

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3958740号  
(P3958740)

(45) 発行日 平成19年8月15日(2007.8.15)

(24) 登録日 平成19年5月18日(2007.5.18)

(51) Int. Cl.		F I
F 1 6 H 61/28	(2006.01)	F 1 6 H 61/28
F 1 6 H 61/02	(2006.01)	F 1 6 H 61/02
F 1 6 H 61/34	(2006.01)	F 1 6 H 61/34
F 1 6 H 61/682	(2006.01)	F 1 6 H 103:02

請求項の数 6 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2003-419799 (P2003-419799)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成15年12月17日(2003.12.17)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-180515 (P2005-180515A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年7月7日(2005.7.7)	(74) 代理人	100077805
審査請求日	平成16年9月27日(2004.9.27)		弁理士 佐藤 辰彦
		(74) 代理人	100077665
			弁理士 千葉 剛宏
		(72) 発明者	安井 裕司
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	下城 孝名子
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		審査官	鈴木 充
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変速機の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

変速機に備えられてセレクト動作及びシフト動作し、複数の変速段用の各シフトフォークに固定されたシフトピースにセレクト動作により選択的に係合し、選択的に係合したシフトピースに対応するシフトフォークをシフト動作によりニュートラル位置から変位させて各所定の変速段を確立するシフトアームと接続されたアクチュエータの作動を制御して、該シフトアームを所定の目標位置に位置決めする位置決め制御手段を備えた変速機の制御装置において、

前記位置決め制御手段を、前記目標位置が変化したときに該目標位置の変化が所定挙動となるように該目標位置を補正するフィルタリングを行い、該フィルタリングされた目標位置と前記シフトアームの実位置との偏差の収束挙動を可変的に指定可能な応答指定型制御により、前記アクチュエータに対する制御入力を決定し、前記フィルタリングにおける前記所定挙動を変更することにより、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を指定可能とし、前記応答指定型制御における前記収束挙動を指定することにより、外乱抑制特性を指定可能として、該追従特性と外乱抑制特性とを独立して指定可能な2自由度制御器としたことを特徴とする変速機の制御装置。

【請求項2】

前記位置決め制御手段における前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を、過減衰応答としたことを特徴とする請求項1記載の変速機の制御装置。

【請求項3】

10

20

前記アクチュエータとして、前記シフトアームをシフト方向に移動させるためのシフト用アクチュエータと、前記シフトアームをセレクト方向に移動させるためのセレクト用アクチュエータとを備え、

前記位置決め制御手段による前記シフトアームの位置決め処理において、前記応答指定型制御における外乱抑制特性を決定する切換関数の演算係数を、前記シフト用アクチュエータにより前記シフトアームをシフト動作させるときは、前記セレクト用アクチュエータによるセレクト方向の外乱抑制能力が、前記セレクト用アクチュエータにより前記シフトアームをセレクト動作させるときよりも低くなるようにし、また、前記セレクト用アクチュエータにより前記シフトアームをセレクト動作させるときは、前記シフト用アクチュエータによるシフト方向の外乱抑制能力が、前記シフト用アクチュエータにより前記シフトアームをシフト動作させて変速段を確立させた時点よりも低くなるように変更する演算係数変更手段を備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の変速機の制御装置。

10

【請求項 4】

前記アクチュエータは前記シフトアームをセレクト方向に移動させるセレクト用アクチュエータであり、前記位置決め制御手段は、該セレクト用アクチュエータの作動を制御して前記シフトアームを各変速段に応じて設定された目標位置に位置決めすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の変速機の制御装置。

【請求項 5】

前記シフトフォークは前記変速機の入力軸又は出力軸に連結された第 1 の係合部材と接続され、

20

前記アクチュエータは前記シフトアームを移動させて、前記シフトアームと係合した前記シフトフォークを介して前記第 1 の係合部材をシフト方向に移動させるシフト用アクチュエータであり、

前記位置決め制御手段は、シフト動作において、前記シフト用アクチュエータの作動を制御して前記第 1 の係合部材をシフト方向に移動させることによって、前記入力軸と前記出力軸とのうちの前記第 1 の係合部材が連結されていない側の軸と連動して回転する第 2 の係合部材に前記第 1 の係合部材を係合させて、変速段を確立することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のうちいずれか 1 項記載の変速機の制御装置。

【請求項 6】

前記第 1 の係合部材と前記第 2 の係合部材との間に、前記第 1 の係合部材と前記第 2 の係合部材に対して回転自在且つシフト方向に移動自在に設けられ、シフト動作時に前記第 1 の係合部材及び前記第 2 の係合部材と接触して、摩擦力により前記第 1 の係合部材と前記第 2 の係合部材の回転数を同期させる同期部材が備えられ、

30

前記位置決め制御手段は、シフト動作時に、前記シフトアームのシフト方向の目標位置を、ニュートラル位置から前記第 1 の係合部材と前記同期部材との接触位置までは該接触位置に向けて漸増させ、前記第 1 の係合部材が前記同期部材と接触してから第 1 の係合部材及び前記第 2 の係合部材の回転数が同期するまでは、該接触位置から前記第 1 の係合部材及び前記第 2 の係合部材の係合位置までの間の所定位置に設定し、前記第 1 の係合部材及び前記第 2 の係合部材の回転数が同期した後は該係合位置に設定すると共に、該目標位置を該所定位置に変更する時から前記係合位置に変更する時までの間の該目標位置に対する前記シフトアームの追従特性を、ニュートラル位置から前記接触位置までの間及び該目標位置を前記係合位置に変更した後の該目標位置に対する前記シフトアームの追従特性よりも低くなるように設定して、前記第 1 の係合部材と前記第 2 の係合部材とを係合させることを特徴とする請求項 5 記載の変速機の制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変速機のシフトアームを移動させるアクチュエータの作動を制御して、該シフトアームを所定の目標位置に位置決めする変速機の制御装置に関する。

【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

車両に搭載される変速機として、運転者の手動操作によるセレクト動作とシフト動作により入力軸と出力軸間の動力伝達を行うマニュアル変速機（MT）のセレクト動作とシフト動作を、モータ等のアクチュエータで行うように構成した自動マニュアル変速機（AMT）が知られている。

## 【 0 0 0 3 】

そして、本願発明者らは、先の出願（特願 2 0 0 2 - 3 7 8 4 1 3）において、自動マニュアル変速機のシフト動作を応答指定型制御を用いて行う制御装置を提案している。かかる制御装置においては、入力軸と一体に回転するカップリングスリーブを移動させて、シンクロナイザリングを介して被同期ギヤに接触させ、カップリングスリーブと被同期ギヤを回転同期させてシフト動作を行う。

10

## 【 0 0 0 4 】

そして、応答指定型制御は、カップリングスリーブの目標位置と実位置との偏差に基づいた線形関数により規定される切換関数の値をゼロに収束させるようにアクチュエータを駆動する操作量を決定して実行され、カップリングスリーブがシンクロナイザリングと接触するときに、該線形関数の演算係数を外乱抑制能力が低くなるように設定してコンプライアンス性（ゴムのような弾性）を生じさせ、これにより接触時の衝撃を弱めるようにしている。

## 【 0 0 0 5 】

また、経年変化や外乱により変化する制御対象のモデル式におけるモデルパラメータを同定する際に、モデルパラメータの同定範囲を制限することによって、モデルパラメータのドリフトの発生を抑制し、スライディングモード制御の安定性を向上させた制御装置も提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 5 7 0 3 号公報

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

自動マニュアル変速機の制御装置は、変速指令に基づいて、セレクト動作とシフト動作を行うシフトアームのセレクト方向位置  $P_{sl}$  の目標値  $P_{sl\_cmd}$  とシフト方向位置  $P_{sc}$  の目標値  $P_{sc\_cmd}$  とを算出し、セレクト用アクチュエータの作動を制御するセレクトコントローラにより  $P_{sl}$  が  $P_{sl\_cmd}$  と一致するように位置決め制御し、また、シフト用アクチュエータの作動を制御するシフトコントローラにより  $P_{sc}$  が  $P_{sc\_cmd}$  と一致するように位置決め制御をする。

30

## 【 0 0 0 7 】

そして、従来の自動マニュアル変速機の制御装置においては、シフトコントローラによるシフト用アクチュエータの制御を応答指定型制御を用いて行っていた。図 2 8 は、従来のシフトコントローラにより変速機のシフト動作を行った場合のシフトアームの変位を示したものであり、上段の縦軸がシフトアームのシフト方向の目標位置  $P_{sc\_cmd}$  及び実位置  $P_{sc}$  に設定され、下段の縦軸がシフト用アクチュエータに対する制御入力  $V_{sc}$  に設定されている。また、横軸が時間  $t$  に設定されている。

40

## 【 0 0 0 8 】

図 2 8 ( a ) は、変速機の動特性がシフトコントローラの設計時に予め想定した標準範囲内であった場合を示し、図 2 8 ( b ) は、変速機が低フリクシオンで回転同期時の反力が小さく、変速機の動特性が該標準範囲から外れた場合を示している。図 2 8 ( a ) 中、 $x_{10}$  は目標位置  $P_{sc\_cmd}$  を示し、 $y_{10}$  は実位置  $P_{sc}$  を示し、 $z_{10}$  は制御入力  $V_{sc}$  を示している。また、図 2 8 ( b ) 中、 $x_{11}$  は目標位置  $P_{sc\_cmd}$  を示し、 $y_{11}$  は実位置  $P_{sc}$  を示し、 $z_{11}$  は制御入力を示している。

## 【 0 0 0 9 】

図 2 8 ( a ) においては、 $t_{102}$ 、 $t_{103}$  で目標位置  $P_{sc\_cmd}$  ( $x_{10}$ ) が急敏に増大しても、実位置  $P_{sc}$  ( $y_{10}$ ) が安定して目標位置  $P_{sc\_cmd}$  ( $x_{10}$ ) に収束している。それに対

50

して、図28(b)においては、 $t_{112}$ で急敏に目標位置 $P_{sc\_cmd}(x_{11})$ が増大し、それに応じて制御入力 $V_{sc}(z_{11})$ が増大したときに、低フリクシオンであるためにカップリングスリーブが過大な押し付け力によりシンクロナイザリングに押し込まれ、急激な回転同期による慣性力の変化ショックが生じるという不都合がある。

【0010】

また、 $t_{113}$ で目標位置 $P_{sc\_cmd}(x_{11})$ が $P_{sc\_end}$ に変更されたときに、制御入力 $V_{sc}(z_{11})$ が急敏に増加して、目標位置 $P_{sc\_end}$ に対して実位置 $P_{sc}(y_{11})$ がオーバーシュートし、カップリングスリーブがストッパに衝突して、運転者にとって不快な衝突音が生じるという不都合がある。

【0011】

また、セレクトコントローラによるセレクト用アクチュエータの制御を応答指定型制御を用いて行う場合にも、不都合が生じる。図29は、従来のセレクトコントローラにより変速機のシフト動作を行った場合のシフトアームの変位を示したものであり、縦軸がシフトアームのセレクト方向の目標位置 $P_{sl\_cmd}$ 及び実位置 $P_{sl}$ 、横軸が時間 $t$ に設定されている。

【0012】

図29中、 $x_{12}$ はシフトアームのセレクト方向の目標位置 $P_{sl\_cmd}$ 、 $y_{12}$ は変速機の動特性が上記標準範囲内にある場合のシフトアームの実位置 $P_{sl}$ 、 $z_{12}$ は変速機の動特性が上記標準範囲外で低フリクシオンである場合のシフトアームの実位置 $P_{sl}$ 、 $u_{12}$ は変速機の動特性が上記標準範囲外で高フリクシオンである場合のシフトアームの実位置 $P_{sl}$ を示している。

