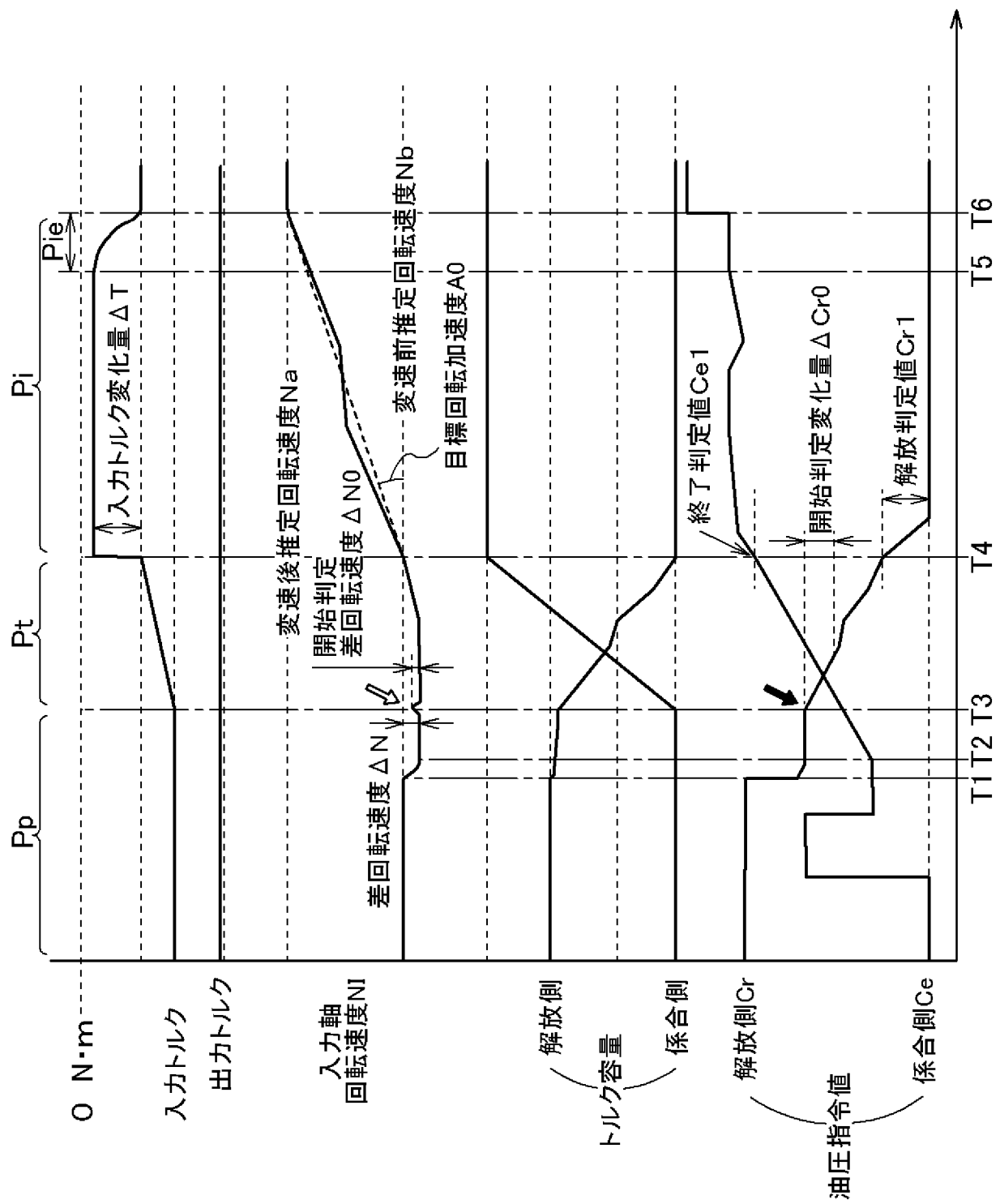


Figure 1 is a timing diagram illustrating the hydraulic pressure control system. The vertical axis represents torque and speed, with labels for output torque (出力トルク), input torque (入力トルク), input shaft speed (入力軸回転速度  $N_i$ ), and hydraulic pressure (油圧指令値). The horizontal axis represents time, with markers  $T_1$  through  $T_6$ .