【0013】

動特性が標準範囲内の $y_{12}$ では、 $t_{120}$ で目標位置 $P_{sl\_cmd}(x_{12})$ が $P_{sl\_cmd50}$ から $P_{sl\_cmd51}$ に変化したときに、実位置 $P_{sl}$ が変化後の目標位置 $P_{sl\_cmd51}$ に速やかに収束している。それに対して、低フリクシオンの $z_{12}$ では、目標位置 $P_{sl\_cmd51}$ に対して実位置 $P_{sc}$ がオーバーシュートし、該オーバーシュートによる振動が生じて目標位置 $P_{sl\_cmd51}$ への収束時間が長くなるという不都合が生じている。また、高フリクシオンの $u_{12}$ では、シフトアームの移動速度が遅くなり、目標位置 $P_{sl\_cmd51}$ への収束時間が長くなるという不都合が生じている。

【0014】

そこで、本発明はこれらの不都合を解消し、変速機の動特性が予め想定された範囲から外れた場合であっても、良好な位置決め性能を維持することができる変速機の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は上記目的を達成するためになされたものであり、変速機に備えられてセレクト動作及びシフト動作し、複数の変速段用の各シフトフォークに固定されたシフトピースにセレクト動作により選択的に係合し、選択的に係合したシフトピースに対応するシフトフォークをシフト動作によりニュートラル位置から変位させて各所定の変速段を確立するシフトアームと接続されたアクチュエータの作動を制御して、該シフトアームを所定の目標位置に位置決めする位置決め制御手段を備えた変速機の制御装置の改良に関する。

【0016】

そして、前記位置決め制御手段を、前記目標位置が変化したときに該目標位置の変化が所定挙動となるように該目標位置を補正するフィルタリングを行い、該フィルタリングされた目標位置と前記シフトアームの実位置との偏差の収束挙動を可変的に指定可能な応答指定型制御により、前記アクチュエータに対する制御入力を決定し、前記フィルタリングにおける前記所定挙動を変更することにより、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を指定可能とし、前記応答指定型制御における前記収束挙動を指定することにより、外乱抑制特性を指定可能として、該追従特性と外乱抑制特性とを独立して指定可能な2自由度制御器としたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0017】

かかる本発明によれば、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を過減衰応答とすることによって、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置のオーバーシュートの発生が抑制される。そして、これにより、該オーバーシュート及び該オーバーシュートに起因して生じ得るシフトアームの振動により、前記目標位置への前記シフトアームの実位置の収束時間が長くなることを防止することができる。さらに、本発明によれば、応答指定型制御を用いて2自由度制御器である前記位置決め制御手段による位置決め制御を行うことにより、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性と外乱抑制特性とを容易に指定することができる。

## 【0018】

また、前記位置決め制御手段における前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を、過減衰応答としたことを特徴とする。

## 【0019】

かかる本発明によれば、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を過減衰応答とすることによって、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置のオーバーシュートの発生が抑制される。そして、これにより、該オーバーシュート及び該オーバーシュートに起因して生じ得るシフトアームの振動により、前記目標位置への前記シフトアームの実位置の収束時間が長くなることを防止することができる。

## 【0022】

また、前記アクチュエータとして、前記シフトアームをシフト方向に移動させるためのシフト用アクチュエータと、前記シフトアームをセレクト方向に移動させるためのセレクト用アクチュエータとを備え、前記位置決め制御手段による前記シフトアームの位置決め処理において、前記応答指定型制御における外乱抑制特性を決定する切換関数の演算係数を、前記シフト用アクチュエータにより前記シフトアームをシフト動作させるときは、前記セレクト用アクチュエータによるセレクト方向の外乱抑制能力が、前記セレクト用アクチュエータにより前記シフトアームをセレクト動作させるときよりも低くなるようにし、また、前記セレクト用アクチュエータにより前記シフトアームをセレクト動作させるときは、前記シフト用アクチュエータによるシフト方向の外乱抑制能力が、前記シフト用アクチュエータにより前記シフトアームをシフト動作させて変速段を確立させた時点よりも低くなるように変更する演算係数変更手段を備えたことを特徴とする。

## 【0023】

かかる本発明によれば、前記演算係数変更手段により前記切換関数の演算係数を変更することによって、前記シフトアームの目標位置に対する実位置の偏差の許容幅を可変することができる。そのため、前記シフトアームの実位置又は目標位置に応じて前記演算係数を変更し、セレクト動作及びシフト動作を行う際に該許容幅を大きくすることによって、前記シフトアームに対する機械的な干渉が生じたときに、該干渉を回避しつつ前記シフトアームを前記目標位置に移動させることができる。

## 【0024】

また、前記アクチュエータは前記シフトアームをセレクト方向に移動させるセレクト用アクチュエータであり、前記位置決め制御手段は、該セレクト用アクチュエータの作動を制御して、前記シフトアームを各変速段に応じて設定された目標位置に位置決めすることを特徴とする。

## 【0025】

かかる本発明によれば、前記前記シフトアームをセレクト動作させて前記目標位置に位置決めする際に、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性と外乱抑制特性とを、独立に指定することができる。そして、これにより、前記変速機のセレクト機構の動特性が前記位置決め制御手段の設計時に予め想定された範囲から外れた場合であっても、前記シフトアームの挙動を安定させて前記目標位置に前記シフトアームを追従させることができる。

## 【0026】

また、前記シフトフォークは前記変速機の入力軸又は出力軸に連結された第1の係合部材と接続され、前記アクチュエータは前記シフトアームを移動させて、前記シフトアームと係合した前記シフトフォークを介して前記第1の係合部材をシフト方向に移動させるシフト用アクチュエータであり、前記位置決め制御手段は、シフト動作において、前記シフト用アクチュエータの作動を制御して前記第1の係合部材をシフト方向に移動させることによって、前記入力軸と前記出力軸とのうちの前記第1の係合部材が連結されていない側の軸と連動して回転する第2の係合部材に前記第1の係合部材を係合させて、変速段を確立することを特徴とする。

【0027】

かかる本発明によれば、前記シフトアームをシフト動作させて前記第1の係合部材と前記第2の係合部材とを係合させるときに、前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性と外乱抑制特性とを、独立して指定することができる。そして、これにより、前記変速機のシフト機構の動特性が前記位置決め制御手段の設計時に予め想定された範囲から外れた場合であっても、前記シフトアームの挙動を安定させて前記第1の係合部材と前記第2の係合部材とを係合させることができる。

【0028】

また、前記第1の係合部材と前記第2の係合部材との間に、前記第1の係合部材と前記第2の係合部材に対して回転自在且つシフト方向に移動自在に設けられ、シフト動作時に前記第1の係合部材及び前記第2の係合部材と接触して、摩擦力により前記第1の係合部材と前記第2の係合部材の回転数を同期させる同期部材が備えられ、前記位置決め制御手段は、シフト動作時に、前記シフトアームのシフト方向の目標位置を、ニュートラル位置から前記第1の係合部材と前記同期部材との接触位置までは該接触位置に向けて漸増させ、前記第1の係合部材が前記同期部材と接触してから第1の係合部材及び前記第2の係合部材の回転数が同期するまでは、該接触位置から前記第1の係合部材及び前記第2の係合部材の係合位置までの間の所定位置に設定し、前記第1の係合部材及び前記第2の係合部材の回転数が同期した後は該係合位置に設定すると共に、該目標位置を該所定位置に変更する時から前記係合位置に変更する時までの間の該目標位置に対する前記シフトアームの追従特性を、ニュートラル位置から前記接触位置までの間及び該目標位置を前記係合位置に変更した後の該目標位置に対する前記シフトアームの追従特性よりも低くなるように設定して、前記第1の係合部材と前記第2の係合部材とを係合させることを特徴とする。

【0029】

かかる本発明によれば、シフト動作時において、前記位置決め制御手段は、例えば前記第1の係合部材が前記同期部材と接触して前記第2の係合部材との回転同期が開始されたときや、前記第1の係合部材と前記第2の係合部材の係合が完了してシフト動作を終了するとき、前記目標位置を変更する。そして、このように前記目標位置を変更したときに、前記目標位置に対して前記シフトアームのシフト方向の実位置のオーバーシュートや振動が生じないように、前記位置決め制御手段における前記目標位置に対する前記シフトアームの実位置の追従特性を独立して設定することができる。これにより、前記変速機の動特性の相違によって、前記目標位置の変更時に前記シフトアームの挙動が不安定となることが抑制され、安定してシフト動作を実行することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

本発明の実施の形態について、図1～図24を参照して説明する。図1は変速機の構成図、図2は変速機のシフト/セレクト機構の詳細図、図3は変速機の作動説明図、図4は図1に示した制御装置の構成図、図5は図4に示したシフトコントローラのブロック図、図6はシフト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ、図7は図4に示したセレクトコントローラのブロック図、図8はモデルパラメータの同定処理方法に関する仮想プラントのブロック図、図9はセレクト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ、図10は変速機の動特性が異なる場合のセレクト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ、図11はマニユア

10

20

30

40

50

ル変速機におけるシフト動作の説明図、図12はマニュアル変速機におけるシフト動作時のシフトアームの変位を示したグラフ、図13は自動マニュアル変速機におけるシフト動作の説明図、図14は応答指定パラメータの変更による外乱抑制能力の変化を示したグラフ、図15は自動マニュアル変速機において応答指定パラメータを変更したときのシフト動作の説明図、図16はシフト動作時におけるシフトアームの変位と応答指定パラメータの設定を示したグラフ、図17は自動マニュアル変速機におけるセレクト動作の説明図である。

#### 【0031】

また、図18は制御装置のメインフローチャート、図19は変速機制御のフローチャート、図20、図21は変速操作のフローチャート、図22はシフト/セレクト操作のフローチャート、図23、図24は回転同期動作時目標値算出のフローチャート、図25はクラッチ制御のフローチャート、図26はクラッチ滑り率コントローラのブロック図、図27は滑り率制御のフローチャートである。

10

#### 【0032】

図1を参照して、変速機80は車両に搭載されて、エンジン81の出力をクラッチ82と連結ギヤ90を介して伝達するものである。そして、連結ギヤ90はディファレンシャル93のギヤ91と噛合い、これによりエンジン81の出力が駆動軸92を介して駆動輪94に伝達される。

#### 【0033】

変速機80は、マイクロコンピュータやメモリ等により構成された電子ユニットである制御装置1(本発明の変速機の制御装置に相当する)によりその作動が制御され、制御装置1は、アクセルペダル95、燃料供給制御ユニット96、チェンジレバー97、クラッチペダル98、及びブレーキペダル99の状態に応じて、セレクト用モータ12(本発明のセレクト用アクチュエータに相当する)、シフト用モータ13、及びクラッチ用アクチュエータ16を駆動することによって、変速機80の変速動作を制御する。

20

#### 【0034】

変速機80は、入力軸5、出力軸4、前進1~6速ギヤ対7a~7f及び9a~9f、後進ギヤ軸84及び後進ギヤ列83、85、86を備えている。ここで、入力軸5、出力軸4、及び後進ギヤ軸84は、互いに平行に配置されている。

#### 【0035】

前進1~6速ギヤ対7a~7f及び9a~9fは、互いに異なるギヤ比に設定されている。そして、入力側前進1速ギヤ7aと入力側前進2速ギヤ7bは入力軸5と一体に設けられており、対応する出力側前進1速ギヤ9aと出力側前進2速ギヤ9bは出力軸4に対して回転自在なアイドルギヤで構成されている。そして、1・2速用同期機構2aにより、出力側前進1速ギヤ9aと出力側前進2速ギヤ9bを選択的に出力軸4に接続した状態(変速確立状態)と、双方のギヤ9a、9bを共に出力軸4から遮断した状態(ニュートラル状態)とに切換えられる。