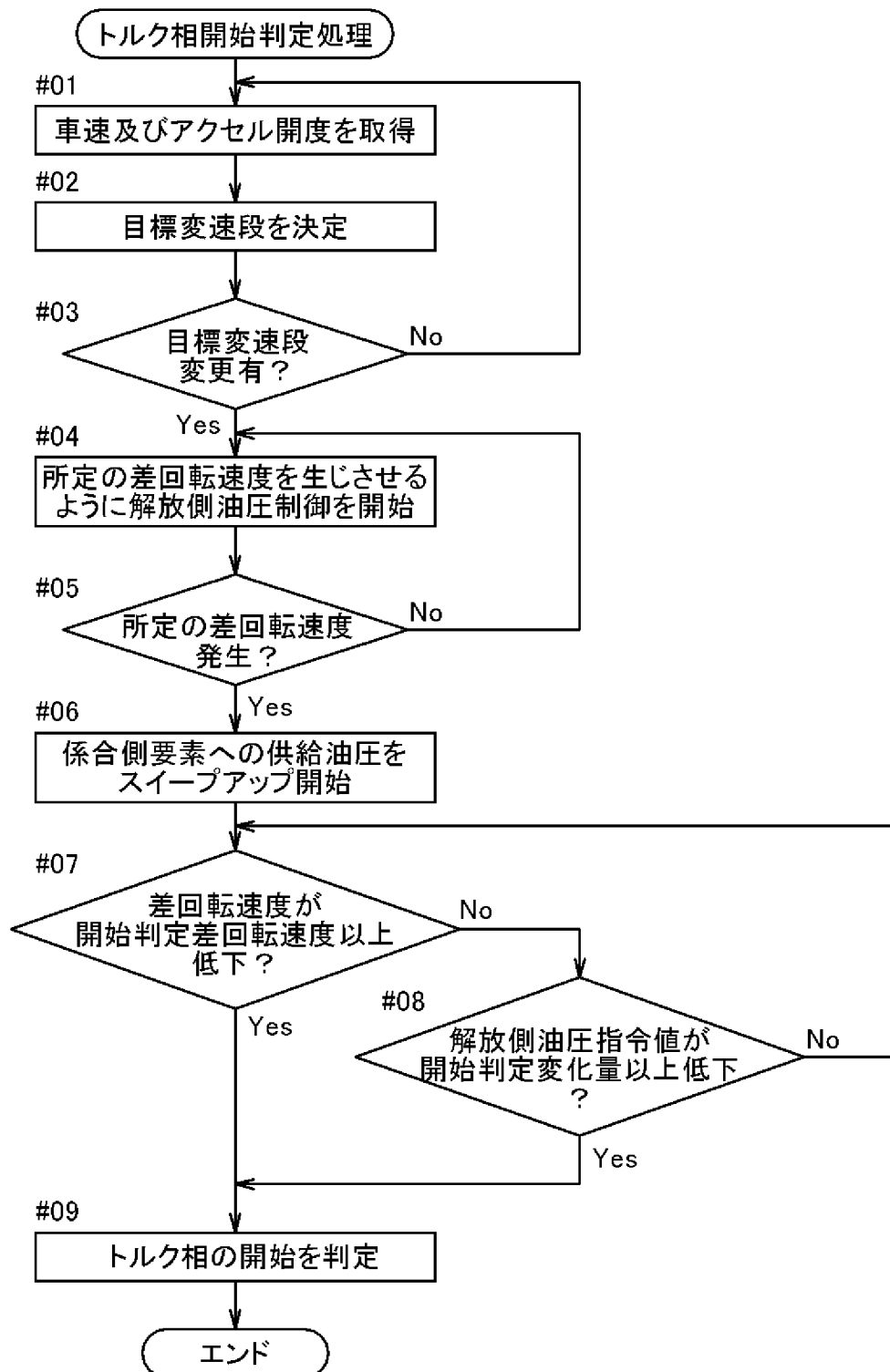
The diagram is divided into three main regions by vertical dashed lines:

- Pp (Pressure Proportional):** This region covers the time from  $T_1$  to  $T_2$ . It shows the initial response to the input torque change.
- Pt (Pressure Torque):** This region covers the time from  $T_2$  to  $T_4$ . It shows the system's response to the input torque change, including the initial speed difference  $\Delta N_0$  and the target acceleration  $A_0$ .
- Ple (Pressure Limit):** This region covers the time from  $T_4$  to  $T_6$ . It shows the system's response to the input torque change, including the target speed  $N_a$  and the initial speed difference  $\Delta N_0$ .