30

#### 【0036】

また、入力側前進3速ギヤ7cと入力側前進4速ギヤ7dは、入力軸5に対して回転自在のアイドルギヤで構成され、対応する出力側前進3速ギヤ9cと出力側前進4速ギヤ9dは、出力軸4と一体に設けられている。そして、3・4速用同期機構2bにより、入力側前進3速ギヤ7cと入力側前進4速ギヤ7dを選択的に入力軸5に接続した状態(変速確立状態)と、双方のギヤ7c、7dを共に入力軸5から遮断した状態(ニュートラル状態)とに切換えられる。

40

#### 【0037】

同様に、入力側前進5速ギヤ7eと入力側前進6速ギヤ7fは、入力軸5に対して回転自在のアイドルギヤで構成され、対応する出力側前進5速ギヤ9eと出力側前進6速ギヤ7fは、出力軸4と一体に設けられている。そして、5・6速用同期機構2cにより、入力側前進5速ギヤ7eと入力側前進6速ギヤ7fを選択的に入力軸5に接続した状態(変速確立状態)と、双方のギヤ7e、7fを共に入力軸5から遮断した状態(ニュートラル

50

状態)とに切換えられる。

【0038】

また、後進ギヤ列83, 85, 86は、後進ギヤ軸84に取り付けられた第1後進ギヤ85と、入力軸5と一体に設けられた第2後進ギヤ83と、出力軸4の1・2速用同期機構2aと一体の第3後進ギヤ86とにより構成されている。そして、第1後進ギヤ85は、スプライン嵌め合いにより後進ギヤ軸84に取り付けられている。これにより、第1後進ギヤ85は後進ギヤ軸84と一体に回転すると共に、第2後進ギヤ83と第3後進ギヤ86の双方と噛合う位置と、これらとの噛合いが解除される位置(ニュートラル位置)との間で、後進ギヤ軸84の軸線方向に摺動自在となっている。

【0039】

そして、各同期機構2a, 2b, 2c及び第1後進ギヤ85には、シフトフォーク10a, 10b, 10c, 10dがそれぞれ接続され、各シフトフォークの先端に設けられたシフトピース(図2参照)が、シフトアーム11と選択的に係合される。シフトアーム11はセレクト用モータ12により回転し、各シフトフォークはシフトアーム11が回転する円弧方向(セレクト方向)にほぼ直線的に並列して設けられている。そして、シフトアーム11は、各シフトピースと係合する位置に、選択的に位置決めされる。

【0040】

また、シフトアーム11はいずれかのシフトピースと係合した状態で、シフト用モータ13により入力軸5と平行な軸方向(シフト方向)に移動する。そして、シフトアーム11は、ニュートラル位置と各変速段の確立位置(シフト位置)とに位置決めされる。

【0041】

次に、図2(a)は図1に示した同期機構2bの構成を示したものである。なお、同期機構2cの構成は同期機構2bと同様である。また、同期機構2aは出力軸4に設けられている点で同期機構2b, 2cと相違するが、基本的な構成と作動内容は共通する。

【0042】

同期機構2bには、入力軸5と一体に回転するカップリングスリーブ22(本発明の第1の係合部材に相当する)、カップリングスリーブ22と入力側前進3速ギヤ7c(本発明の第2の係合部材に相当する)の間の入力軸5に回転自在且つ入力軸5の軸方向(シフト方向に相当する)に移動自在に設けられたシンクロナイザリング23a(本発明の同期部材に相当する)、カップリングスリーブ22と入力側前進4速ギヤ7d(本発明の第2の係合部材に相当する)の間の入力軸5に回転自在且つ入力軸5の軸方向に移動自在に設けられたシンクロナイザリング23b(本発明の同期部材に相当する)、及びカップリングスリーブ22と接続されたシフトフォーク10bが備えられている。

【0043】

そして、シフトフォーク10bの先端に固定されたシフトピース21が、シフト/セレクト軸20に固定されたシフトアーム11と係合する。シフト/セレクト軸20は、セレクト用モータ12の作動に応じて回転する(セレクト動作)と共に、シフト用モータ13の作動に応じて軸方向に移動する(シフト動作)。セレクト動作によりシフトアーム11をシフトピース21と係合させた状態で、シフト動作することにより、カップリングスリーブ22が、ニュートラル位置から入力側前進3速ギヤ7cの方向(3速選択時)又は入力側前進4速ギヤ7dの方向(4速選択時)に変位する。

【0044】

カップリングスリーブ22の両端は中空構造となっており、中空部の内周面にスプライン30a, 30bが形成されている。そして、シンクロナイザリング23aの外周面にカップリングスリーブ22のスプライン30aと係合可能なスプライン31aが形成され、入力側前進3速ギヤ7cのシンクロナイザリング23aと対向する部分の外周面にもカップリングスリーブ22のスプライン30aと係合可能なスプライン32aが形成されている。

【0045】

同様に、シンクロナイザリング23bの外周面にカップリングスリーブ22のスプライン

10

20

30

40

50

ン30bと係合可能なスプライン31bが形成され、入力側前進4速ギヤ7dのシンクロナイザリング23bと対向する部分の外周面にもカップリングスリーブ22のスプライン30bと係合可能なスプライン32bが形成されている。

【0046】

そして、入力軸5と共に回転したカップリングスリーブ22をシフトフォーク10bにより入力側3速前進ギヤ7cの方向に移動すると、カップリングスリーブ22とシンクロナイザリング23aが接触し、さらにシンクロナイザリング23aと入力側前進3速ギヤ7cも接触する状態となる。このとき、接触により生じる摩擦力により、シンクロナイザリング23aを介してカップリングスリーブ22と入力側前進3速ギヤ7cの回転数が同期する。

10

【0047】

このように、カップリングスリーブ22と入力側前進3速ギヤ7cの回転数が同期した状態で、カップリングスリーブ22をさらに入力側3速ギヤ7cの方向に移動させると、カップリングスリーブ22に形成されたスプライン30aが、シンクロナイザリング23aに形成されたスプライン31aを通過して入力側前進3速ギヤ7cに形成されたスプライン32aと係合する。そして、これにより、入力軸5と出力軸4間で動力が伝達される状態(変速確立状態)となる。

【0048】

同様にして、入力軸5と共に回転したカップリングスリーブ22をシフトフォーク10bにより入力側前進4速ギヤ7dの方向に移動すると、シンクロナイザリング23bを介してカップリングスリーブ22と入力側前進4速ギヤ7dの回転数が同期する。そして、カップリングスリーブ22に形成されたスプライン30bが、シンクロナイザリング23bに形成されたスプライン31bを通過して入力側前進4速ギヤ7dに形成されたスプライン32bと係合する。

20

【0049】

図2(b)は、シフトアーム11側から、直線的に配置されたシフトピース21a, 21b, 21c, 21dを見た図であり、セレクト動作時においては、シフトアーム11は図中Psl方向(セレクト方向)に移動して、1・2速選択位置Psl\_12、3・4速選択位置Psl\_34、5・6速選択位置Psl\_56、リバース(後退)選択位置Psl\_rのいずれかに位置決めされて、シフトピース21a, 21b, 21c, 21dのいずれかと係合する。また、シフト動作時においては、シフトアーム11は図中Psc方向(シフト方向)に移動して、変速段(1~6速、リバース)が確立される。

30

【0050】

図3は、2速の変速段が確立された状態から3速の変速段を確立するときのシフトアーム11の動作を説明したもので、(a) (b) (c) (d)の順でシフトアーム11の位置決め処理が実行される。(a)は2速の変速段が確立された状態であり、シフトアーム11はシフトピース21aと係合している。そして、シフトアーム11のセレクト方向位置Pslは1・2速選択位置Psl\_12に位置決めされ、シフトアーム11のシフト位置方向位置P\_scは1速シフト位置P\_sc\_1に位置決めされている。

【0051】

(b)では、シフトアーム11のシフト方向位置P\_scをニュートラル位置0としてセレクト動作が可能な状態とし、(c)でセレクト動作によりシフトアーム11を3・4速選択位置P\_sc\_34に位置決めする。これにより、シフトアーム11とシフトピース21bとが係合する。そして、(d)でシフト動作によりシフトアーム11をニュートラルから3速シフト位置P\_sc\_3に位置決めして、3速の変速段を確立する。

40

【0052】

次に、図4を参照して、制御装置1には、シフトアーム11のシフト方向の目標位置P\_sc\_cmdとセレクト方向の目標位置P\_sl\_cmdとを設定する目標位置算出部52と、シフトアーム11のシフト方向の実位置P\_scと目標位置P\_sc\_cmdとが一致するように、シフト用モータ13への印加電圧V\_scを制御するシフトコントローラ50(本発明の位置決め制御手

50

段に相当する)と、シフトアーム11のセレクト方向の実位置Pslと目標位置Psl\_cmdとが一致するように、セレクト用モータ12への印加電圧Vslを制御するセレクトコントローラ51(本発明の位置決め制御手段に相当する)とが備えられている。

【0053】

シフトコントローラ50には、スライディングモード制御を用いて、シフト用モータ13への出力電圧Vscを決定するスライディングモードコントローラ53と、スライディングモードコントローラ53における応答指定パラメータVPOLE\_scを設定するVPOLE\_sc算出部54とが備えられている。

【0054】

図5を参照して、シフトコントローラ50に備えられたスライディングモードコントローラ53には、シフトアーム11のシフト方向の目標位置Psc\_cmdに対して、以下の式(1)によるフィルタリング演算を施してフィルタリング目標値Psc\_cmd\_fを算出する目標値フィルタ41が備えられている。

【0055】

【数1】

$$Psc\_cmd\_f(k) = -VPOLE\_f\_sc \cdot Psc\_cmd\_f(k-1) + (1 + VPOLE\_f\_sc) \cdot Psc\_cmd(k) \quad \text{----- (1)}$$

但し、VPOLE\_f\_sc: 目標値フィルタ係数、Psc\_cmd\_f(k): k番目の制御サイクルにおけるフィルタリング目標値。

【0056】

スライディングモードコントローラ53には、変速機80におけるシフトアーム11をシフト方向に位置決めするシフト機構40の構成を以下式(2)によりモデル化し、フィルタリング目標値Psc\_cmd\_f(k)とシフトアーム11のシフト方向位置Psc(k)との偏差E\_scを算出する減算器42、切換関数\_scの値を算出する切換関数値算出部43、到達則入力Urch\_scを算出する到達則入力算出部44、適応則入力Uadp\_scを算出する適応則入力算出部45、等価制御入力Ueq\_srを算出する等価制御入力算出部46、及び等価制御入力Ueq\_srと到達則入力Urch\_srと適応則入力Uadp\_scとを加算してシフト用モータ13への印加電圧の制御値Vslを算出する加算器47が備えられている。

【0057】

【数2】

$$Psc(k+1) = a1\_sc \cdot Psc(k) + a2\_sc \cdot Psc(k-1) + b1\_sc \cdot Vsc(k) + b2\_sc \cdot Vsc(k-1) \quad \text{----- (2)}$$

但し、a1\_sc, a2\_sc, b1\_sc, b2\_sc: モデルパラメータ。

【0058】

切換関数値算出部43は、減算器42により以下の式(3)で算出される偏差E\_sc(k)から、以下の式(4)により、切換関数値\_sc(k)を算出する。

【0059】

【数3】

$$E\_sc(k) = Psc(k) - Psc\_cmd\_f(k-1) \quad \text{----- (3)}$$

但し、E\_sc(k): k番目の制御サイクルにおけるシフトアームのシフト方向のフィルタリング目標値Psc\_cmd\_f(k-1)と実位置Psc(k)との偏差。

【0060】

10

20

30

40

【数4】

$$\sigma_{sc}(k) = E_{sc}(k) + VPOLE_{sc} \cdot E_{sc}(k-1) \text{ ----- (4)}$$

但し、 $E_{sc}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける切換関数値、 $VPOLE_{sc}$  : 切換関数設定パラメータ ( $-1 < VPOLE_{sc} < 0$ )。

【0061】

適応則入力算出部45は、以下の式(5)により切換関数積分値  $SUM_{sc}(k)$  を算出し、以下の式(6)により適応則入力  $U_{adp\_sc}(k)$  を算出する。適応則入力  $U_{adp\_sc}(k)$  は、モデル化誤差や外乱を吸収して、偏差状態量 ( $E_{sc}(k)$ ,  $E_{sc}(k-1)$ ) を切換直線 ( $E_{sc}(k) = 0$ ) に載せるための入力である。 10

【0062】

【数5】

$$SUM_{\sigma sc}(k) = SUM_{\sigma sc}(k-1) + \sigma_{sc}(k) \text{ ----- (5)}$$

但し、 $SUM_{sc}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける切換関数積分値。

【0063】

【数6】

$$U_{adp\_sc}(k) = -\frac{K_{adp\_sc}}{b1\_sc} \cdot SUM_{\sigma sc}(k) \text{ ----- (6)} \quad 20$$

但し、 $U_{adp\_sc}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける適応則入力、 $K_{adp\_sc}$  : フィードバックゲイン。

【0064】

到達則入力算出部44は、以下の式(7)により到達則入力  $U_{rch\_sc}(k)$  を算出する。到達則入力  $U_{rch\_sc}(k)$  は、偏差状態量 ( $E_{sc}(k)$ ,  $E_{sc}(k-1)$ ) を、切換直線 ( $E_{sc}(k) = 0$ ) に載せるための入力である。

【0065】

【数7】

$$U_{rch\_sc}(k) = -\frac{K_{rch\_sc}}{b1\_sc} \cdot \sigma_{sc}(k) \text{ ----- (7)} \quad 30$$

但し、 $U_{rch\_sc}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける到達則入力、 $K_{rch\_sc}$  : フィードバックゲイン。

【0066】

等価制御入力算出部46は、以下の式(8)により等価制御入力  $U_{eq\_sc}(k)$  を算出する。式(8)は、 $E_{sc}(k+1) = E_{sc}(k)$  とおいて、上記式(4)、式(3)、式(2)を代入したときのシフト用モータ13に対する制御入力  $V_{sc}(k)$  を等価制御入力  $U_{eq\_sc}(k)$  として算出するものである。等価制御入力  $U_{eq\_sc}(k)$  は、偏差状態量 ( $E_{sc}(k)$ ,  $E_{sc}(k-1)$ ) を切換直線 ( $E_{sc}(k) = 0$ ) 上に拘束するための入力である。 40

【0067】

【数 8】

$$U_{eq\_sc}(k) = \frac{1}{b1\_sc} \left\{ (1 + VPOLE\_sc - a1\_sc) \cdot Psc(k) + (VPOLE\_sc - a2\_sc) \cdot Psc(k-1) \right. \\ \left. - b2\_sc \cdot Vsc(k-1) + Psc\_cmd\_f(k) + (VPOLE\_sc - 1) \cdot Psc\_cmd\_f(k-1) \right. \\ \left. - VPOLE\_sc \cdot Psc\_cmd\_f(k-2) \right\} \quad \text{----- (8)}$$

10

但し、 $U_{eq\_sc}(k)$ ：k 番目の制御サイクルにおける等価制御入力。

【0068】

そして、加算器 47 は、以下の式 (9) により、シフト用モータ 13 に対する制御入力  $Vsc(k)$  を算出する。

【0069】

【数 9】

$$Vsc(k) = U_{eq\_sc}(k) + Urch\_sc(k) + Uadp\_sc(k) \quad \text{----- (9)}$$

以上説明した構成により、スライディングモードコントローラ 53 は、シフト方向の目標位置  $Psc\_cmd$  に対するシフトアーム 11 の追従特性と、外乱により生じる目標位置  $Psc\_cmd$  と実位置  $Psc$  との偏差の収束挙動を、個別に設定可能な 2 自由度の特性を備えている。具体的には、目標値フィルタ  $VPOLE\_f\_sc$  を変更することにより、シフト方向の目標位置  $Psc\_cmd$  に対するシフトアーム 11 の追従特性を設定することができる。また、切換関数設定パラメータ  $VPOLE\_sc$  を変更することにより、外乱により生じた目標位置  $Psc\_cmd$  と実位置  $Psc$  との偏差の収束挙動を設定することができる。

20

【0070】

そして、シフトコントローラ 50 は、図 2 (a) を参照して、以下の Mode 1 ~ Mode 4 の工程を経てシフトアーム 11 のシフト動作を行う。なお、以下では同期機構 2b (図 1 参照) により、3 速の変速段を確立する場合を例に説明したが、他の変速段を確立する場合も同様である。

30

(1) Mode 1 (目標値追従 &amp; コンプライアンスモード)

ニュートラル位置からシフト動作を開始して、シフトアーム 11 の実位置  $Psc$  がシンクロナイザリング 23a の待機位置  $Psc\_def$  に達するまで ( $Psc < Psc\_def$ )。

(2) Mode 2 (回転同期制御モード)

$Psc\_def < Psc < Psc\_scf$  (カップリングスリーブ 22 とシンクロナイザリング 23a との接触想定位置)、且つ、 $Psc < Psc\_sc$  ( $Psc\_sc$ : カップリングスリーブ 22 とシンクロナイザリング 23a の接触判定値) の条件成立後、シンクロナイザリング 23a に適切な押付け力を与える。そして、これにより、カップリングスリーブ 22 と入力側前進 3 速ギヤ 7c の回転数の同期を図る。

40

(3) Mode 3 (静止モード)

$Psc\_scf < Psc$  の条件が成立した時点で、目標値  $Psc\_cmd$  をシフト完了時目標値  $Psc\_end$  とし、 $Psc$  の  $Psc\_cmd$  に対するオーバーシュート (オーバーシュートが生じると、図示しないストップ部材との衝突音が発生する) を防止するため、上記式 (5) による切換関数積分値  $SUM\_sc$  をリセットとする。これにより、カップリングスリーブ 22 がシンクロナイザリング 23a を通過して移動し、入力側前進 3 速ギヤ 7c と係合する。

(4) Mode 4 (ホールドモード)

シフト動作完了後、及びセレクト動作時は、シフト用モータ 13 への印加電力低減による省電力化のため、シフトコントローラ 50 における外乱抑制能力を低下させる。

【0071】

50

ここで、図6(a)、図6(b)は、図5に示した2自由度のスライディングモードコントローラ53により、シフト動作を行った場合のシフトアーム11の変位を示したグラフである。そして、縦軸の上段がシフトアーム11のシフト方向の目標位置 $P_{sc\_cmd}$ 及び実位置 $P_{sc}$ に設定され、縦軸の下段がシフト用モータ13に対する制御入力 $V_{sc}$ にされている。また、横軸は時間 $t$ に設定されている。

【0072】

そして、図6(a)はスライディングモードコントローラ53の設計時に予め想定した範囲内の動特性を有するシフト機構40において、シフト動作を行った場合のグラフであり、図中、 $x_1$ が目標位置 $P_{sc\_cmd}$ を示し、 $y_1$ が実位置 $P_{sc}$ を示し、 $z_1$ が制御入力 $V_{sc}$ を示している。また、図6(b)は該範囲から外れた低フリクシヨンの動特性を有するシフト機構40において、シフト動作を行った場合のグラフであり、図中、 $x_2$ が目標位置 $P_{sc\_cmd}$ を示し、 $y_2$ が実位置 $P_{sc}$ を示し、 $z_2$ が制御入力 $V_{sc}$ を示している。

10

【0073】

2自由度のスライディングモードコントローラ53においては、上記式(1)における目標値フィルタ係数 $V_{POLE\_f\_sc}$ を変更することによって、目標値 $P_{sc\_cmd}$ に対するシフトアーム11の実位置の追従性を独立して設定することができる。そのため、図6(a)に示したように、 $t_{12}$ でMode1からMode2に移行して目標位置 $P_{sc\_cmd}$ ( $x_1$ )が $P_{sc\_scf}$ から $P_{sc\_sc}$ に変更されたとき、及び $t_{13}$ でMode2からMode3に移行して目標位置 $P_{sc\_cmd}$ が $P_{sc\_sc}$ から $P_{sc\_end}$ に変更されたときに、制御入力 $V_{sc}$ ( $z_1$ )が滑らかに立ち上がり、 $P_{sc}$ ( $y_1$ )のオーバーシュートや振動が生じない過減衰応答に設定することが可能である。

20

【0074】

さらに、2自由度のスライディングモードコントローラ53においては、上記式(4)における切換関数設定パラメータ $V_{POLE\_sc}$ を変更することによって、外乱抑制能力(上記式(3)の偏差 $E_{sc}(k)$ の収束挙動)を独立して設定することができる。そのため、図6(b)に示したように、シフト機構40のフリクシヨンが低い場合であっても、Mode2における回転同期時のシフトアーム11の位置 $P_{sc}$ ( $y_2$ )の急激な変位が抑制される。これにより、カップリングスリーブ22がシンクロナイザリング23に急激に押し込まれることを防止して、安定したシフト動作を行うことができる。

【0075】

また、 $V_{POLE\_sc}$ 算出部54は、上記Mode1~Mode4において、以下の式(10)に示したように切換関数パラメータ $V_{POLE\_sc}$ を変更する。そして、これにより、シフト動作中の各Modeにおけるスライディングモードコントローラ53の外乱抑制能力が切り替えられる。

30

【0076】

【数10】

$$V_{POLE\_sc} = \begin{cases} V_{POLE\_sc11} (= -0.8) : \text{Mode1} (|P_{sc}(k)| < |P_{sc\_def}|) \\ V_{POLE\_sc12} (= -0.98) : \text{Mode1} (|P_{sc}(k)| \geq |P_{sc\_def}|) \\ V_{POLE\_sc2} (= -0.85) : \text{Mode2} (|P_{sc\_def}(k)| \leq |P_{sc}(k)| \leq |P_{sc\_scf}|) \\ V_{POLE\_sc3} (= -0.7) : \text{Mode3} (|P_{sc}(k)| > |P_{sc\_scf}|) \\ V_{POLE\_sc4} (= -0.9) : \text{Mode4} \end{cases} \quad \text{----- (10)}$$

40

但し、 $P_{sc\_def}$ :シンクロナイザリングの待機位置、 $P_{sc\_scf}$ :カップリングスリーブとシンクロナイザリングとの接触位置。

【0077】

また、目標値フィルタ41は、上記Mode1~Mode4において、以下の式(11)

50

)に示したように目標値フィルタ係数VPOLE\_f\_scを変更する。そして、これにより、シフト動作中の各Modeにおけるスライディングモードコントローラ53の目標値Psc\_cmdに対する追従性が切り替えられる。

【0078】

【数11】

$$VPOLE\_f\_sc = \begin{cases} VPOLE\_f\_sc1 & (=-0.8) : Mode1 \\ VPOLE\_f\_sc2 & (=-0.98) : Mode2 (|Psc\_def(k)| \leq |Psc(k)| \leq |Psc\_scf|) \\ VPOLE\_f\_sc3 & (=-0.85) : Mode3, Mode4 (|Psc(k)| > |Psc\_scf|) \end{cases}$$

10

----- (11)