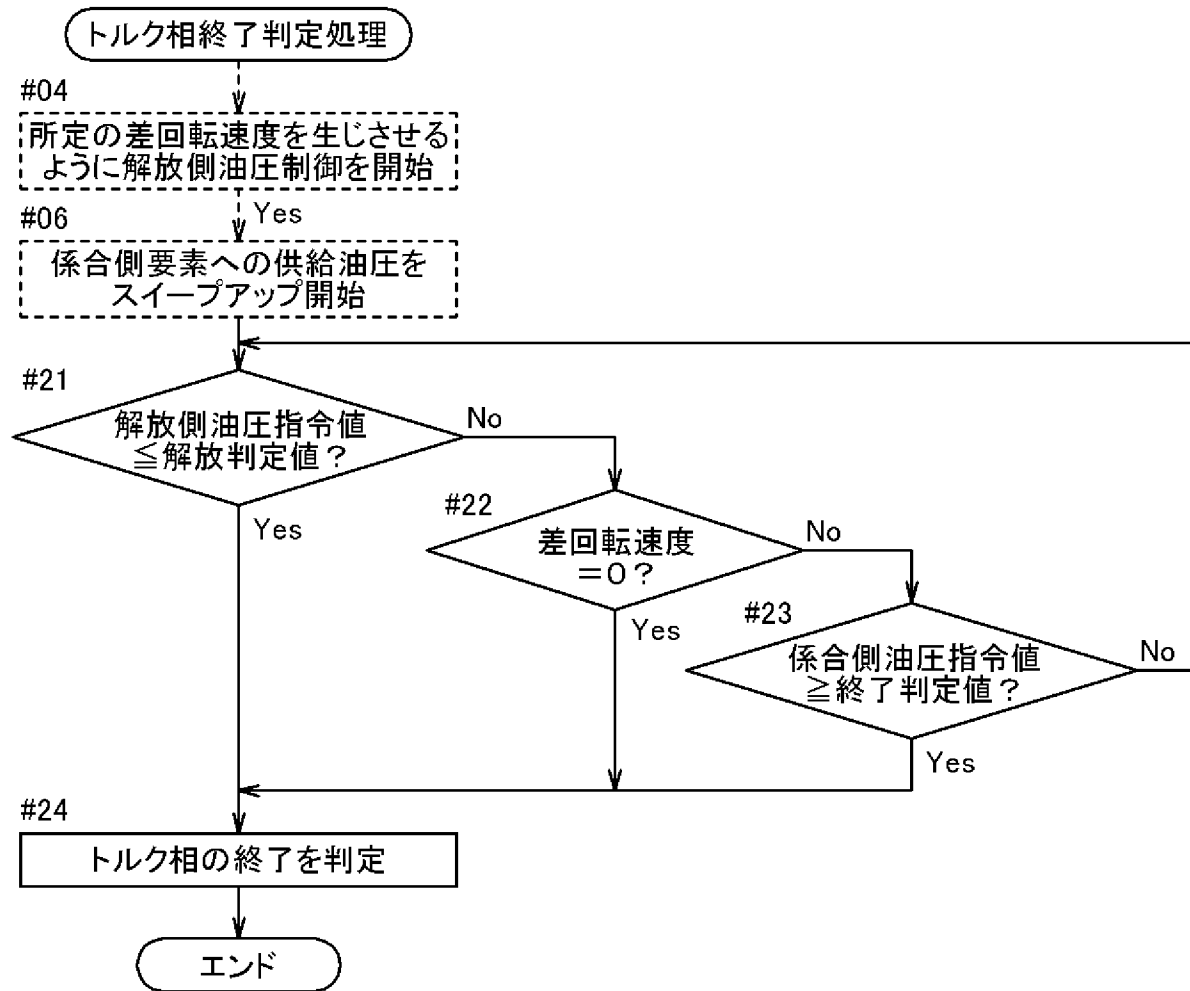
Key parameters and events shown in the diagram include:

- Input Torque Change:** A step change in input torque occurs at  $T_1$ , with a change amount  $\Delta T$ .
- Output Torque:** The output torque follows the input torque change, with a delay and a peak value  $P_{le}$ .
- Input Shaft Speed:** The input shaft speed  $N_i$  is shown as a step function, with a target speed  $N_a$  and a target acceleration  $A_0$ .
- Hydraulic Pressure:** The hydraulic pressure (油圧指令値) is shown as a step function, with a target pressure  $P_{le}$  and a target speed  $N_a$ .
- Initial Speed Difference:** The initial speed difference  $\Delta N_0$  is the difference between the input shaft speed and the target speed  $N_a$  at the start of the control.
- Target Acceleration:** The target acceleration  $A_0$  is the desired rate of change of speed.
- Target Speed:** The target speed  $N_a$  is the desired final speed.
- Initial Judgment Value:** The initial judgment value  $Cr_0$  is the initial value of the control parameter  $Cr$ .
- Final Judgment Value:** The final judgment value  $Ce_1$  is the final value of the control parameter  $Cr$ .
- Release Side:** The release side (解放側) is the side of the system that is being released from the control.
- Engagement Side:** The engagement side (係合側) is the side of the system that is being engaged with the control.