上記式(11)によれば、カップリングスリーブ22がシンクロナイザリング23の待機位置Psc\_defまで移動するMode1においては、シフトアーム11の目標値Psc\_cmdに対する実位置Pscの追従性が高く設定される(VPOLE\_f\_sc=-0.8)。そして、目標値Psc\_cmdが急増するMode2及びMode3においては、目標値Psc\_cmdに対する実位置Pscの追従性が低く設定され(VPOLE\_f\_sc=-0.98, -0.9)、これにより、シフト用モータ13への印加電圧が急敏に上昇することを抑制している。

20

【0079】

次に、セレクトコントローラ51(図4参照)には、スライディングモード制御(本発明の応答指定型制御に相当する)を用いて、セレクト用モータ12への印加電圧Vslを決定するスライディングモードコントローラ55と、スライディングモードコントローラ55における応答指定パラメータVPOLE\_slを設定するVPOLE\_sl算出部56と、スライディングモード制御におけるモデルパラメータb1\_sl, b2\_sl, c1\_slを同定する部分パラメータ同定器57とが備えられている。

【0080】

図7を参照して、セレクトコントローラ51のスライディングモードコントローラ55は、シフトアーム11をセレクト方向に移動させる変速機80のセレクト機構70を、シフトアーム11のセレクト方向の位置Pslをセレクト用モータ12への印加電圧Vslにより表した以下の式(12)によりモデル化する。

30

【0081】

【数12】

$$Psl(k+1) = a1\_sl \cdot Psl(k) + a2\_sl \cdot Psl(k-1) + b1\_sl \cdot Vsl(k) + b2\_sl \cdot Vsl(k-1) + c1\_sl$$

----- (12)

但し、Psl(k+1), Psl(k), Psl(k-1): k+1番目, k番目, k-1番目の制御サイクルにおけるシフトアームの位置、Vsl(k), Vsl(k-1): k番目, k-1番目の制御サイクルにおけるセレクト用モータに対する印加電圧、a1\_sl, a2\_sl: モデルパラメータ、b1\_sl(k), b2\_sl(k), c1\_sl(k): k番目の制御サイクルにおけるモデルパラメータの同定値。

40

【0082】

部分パラメータ同定器57は、上記式(12)におけるモデルパラメータa1\_sl, a2\_sl, b1\_sl, b2\_sl, c1\_slのうち、セレクト機構70の動特性の変化との関連性が高い、セレクト用モータ12に対する印加電圧Vslに係る制御入力成分項の係数であるb1\_sl及びb2\_slと、外乱成分項であるc1\_slのみについて同定処理を行う。なお、同定の対象となるb1\_sl, b2\_sl, c1\_slが本発明の同定モデルパラメータに相当する。

50

## 【 0 0 8 3 】

ここで、上記式 ( 1 2 ) を 1 制御サイクル遅延させて、同定モデルパラメータ  $b_{1\_sl}$ 、 $b_{2\_sl}$ 、 $c_{1\_sl}$  に係る成分項を右辺にまとめ、その他の成分項を左辺にまとめると、以下の式 ( 1 3 ) の形に整理することができる。

## 【 0 0 8 4 】

## 【 数 1 3 】

$$P_{sl}(k) - a_{1\_sl} \cdot P_{sl}(k-1) - a_{2\_sl} \cdot P_{sl}(k-2) = b_{1\_sl}(k) \cdot V_{sl}(k-1) + b_{2\_sl}(k) \cdot V_{sl}(k-2) + c_{1\_sl}(k)$$

----- (13)

10

そして、上記式 ( 1 3 ) の左辺を以下の式 ( 1 4 ) に示したように  $W(k)$  と定義し、右辺を以下の式 ( 1 4 ) に示したように  $W\_hat(k)$  と定義すると、 $W(k)$  は図 8 に示した仮想プラント 1 1 0 の仮想出力となる。そのため、 $W(k)$  は仮想プラント 1 1 0 のモデル出力、 $W\_hat(k)$  は仮想プラント 1 1 0 のモデル式と考えることができる。

## 【 0 0 8 5 】

## 【 数 1 4 】

$$W(k) = P_{sl}(k) - a_{1\_sl} \cdot P_{sl}(k-1) - a_{2\_sl} \cdot P_{sl}(k-2) \text{ ----- (14)}$$

20

但し、 $W(k)$  :  $k$  番目の制御サイクルにおける仮想プラントのモデル出力。

## 【 0 0 8 6 】

## 【 数 1 5 】

$$W\_hat(k) = b_{1\_sl}(k) \cdot V_{sl}(k-1) + b_{2\_sl}(k) \cdot V_{sl}(k-2) + c_{1\_sl}(k) \text{ ----- (15)}$$

但し、 $W\_hat(k)$  :  $k$  番目の制御サイクルにおける仮想プラントのモデル式。

## 【 0 0 8 7 】

図 8 に示した仮想プラント 1 1 0 は、シフトアーム 1 1 の位置  $P_{sl}(k)$  の成分から、 $P_{sl}(k)$  を  $Z^{-1}$  変換部 1 1 1 により 1 制御サイクル遅延させて乗算部 1 1 3 により  $a_{1\_sl}$  を乗じた成分と、 $P_{sl}(k)$  を  $Z^{-1}$  変換部 1 1 1 及び 1 1 4 により 2 制御サイクル遅延させて乗算部 1 1 5 により  $a_{2\_sl}$  を乗じた成分とを、減算器 1 1 6 により減じて、 $W(k)$  として出力するものである。

30

## 【 0 0 8 8 】

そして、上記式 ( 1 5 ) の仮想プラント 1 1 0 のモデル式は、同定モデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k)$ 、 $b_{2\_sl}(k)$ 、 $c_{1\_sl}(k)$  に係る成分項のみから構成されている。そのため、仮想プラント 1 1 0 の出力  $W(k)$  とモデル出力  $W\_hat(k)$  とが一致するように、仮想プラント 1 1 0 のモデルパラメータを逐次型同定アルゴリズムを用いて算出すれば、同定モデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k)$ 、 $b_{2\_sl}(k)$ 、 $c_{1\_sl}(k)$  の逐次同定を実現することができる。

40

## 【 0 0 8 9 】

そこで、部分パラメータ同定器 5 7 は、以下の式 ( 1 6 ) ~ 式 ( 2 2 ) により、同定モデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k)$ 、 $b_{2\_sl}(k)$ 、 $c_{1\_sl}(k)$  の同定処理を実行する。まず、以下の式 ( 1 6 ) により  $\hat{b}_{1\_sl}(k)$  を定義し、以下の式 ( 1 7 ) により  $\hat{b}_{2\_sl}(k)$  を定義して、上記式 ( 1 5 ) のモデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k)$ 、 $b_{2\_sl}(k)$ 、 $c_{1\_sl}(k)$  の代わりに、既に算出されている 1 制御サイクル前のモデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k-1)$ 、 $b_{2\_sl}(k-1)$ 、 $c_{1\_sl}(k-1)$  を用いた出力を、以下の式 ( 1 8 ) に示したように  $W\_hat'(k)$  とする。

## 【 0 0 9 0 】

【数16】

$$\zeta_{sl}^T(k) = [V_{sl}(k-1) \quad V_{sl}(k-2) \quad 1] \dots\dots\dots (16)$$

【0091】

【数17】

$$\theta_{sl}^T(k) = [b1_{sl}(k) \quad b2_{sl}(k) \quad c1_{sl}(k)] \dots\dots\dots (17)$$

【0092】

10

【数18】

$$\begin{aligned} W_{hat}'(k) &= b1_{sl}(k-1) \cdot V_{sl}(k-1) + b2_{sl}(k-1) \cdot V_{sl}(k-2) + c1_{sl}(k-1) \\ &= \theta_{sl}^T(k-1) \cdot \zeta_{sl}(k) \end{aligned} \dots\dots\dots (18)$$

そして、仮想プラント110の出力W(k)に対するモデル出力W\_hat'(k)の偏差E\_id\_sl(k)を、上記式(18)のモデル化誤差を表すものとして、以下の式(19)により算出する(以下、偏差E\_id\_sl(k)を同定誤差E\_id\_sl(k)という)。

【0093】

【数19】

20

$$E_{id\_sl}(k) = W(k) - W_{hat}'(k) \dots\dots\dots (19)$$

但し、E\_id\_sl(k)：k番目の制御サイクルにおける仮想プラントの出力W(k)とモデル出力W\_hat'(k)との偏差。

【0094】

また、部分パラメータ同定器57は、以下の式(20)の漸化式により3次の正方行列である「P\_sl」を算出し、以下の式(21)により同定誤差E\_id\_sl(k)に応じた変化度を規定するゲイン係数ベクトルである3次ベクトル「KP\_sl」を算出する。

【0095】

30

【数20】

$$P_{sl}(k+1) = \frac{1}{\lambda_{1\_sl}} \left\{ I - \frac{\lambda_{2\_sl} \cdot P_{sl}(k) \cdot \zeta_{sl}(k) \cdot \zeta_{sl}^T(k)}{\lambda_{1\_sl} + \lambda_{2\_sl} \cdot \zeta_{sl}^T(k) \cdot P_{sl}(k) \cdot \zeta_{sl}(k)} \right\} \cdot P_{sl}(k) \dots\dots\dots (20)$$

但し、I：3×3の単位行列、λ<sub>1\_sl</sub>、λ<sub>2\_sl</sub>：同定重みパラメータ。

【0096】

【数21】

40

$$KP_{sl}(k) = \frac{P_{sl}(k) \cdot \zeta_{sl}(k)}{1 + \zeta_{sl}^T(k) \cdot P_{sl}(k) \cdot \zeta_{sl}(k)} \dots\dots\dots (21)$$

なお、上記式(20)における同定重みパラメータλ<sub>1\_sl</sub>、λ<sub>2\_sl</sub>の設定は、以下の表(1)に示した意味を持つ。

【0097】

【表 1】

(1)  $\lambda_{1\_sl}$ ,  $\lambda_{2\_sl}$ の設定

$\lambda_{1\_sl}$ , $\lambda_{2\_sl}$	意味
1 , 0	固定ゲイン。
1 , 1	最小 2 乗法。
1 , $\lambda$	漸減ゲイン。 $\lambda$ は変数。
$\lambda$ , 1	重み付き最小 2 乗法。 $\lambda$ は変数。

10

そして、部分パラメータ同定器 5 7 は、以下の式 ( 2 2 ) により、新たなモデルパラメータの同定値  $\theta_{sl}^T(k) = [ b_{1\_sl}(k) \ b_{2\_sl}(k) \ c_{1\_sl}(k) ]$  を算出する。

【 0 0 9 8 】

【数 2 2】

$$\theta_{sl}(k) = \theta_{sl}(k - 1) + KP_{sl}(k) \cdot E_{id\_sl}(k) \text{ ----- (22)}$$

20

また、図 7 を参照して、スライディングモードコントローラ 5 5 には、シフトアーム 1 1 のセレクト方向の目標位置  $P_{sl\_cmd}$  に対して、以下の式 ( 2 3 ) によるフィルタリング演算を施してフィルタリング目標値  $P_{sl\_cmd\_f}$  を算出する目標値フィルタ 7 1 が備えられている。

【 0 0 9 9 】

【数 2 3】

$$P_{sl\_cmd\_f}(k) = -VPOLE\_f\_sl \cdot P_{sl\_cmd\_f}(k - 1) + (1 + VPOLE\_f\_sl) \cdot P_{sl\_cmd}(k) \text{ -- (23)}$$

但し、 $VPOLE\_f\_sl$  : 目標値フィルタ係数、 $P_{sl\_cmd\_f}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおけるフィルタリング目標値。