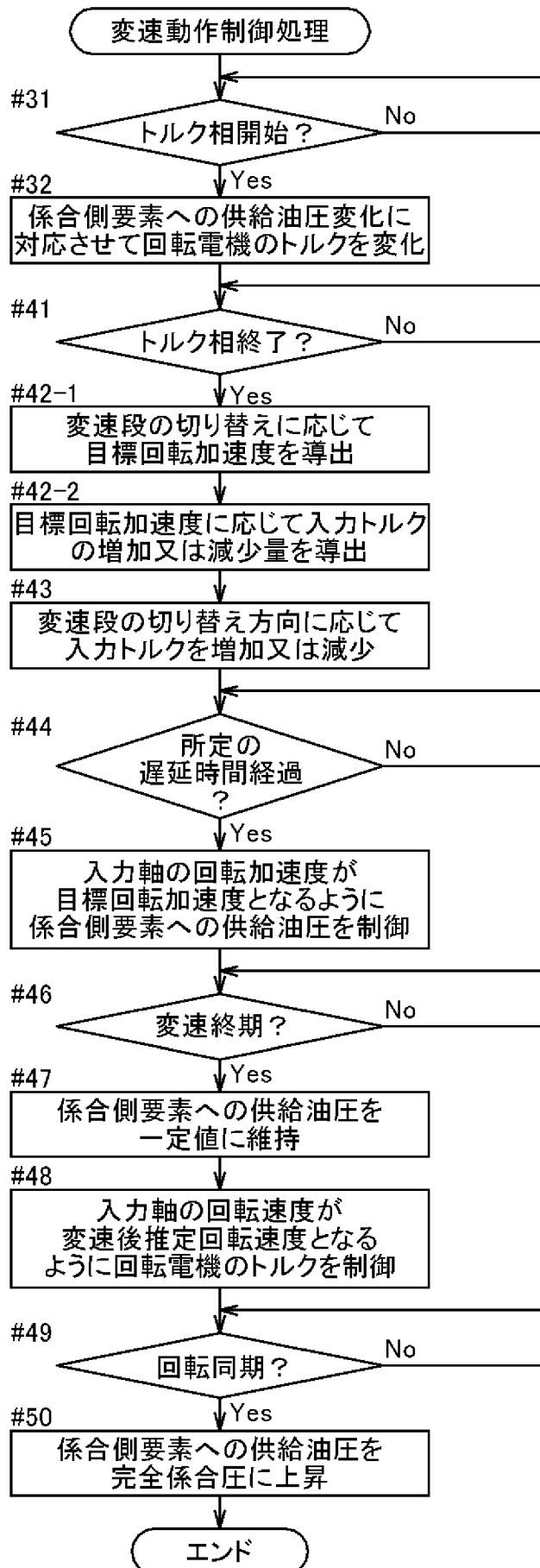
[図4]



[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065978

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W10/04(2006.01)i, B60K6/48(2007.10)i, B60K6/547(2007.10)i, B60L11/14(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i, B60W10/10(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F16H61/04(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)

B60W10/04, B60K6/48, B60K6/547, B60L11/14, B60W10/08, B60W10/10, B60W20/00, F16H61/04

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<br>A    | JP 9-331603 A (Aisin AW Co., Ltd.),<br>22 December 1997 (22.12.1997),<br>paragraphs [0045] to [0051]; fig. 5 to 7<br>(Family: none)                   | 1, 3-4<br>2, 5        |
| Y<br>A    | JP 10-257610 A (Aisin AW Co., Ltd.),<br>25 September 1998 (25.09.1998),<br>paragraphs [0002] to [0008], [0016], [0030] to<br>[0032]<br>(Family: none) | 1, 3-4<br>2, 5        |
| A         | JP 2004-203220 A (Toyota Motor Corp.),<br>22 July 2004 (22.07.2004),<br>paragraphs [0008] to [0013]<br>& US 2005/0288147 A1 & EP 1900587 A2           | 1-5                   |

☐ 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  
20 December, 2010 (20.12.10)

Date of mailing of the international search report  
28 December, 2010 (28.12.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60W10/04(2006.01)i, B60K6/48(2007.10)i, B60K6/547(2007.10)i, B60L11/14(2006.01)i,  
B60W10/08(2006.01)i, B60W10/10(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F16H61/04(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. B60W10/04, B60K6/48, B60K6/547, B60L11/14, B60W10/08, B60W10/10, B60W20/00, F16H61/04

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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y<br>A          | JP 9-331603 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 1997.12.22,<br>【0045】 - 【0051】、図 5-7 （ファミリーなし）                   | 1, 3-4<br>2, 5 |
| Y<br>A          | JP 10-257610 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 1998.09.25,<br>【0002】 - 【0008】、【0016】、【0030】 - 【0032】 （ファミリーなし） | 1, 3-4<br>2, 5 |
| A               | JP 2004-203220 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.07.22,<br>【0008】 - 【0013】 & US 2005/0288147 A1 & EP 1900587 A2 | 1-5            |

☐ 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

2 0 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 2 . 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）

寺川 ゆりか

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

3 Z

4 6 4 8