30

【 0 1 0 0 】

さらに、スライディングモードコントローラ 5 5 には、シフトアーム 1 1 のセレクト方向の実位置  $P_{sl}$  と目標位置  $P_{sl\_cmd}$  との偏差  $E_{sl}$  を算出する減算器 7 2、切換関数  $\lambda_{sl}$  の値を算出する切換関数値算出部 7 3、到達則入力  $U_{rch\_sl}$  を算出する到達則入力算出部 7 4、等価制御入力  $U_{eq\_sl}$  を算出する等価制御入力算出部 7 5、及び等価制御入力  $U_{eq\_sl}$  と到達則制御入力  $U_{rch\_sl}$  とを加算してセレクト機構 7 0 のセレクト用モータ 1 2 への印加電圧の制御値  $V_{sl}$  を算出する加算器 7 6 が備えられている。

【 0 1 0 1 】

切換関数値算出部 7 3 は、減算器 7 2 により以下の式 ( 2 4 ) で算出される偏差  $E_{sl}(k)$  から、以下の式 ( 2 5 ) により、切換関数値  $\lambda_{sl}(k)$  を算出する。

40

【 0 1 0 2 】

【数 2 4】

$$E_{sl}(k) = P_{sl}(k) - P_{sl\_cmd\_f}(k - 1) \text{ ----- (24)}$$

但し、 $E_{sl}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおけるシフトアームのセレクト方向の実位置と目標位置との偏差。

【 0 1 0 3 】

【数 2 5】

$$\sigma_{sl}(k) = E_{sl}(k) + VPOLE_{sl} \cdot E_{sl}(k - 1) \quad \text{----- (25)}$$

但し、 $E_{sl}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける切換関数値、 $VPOLE_{sl}$  : 切換関数設定パラメータ ( $-1 < VPOLE_{sl} < 0$ )。

【0104】

到達則入力算出部 74 は、以下の式 (26) により到達則入力  $Urch_{sl}(k)$  を算出する。到達則入力  $Urch_{sl}(k)$  は、偏差状態量 ( $E_{sl}(k)$ ,  $E_{sl}(k-1)$ ) を、切換関数  $E_{sl}$  を 0 ( $E_{sl}(k) = 0$ ) とした切換直線に載せるための入力である。

10

【0105】

【数 2 6】

$$Urch_{sl}(k) = -\frac{Krch_{sl}}{b1_{sl}(k)} \cdot \sigma_{sl}(k) \quad \text{----- (26)}$$

但し、 $Urch_{sl}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける到達則入力、 $Krch_{sl}$  : フィードバックゲイン。

【0106】

等価制御入力算出部 75 は、以下の式 (27) により等価制御入力  $Ueq_{sl}(k)$  を算出する。式 (27) は、 $E_{sl}(k+1) = E_{sl}(k)$  とおいて、上記式 (24), 式 (23), 式 (13) を代入したときのセレクト用モータ 12 への印加電圧の制御値  $Vsl(k)$  を、等価制御入力  $Ueq_{sl}(k)$  として算出するものである。

20

【0107】

【数 2 7】

$$Ueq_{sl}(k) = \frac{1}{b1_{sl}(k)} \left\{ (1 + VPOLE_{sl} - a1_{sl}) \cdot Psl(k) + (VPOLE_{sl} - a2_{sl}) \cdot Psl(k - 1) \right. \\ \left. - b2_{sl}(k) \cdot Vsl(k - 1) + Psl_{cmd\_f}(k) + (VPOLE_{sl} - 1) \cdot Psl_{cmd\_f}(k - 1) \right. \\ \left. - VPOLE_{sl} \cdot Psc_{cmd\_f}(k - 1) - c1_{sl}(k) \right\}$$

30

----- (27)

但し、 $Ueq_{sl}(k)$  : k 番目の制御サイクルにおける等価制御入力。

【0108】

そして、加算器 76 は、以下の式 (28) により、セレクト機構 70 のセレクト用モータ 12 への印加電圧の制御値  $Vsl$  を算出する。

【0109】

【数 2 8】

$$Vsl(k) = Ueq_{sl}(k) + Urch_{sl}(k) \quad \text{----- (28)}$$

40

上述したように、部分パラメータ同定器 57 は、上記式 (12) におけるモデルパラメータ  $a1_{sl}$ ,  $a2_{sl}$ ,  $b1_{sl}$ ,  $b2_{sl}$ ,  $c1_{sl}$  のうち、セレクト機構 70 の動特性の変化との連動性が高い  $b1_{sl}$ ,  $b2_{sl}$ ,  $c1_{sl}$  についてのみ同定処理を行う。そして、セレクトコントローラ 51 のスライディングモードコントローラ 55 は、部分パラメータ同定器 57 により同定された  $b1_{sl}(k)$ ,  $b2_{sl}(k)$ ,  $c1_{sl}(k)$  を用いて、セレクト用モータ 12 に対する印加電圧の制御入力  $Vsl$  を算出する。

【0110】

50

この場合、同定の対象とするモデルパラメータの個数を減少させることにより、モデルパラメータの最適値への収束時間を短くすることができる。また、全てのモデルパラメータについて同定処理を行う場合よりも演算量が減少して演算時間が短くなるため、セレクトコントローラ 51 の制御サイクルを短く設定して、セレクトコントローラ 51 の制御性を高めることができる。

#### 【0111】

図9は、セレクト動作時におけるシフトアーム 11 の変位を示したグラフであり、縦軸がシフトアーム 11 のセレクト方向の実位置  $P_{sl}$  と目標位置  $P_{sl\_cmd}$  に設定され、横軸が時間  $t$  に設定されている。そして、 $t_{31}$  で目標位置が  $P_{sl\_cmd10}$  から  $P_{sl\_cmd11}$  に変更されてセレクト動作が開始されたときに、部分パラメータ同定器 57 によるモデルパラメータ  $b_{1\_sl}(k)$ 、 $b_{2\_sl}(k)$ 、 $c_{1\_sl}(k)$  の同定処理により、モデル化誤差が速やかに吸収されている。

10

#### 【0112】

そのため、目標位置  $P_{sl\_cmd11}$  に対するオーバーシュートや振動を生じることなく、シフトアーム 11 の位置  $P_{sl}$  が目標位置  $P_{sl\_cmd11}$  に収束している。そして、セレクト動作完了の判定条件である、(1)  $P_{sl} (= P_{sl} - P_{sl\_cmd}) < D_{PsIf}$  (変化率の判定値)、且つ、(2)  $|P_{sl} - P_{sl\_cmd}| < E_{PsIf}$  (偏差の判定値)、が成立した  $t_{32}$  でセレクト動作が短時間で完了している。

#### 【0113】

次に、図10は、図7に示した2自由度のスライディングモードコントローラ 55 を用いて、セレクト動作を行った場合のシフトアーム 11 の挙動を示したグラフである。図10のグラフの縦軸はシフトアーム 11 の目標位置  $P_{sl\_cmd}$  及び実位置  $P_{sl}$  に設定され、横軸は時間  $t$  に設定されている。また、図10中、 $x_3$  は目標位置  $P_{sl\_cmd}$  を示し、 $y_3$  はスライディングモードコントローラ 55 の設計時に予め想定した標準範囲内のフリクシオン特性を有するセレクト機構における実位置  $P_{sl}$  の変位を示し、 $z_3$  は該標準範囲よりも低フリクシオンのセレクト機構における実位置  $P_{sl}$  の変位を示し、 $u_3$  は該標準範囲よりも高フリクシオンのセレクト機構における実位置  $P_{sl}$  の変位を示している。

20

#### 【0114】

ここで、2自由度のスライディングモードコントローラ 55 においては、上記式(23)における目標値フィルタ係数  $V_{POLE\_f\_sl}$  を変更することによって、目標値  $P_{sl\_cmd}$  に対するシフトアーム 11 の追従性を独立して設定することができる。そのため、図10に示したように、 $t_{41}$  で目標位置  $P_{sl\_cmd}(x_3)$  が  $P_{sl\_cmd20}$  から  $P_{sl\_cmd21}$  に変更されたときに、低フリクシオンの  $z_3$  においても制御入力  $V_{sl}$  が滑らかに立ち上がるように設定することができる。そして、これにより、目標位置  $P_{sl\_cmd}$  に対する実位置  $P_{sl}$  の追従特性を、オーバーシュートの発生や、該オーバーシュートに起因するシフトアーム 11 の振動の発生を抑制した過減衰応答として、目標位置  $P_{sl\_cmd21}$  への収束時間が長くなることを防止することができる。

30

#### 【0115】

さらに、2自由度のスライディングモードコントローラ 55 においては、上記式(25)における切換関数設定パラメータ  $V_{POLE\_sl}$  を変更することによって、外乱抑制能力(上記式(24)の偏差  $E_{sl}(k)$  の収束挙動)を独立して設定することができる。そのため、外乱抑制能力を高く設定することにより、図10に示したように、高フリクシオンの  $u_3$  においてもシフトアーム 11 の位置  $P_{sl}$  を目標位置  $P_{sl\_cmd21}$  に速やかに収束させることができる。また、低フリクシオンの  $z_3$  においても振動の発生を抑制して、シフトアーム 11 の位置  $P_{sl}$  を目標位置  $P_{sl\_cmd21}$  に速やかに収束させることができる。

40

#### 【0116】

次に、変速機 80 においては、機械的なガタや部品の個体バラツキ等により、予め設定された各変速段の選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd}$  と、真の選択位置に対応した目標値  $P_{sl\_cmd}$  との間にズレが生じる場合がある。図11は3・4速選択位置において、このようなズレが生じた場合を示している。

50

## 【 0 1 1 7 】

図 1 1 ( a ) においては、3・4 速選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd34}$  が、真の目標値  $P_{sl\_cmd34}^*$  に対して、シフトピース 2 1 a 側にずれている。そのため、シフトアーム 1 1 を  $P_{sl\_cmd34}$  に位置決めした状態で、ニュートラル位置から 3 速シフト位置にシフト動作させると、シフトアーム 1 1 とシフトピース 2 1 a とが干渉してシフト動作が妨げられる。

## 【 0 1 1 8 】

ここで、シフトアーム 1 1 と各シフトピース 2 1 a ~ 2 1 d には、面取り処理が施されている。そのため、シフト動作とセレクト動作をモータ等のアクチュエータではなく運転者の操作力により行うマニュアルトランスミッション ( M T ) においては、シフトアーム 1 1 に対する干渉を感じた運転者が、セレクト方向の保持力を若干緩めることにより、図 1 1 ( b ) に示したように、面取り処理部分に沿ってシフトアーム 1 1 を真の目標値  $P_{sl\_cmd34}^*$  にずらして、シフト動作を行うことができる。

10

## 【 0 1 1 9 】

図 1 2 は、以上説明した M T におけるシフト操作時のシフトアーム 1 1 のシフト方向の実位置  $P_{sc}$  とセレクト方向の実位置  $P_{sl}$  の推移を示したグラフであり、図 1 2 ( a ) は縦軸がシフト方向  $P_{sc}$  に設定され横軸が時間  $t$  に設定されたグラフである。また、図 1 2 ( b ) は縦軸がセレクト方向の実位置  $P_{sl}$  に設定され、横軸が図 1 2 ( a ) と共通の時間軸  $t$  に設定されたグラフである。

## 【 0 1 2 0 】

図 1 2 ( a ) , 図 1 2 ( b ) の  $t_{50}$  でシフト動作が開始され、図 1 2 ( a ) に示したようにシフトアーム 1 1 が 3 速シフト位置の目標値  $P_{sc\_cmd3}$  に向かって移動を開始する。そして、 $t_{51}$  がシフトアーム 1 1 とシフトピース 2 1 a との干渉が生じた時点であり、図 1 2 ( b ) に示したように、 $t_{51}$  から  $t_{52}$  にかけてシフトアーム 1 1 が 3・4 速選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd34}$  から真の目標値  $P_{sl\_cmd34}^*$  にずれる。これにより、シフトアーム 1 1 とシフトピース 2 1 a との干渉を回避しながら、図 1 2 ( a ) に示したようにシフトアーム 1 1 を 3 速シフト位置の目標値  $P_{sc\_cmd3}$  に移動させることができる。

20

## 【 0 1 2 1 】

それに対して、シフト動作とセレクト動作をシフト用モータ 1 3 とセレクト用モータ 1 2 により行う本実施の形態の自動マニュアルトランスミッション ( A M T ) において、シフトアーム 1 1 を 3・4 速選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd34}$  に保持する位置決めを行うと、シフトアーム 1 1 とシフトピース 2 1 a とが干渉したときに、シフトアーム 1 1 はセレクト方向にずれることができない。そのため、シフト動作が不能になる。

30

## 【 0 1 2 2 】

図 1 3 ( a ) は、A M T において、3・4 速選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd34}$  に位置決めされた状態で、3 速シフト位置の目標値  $P_{sc\_cmd3}$  への移動を行ったときに、シフトピース 2 1 a との干渉により、シフトアーム 1 1 がセレクト方向に若干ずれた場合を示している。この場合、セレクトコントローラ 5 1 は、ずれ  $E_{sl}$  を解消してシフトアーム 1 1 のセレクト方向位置を  $P_{sl\_cmd34}$  に戻すようにセレクト用モータ 1 2 への出力電圧  $V_{sl}$  を決定する。そのため、セレクト方向の力  $F_{sl}$  が発生する。

## 【 0 1 2 3 】

ここで、 $F_{sl}$  のシフトアーム 1 1 とシフトピース 2 1 a の面取り部の接線方向の成分を  $F_{sl1}$ 、接線の法線方向の成分を  $F_{sl2}$  とし、シフト動作により生じるシフト方向の力  $F_{sc}$  の接線方向の成分を  $F_{sc1}$ 、法線方向の成分を  $F_{sc2}$  とする。このとき、 $F_{sc1}$  と  $F_{sl1}$  とが釣り合うと、シフト動作が停止する。

40

## 【 0 1 2 4 】

図 1 3 ( b ) は、以上説明したシフト動作中のシフトアーム 1 1 の変位を示したものであり、上段のグラフの縦軸がシフトアーム 1 1 のシフト方向の実位置  $P_{sc}$  に設定され、下段のグラフの縦軸がシフトアーム 1 1 のセレクト方向の実位置  $P_{sl}$  に設定され、横軸が共通の時間軸  $t$  に設定されている。 $t_{60}$  でシフト動作が開始され、3・4 速選択位置の目標値  $P_{sl\_cmd34}$  が真の目標値  $P_{sl\_cmd34}^*$  に対してずれているために、 $t_{61}$  でシフトアーム

50

11とシフトピース21aとが干渉し始める。

【0125】

そして、面取り部の作用により、シフトアーム11はセレクト方向に若干ずれるが、t<sub>62</sub>でFsc1とFsl1とが釣り合っ

【0126】

このとき、シフトコントローラ50は、シフトアーム11を3速シフト位置の目標値Psc<sub>cmd3</sub>に移動させるためにシフト用モータ13への印加電圧の制御値Vscを増加させる。また、セレクトコントローラ51は、シフトアーム11を3・4速選択位置の目標値Psl<sub>cmd34</sub>に移動させるためにセレクト用モータ12への印加電圧の制御値Vslを増加させる。そのため、シフト用モータ13への印加電圧とセレクト用モータ12への印加電圧が過大となつて、シフト用モータ13とセレクト用モータ12の温度が異常上昇し、モータトルクの減少により次回の変速時における変速操作性が低下するおそれがある。

【0127】

そこで、セレクトコントローラ51は、セレクト動作時とシフト動作時とで、上記式(25)における切換関数設定パラメータVPOLE\_slを変更して、外乱に対する抑制能力を変化させる制御を行なう。図14は、セレクトコントローラ51のスライディングモードコントローラ55の応答指定特性を示したものであり、VPOLE\_slを-0.5, -0.8, -0.99, -1.0に設定して、上記式(25)の切換関数\_sl=0かつ上記式(24)の偏差E\_sl=0である状態でステップ外乱dを与えた場合の制御系の応答を示したグラフであり、縦軸を上から偏差E\_sl、切換関数\_sl、外乱dとし、横軸を時間kとしたものである。

【0128】

図14から明らかのように、VPOLE\_slの絶対値を小さくするほど、外乱dが偏差E\_slに与える影響が小さくなり、逆に、VPOLE\_slの絶対値を大きくして1に近づけるほど、スライディングモードコントローラ55が許容する偏差E\_slが大きくなるという特性がある。そしてこのとき、VPOLE\_slの値に拘わらず切換関数\_slの挙動が同一となっていることから、外乱dに対する抑制能力をVPOLE\_slによって指定できることがわかる。

【0129】

そこで、セレクトコントローラ51のVPOLE\_sl算出部56は、以下の式(29)に示したように、シフト動作時とシフト動作時以外(セレクト動作時)とで、VPOLE\_slの値を変更する。

【0130】

【数29】

$$VPOLE\_sl = \begin{cases} VPOLE\_sl\_l (= -0.95) & \text{--- セレクト動作時以外} \\ VPOLE\_sl\_h (= -0.7) & \text{--- セレクト動作時} \end{cases} \quad \text{----- (29)}$$

但し、|VPOLE\_sl\_l| > |VPOLE\_sl\_h|となるように、例えばVPOLE\_sl\_l = -0.95、VPOLE\_sl\_h = -0.7に設定される。

【0131】

なお、セレクトコントローラ51は、以下の式(30)、式(31)の関係が共に成立するときに、シフト動作時であると判断する。

【0132】

【数 3 0】

$$|Psc\_cmd| > Psc\_cmd\_vp (\cong 0.3 \text{ mm}) \text{ ----- (30)}$$

但し、 $Psc\_cmd$ ：シフト方向の目標値、 $Psc\_cmd\_vp$ ：予め設定されたニュートラル位置 ( $Psc\_cmd = 0$ ) からの変位量の基準値 (例えば0.3mm)。

【0 1 3 3】

【数 3 1】

$$|\Delta Psl| < dpsl\_vp (\cong 0.1 \text{ mm / step}) \text{ ----- (31)}$$

10

但し、 $Psl$ ：前回の制御サイクルからのセレクト方向の変位量、 $dpsl\_vp$ ：予め設定された制御サイクルにおける変位量の基準値 (例えば0.1mm / step)。

【0 1 3 4】

上記式 (29) により、シフト動作時における  $VPOLE\_sl$  を  $VPOLE\_sl\_l$  として、セレクト動作時よりも外乱に対する抑制能力を低く設定し、図 13 (a) と同様に 3 速シフト位置の目標値  $Psc\_cmd3$  にシフト動作したときのシフトアーム 11 の変位を図 15 (a) に示す。

【0 1 3 5】

図 15 (a) においては、セレクトコントローラ 51 のスライディングモードコントローラ 55 における外乱抑制能力が低くなっているため、シフトアーム 11 とシフトピース 21 a との干渉により、シフトアーム 11 が 3・4 速選択位置の目標位置  $Psl\_cmd34$  からセレクト方向にずれて、 $Psl\_cmd34$  との偏差  $E\_sl$  が生じたときに、該偏差  $E\_sl$  を解消するためにセレクト用モータ 12 に印加される電圧  $Vsl$  が低くなる。

20

【0 1 3 6】

そのため、セレクト用モータ 12 の駆動により生じるセレクト方向の力  $Fsl$  が小さくなり、 $Fsl$  の接線方向の成分  $Fsl1$  よりも、シフト用モータ 13 の駆動により生じるシフト方向の力  $Fsc$  の接線方向の成分  $Fsc1$  の方が大きくなって、接線方向の力  $Ft$  が生じる。そして、該  $Ft$  により、シフトアーム 11 が接線方向に移動して、シフトアーム 11 のセレクト方向の位置が  $Psl\_cmd$  から  $Psl\_cmd^*$  に変位する。これにより、シフトアーム 11 とシフトピース 21 a との干渉が回避され、シフトアーム 11 のシフト方向への移動が可能となる。

30

【0 1 3 7】

図 15 (b) は、以上説明した図 15 (a) におけるシフトアーム 11 の変位を示したグラフであり、縦軸を上からシフトアーム 11 のシフト方向の実位置  $Psc$ 、セレクト方向の実位置  $Psl$ 、切換関数設定パラメータ  $VPOLE\_sl$  とし、横軸を共通の時間  $t$  としたものである。

【0 1 3 8】

$t_{71}$  でシフト動作が開始されると、セレクトコントローラ 51 の  $VPOLE\_sl$  算出部 56 により、スライディングモードコントローラ 55 における  $VPOLE\_sl$  の設定が、 $VPOLE\_sl\_h$  から  $VPOLE\_sl\_l$  に切換えられて、スライディングモードコントローラ 55 による外乱抑制能力が低下する。

40

【0 1 3 9】

そして、 $t_{72}$  でシフトアーム 11 とシフトピース 21 a が干渉すると、シフトアーム 11 が 3・4 速選択目標位置  $Psl\_cms34$  からセレクト方向にずれ、 $t_{73}$  でシフトアーム 11 のセレクト方向の位置が真の 3・4 速選択目標位置  $Psl\_cmd34^*$  に達する。このように、シフトアーム 11 がセレクト方向にずれることによって、シフトピース 21 a によりシフト動作が妨げられることが回避され、シフトアーム 11 のシフト方向の位置がニュートラル位置から 3 速シフト目標位置  $Psc\_cmd3$  に移動する。

【0 1 4 0】

50

次に、図16を参照して、シフトコントローラ50は、シフト動作時に、上述した4つのモード(Mode1~Mode4)を実行して、各変速段を確立する。そして、シフトコントローラ50は、各モードにおいて、切換関数設定パラメータVPOLE\_scを上記式(10)に示したように切替える。このように、切換関数設定パラメータVPOLE\_scを切替えることにより、上述したセレクトコントローラ51の場合と同様に、シフトコントローラ50の外乱抑制能力を変更することができる。

#### 【0141】

図16(a)は縦軸をシフト方向のシフトアーム11の実位置Psc及び目標位置Psc\_cmdに設定し、横軸を時間tに設定したグラフであり、図16(b)は縦軸を切換関数設定パラメータVPOLE\_scに設定し、横軸を図16(a)と共通の時間tに設定したグラフである。

10

(1) Mode1 ( $t_{80} \sim t_{82}$ : 目標値追従&コンプライアンスモード)

ニュートラル位置からシフト動作を開始して、シフトアーム11(図2(a)参照)の実位置Pscがシンクロナイザリング23の待機位置Psc\_defに達するまで( $Psc < Psc_{def}$ )、シフトコントローラ50のVPOLE\_sc算出部54(図4参照)は、VPOLE\_scをVPOLE\_sc11(=-0.8)に設定する。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制力を高くして目標位置Psc\_cmdに対するシフトアーム11の追従性を高めている。

#### 【0142】

そして、シフトアーム11の実位置Pscがシンクロナイザリング23の待機位置Psc\_defに達した $t_{81}$ で、VPOLE\_sc算出部54は、VPOLE\_scをVPOLE\_sc12(=-0.98)に設定する。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が低下し、カップリングスリーブ22とシンクロナイザリング23の接触時に、緩衝効果を生じさせて、衝撃音の発生やシンクロナイザリング23に対する無理な押し込が生じることを抑制することができる。

20

#### 【0143】

このとき、シフトコントローラ50の外乱抑制能力を高く維持していると、セレクト用モータ12の駆動により生じるセレクト方向の力Fslの面取り部の接線方向の成分Fsl'と、シフト用モータ13の駆動により生じるシフト方向の力Fscの面取り部の接線方向の成分Fsc'とが干渉して、シフトアーム11のシフト動作が停止する。また、シフトコントローラ50及びセレクトコントローラ51による目標位置への位置決め制御により、セレクト用モータ12及びシフト用モータ13への印加電圧が高くなって、セレクト用モータ12及びシフト用モータ13の温度が異常上昇し、モータトルクの減少により次回の変速時における変速操作性が低下し得る。

30

#### 【0144】

そこで、セレクト動作時にVPOLE\_scをVPOLE\_sc4(=-0.9)として、シフトコントローラ50における外乱抑制能力を低下させることによって、図17(b)に示したように、シフト方向の力Fscを減少させることができる。そして、これにより、図中yの径路で示したように、シフトアーム11がシフト方向にずれ易くなり、シフトピース21bとの干渉を回避して、シフトアーム11を1・2速選択位置まで速やかに移動させることができる。

40

#### 【0145】

次に、制御装置1による変速機80の制御の実行手順を図18~図25及び図27に示したフローチャートに従って説明する。

#### 【0146】

図18は、制御装置1のメインフローチャートであり、制御装置1は、STEP1で車両の運転者によりアクセルペダル95(図1参照)又はブレーキペダル99が操作されたときに、その操作内容に応じて、以下の式(32)により、駆動輪94に与える駆動力を決定するための駆動力インデックスUdrvを決定する。

#### 【0147】

【数 3 2】

$$U_{drv} = \begin{cases} AP & \text{(アクセルペダル操作時)} \\ K_{bk} \times BK & \text{(ブレーキペダル操作時)} \end{cases} \text{----- (32)}$$

但し、U<sub>drv</sub>：駆動力インデックス、A P：アクセルペダル開度、B K：ブレーキ踏力、K<sub>bk</sub>：ブレーキ踏力（0～最大）をアクセルペダル開度（0～90度）に変換する係数。

【0148】

そして、制御装置1は、駆動力インデックスU<sub>drv</sub>に基づいて、STEP2で変速機80の変速操作を行うか否かを判断し、変速操作を行うときは、変速先の変速段を決定して変速操作を行う『変速機制御』を実行する。また、続くSTEP3で、制御装置1は、クラッチ82（図1参照）の滑り率を制御する『クラッチ制御』を実行する。

10

【0149】

次に、図19～図21に示したフローチャートに従って、制御装置1による『変速機制御』の実行手順について説明する。制御装置1は、先ず、図19のSTEP10で、車両の運転者により後退要求がなされているか否かを判断する。そして、後退要求がなされていたときは、STEP20に分岐してギヤ選択目標値NGEAR\_cmdを-1（リバース）とし、STEP12に進む。

【0150】

一方、STEP10で後退要求がなされていなかったときには、STEP11に進み、制御装置1は、図示した「U<sub>drv</sub>, V P / N G E A R \_cmdマップ」に駆動力インデックスU<sub>drv</sub>と車両の車速V Pとを適用して、ギヤ選択目標値NGEAR\_cmdを求める。なお、ギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと選択ギヤとの関係は以下の表（2）の通りである。

20

【0151】

【表2】

(2) ギヤ選択目標値 (NGEAR\_cmd) / ギヤ選択位置 対応表

NGEAR_cmd	-1	1	2	3	4	5	6	0
ギヤ選択位置	リバース	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	ニュートラル

30

続くSTEP12で、制御装置1は、変速機80の現在のギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致しているか否かを判断する。そして、ギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致しているときはSTEP15に分岐し、変速機80の変速操作を実行することなく『変速機制御』を終了する。

【0152】

一方、STEP12で変速機80のギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致していなかったときには、STEP13に進んで、制御装置1は次のSTEP14で実行する『変速操作』における各処理のタイミングを決定するための変速動作基準タイマをスタートする。そして、STEP14で『変速操作』を実行してSTEP13に進み、『変速機制御』を終了する。

40

【0153】

ここで、STEP14の『変速操作』は、クラッチ82（図1参照）を「クラッチOFF状態」として変速機80のシフト/セレクト動作を可能とする「クラッチOFF工程」と、「クラッチOFF」状態で変速機80をシフト/セレクト動作させてギヤ選択位置NGEARをギヤ選択目標値NGEAR\_cmdに変更する「ギヤ位置変更工程」と、該「ギヤ位置変更工程」の終了後にクラッチ82を「クラッチON」状態に戻す「クラッチON工程」という3つの工程により実行される。

50

## 【 0 1 5 4 】

そして、STEP 13で変速動作基準タイマがスタートした時点から各工程が終了するまでのタイミングを把握するために、クラッチOFF完了時間TM\_CLOFF、ギヤ位置変更完了時間TM\_SCHG、及びクラッチON完了時間TM\_CLONが予め設定されている(TM\_CLOFF < TM\_SCHG < TM\_CLON)。

## 【 0 1 5 5 】

制御装置1は、STEP 13で変速動作基準タイマをスタートさせると同時に「クラッチOFF」処理を開始してクラッチ82をOFFし、変速動作基準タイマの計時時間tm\_shiftがクラッチOFF完了時間TM\_CLOFFを超えたときに、「ギヤ位置変更工程」を開始する。そして、変速動作基準タイマの計時時間tm\_shiftがギヤ位置変更完了時間TM\_SCHGを経過したときに、制御装置1は、「クラッチON工程」を開始してクラッチ82をONする。

10

## 【 0 1 5 6 】

図20～図21に示したフローチャートは、「クラッチOFF工程」を開始した後の、制御装置1による変速機80の『変速操作』の実行手順を示したものである。制御装置1は、先ず、図20のSTEP 30で変速機80の現在のギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致しているか否かを判断する。

## 【 0 1 5 7 】

そして、ギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致し、『変速操作』が完了した状態にあると判断できるときは、STEP 45に分岐して、制御装置1は、変速動作基準タイマの計時時間tm\_shiftをクリアし、次のSTEP 46で変速機80のギヤ抜き処理の完了時にセットされるギヤ抜き完了フラグF\_SCNをリセットし(F\_SCN = 0)、変速機80のセレクト動作の完了時にセットされるセレクト完了フラグF\_SLFをリセットする(F\_SLF = 0)。

20

## 【 0 1 5 8 】

そして、STEP 61に進み、制御装置1は、シフトコントローラ50によるシフトアーム11のシフト方向の目標位置P\_sc\_cmdと、セレクトコントローラ51によるシフトアーム11のセレクト方向の目標位置P\_sl\_cmdとを、現状値に維持して現在のギヤ選択位置を保持し、図21のSTEP 33に進む。

## 【 0 1 5 9 】

また、このとき、シフトコントローラ50のVPOLE\_sc算出部54により、シフトコントローラ50のスライディングモードコントローラ53における応答指定パラメータVPOLE\_scがVPOLE\_sc4( = -0.9)に設定される。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が低下して、シフト用モータ13の省電力化が図られる。

30

## 【 0 1 6 0 】

さらに、セレクトコントローラ51のVPOLE\_sl算出部56により、セレクトコントローラ51のスライディングモードコントローラ55における応答指定パラメータVPOLE\_slがVPOLE\_sl1( = -0.95)に設定される。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が低下して、セレクト用モータ12の省電力化が図られる。

## 【 0 1 6 1 】

一方、STEP 30で変速機80の現在のギヤ選択位置NGEARがギヤ選択目標値NGEAR\_cmdと一致しておらず、変速機80の『変速操作』が実行中であると判断できるときには、STEP 31に進む。

40

## 【 0 1 6 2 】

STEP 31で、制御装置1は、変速動作基準タイマの計時時間tm\_shiftがクラッチOFF時間TM\_CLOFFを超えているか否かを判断する。そして、変速動作基準タイマの計時時間tm\_shiftがクラッチOFF完了時間TM\_CLOFFを超えておらず、「クラッチOFF工程」が終了していないと判断できるときには、STEP 32に進み、制御装置1は、STEP 61と同様の処理を行って現在のギヤ選択位置を保持する。

## 【 0 1 6 3 】

50

一方、STEP 31で変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がクラッチOFF完了時間 $TM\_CLOFF$ を超え、「クラッチOFF工程」が終了していると判断できるときにはSTEP 50に分岐し、制御装置1は、変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shiht$ がギヤ位置変更完了時間 $TM\_SCHG$ を超えているか否かを判断する。

【0164】

そして、STEP 50で変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がギヤ位置変更完了時間 $TM\_SCHG$ を超えておらず、「ギヤ位置変更工程」の実行中であると判断できるときには、STEP 51に進んで、制御装置1は『シフト/セレクト操作』を実行し、図21のSTEP 33に進む。

【0165】

一方、STEP 50で変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がギヤ位置変更完了時間 $TM\_SCHG$ を超えており、「ギヤ位置変更工程」が終了していると判断できるときには、STEP 60に分岐して、変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がクラッチON完了時間 $TM\_CLON$ を超えているか否かを判断する。

【0166】

そして、STEP 60で変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がクラッチON完了時間 $TM\_CLON$ を超えておらず、「クラッチON工程」が実行中であると判断できるときは、上述したSTEP 61の処理を行って、図21のSTEP 33に進む。

【0167】

一方、STEP 60で変速動作基準タイマの計時時間 $tm\_shift$ がクラッチON完了時間 $TM\_CLON$ を超えており( $TM\_CLON < tm\_shift$ )、「クラッチON工程」が終了していると判断できるときには、STEP 70に分岐して、制御装置1は、現在のギヤ選択位置 $NGEAR$ をギヤ選択目標値 $NGEAR\_cmd$ にセットしてSTEP 61に進み、上述したSTEP 61の処理を行って図21のSTEP 33に進む。

【0168】

図21のSTEP 33～STEP 37及びSTEP 80は、シフトコントローラ50のスライディングモードコントローラ53による処理である。スライディングモードコントローラ53は、STEP 33で、上記式(3)により $E\_sc(k)$ を算出し、上記式(4)により $\_sc(k)$ を算出する。

【0169】

そして、続くSTEP 34で、上記Mode 2からMode 3への移行時にセットされるモード3移行フラグ $F\_Mode2to3$ がセットされていたとき( $F\_Mode2to3 = 1$ )は、STEP 35に進んで上記式(5)で算出された切換関数積分値 $SUM\_sc(k)$ をリセットする( $SUM\_sc = 0$ )。一方、STEP 34で、モード3移行フラグ $F\_Mode2to3$ がリセットされていたとき( $F\_Mode2to3 = 0$ )は、STEP 80に分岐して上記式(5)により切換関数積分値 $SUM\_sc(k)$ を更新し、STEP 36に進む。

【0170】

そして、スライディングモードコントローラ53は、STEP 36で上記式(6)～式(8)により等価制御入力 $Ueq\_sc(k)$ と到達則入力 $Urch\_sc(k)$ と適応則制御入力 $Uadp\_sc(k)$ を算出し、STEP 37で上記式(9)によりシフト用モータ13に対する印加電圧の制御入力 $Vsc(k)$ を算出して、シフト用モータ13を制御する。

【0171】

また、続くSTEP 38～STEP 40は、セレクトコントローラ51のスライディングモードコントローラ55及び部分パラメータ同定器57による処理である。STEP 38で、スライディングモードコントローラ55は、上記式(24)により $E\_sl(k)$ を算出し、上記式(25)により $\_sl(k)$ を算出する。

【0172】

また、次のSTEP 39で、部分パラメータ同定器57は、上記式(18)～式(22)による同定処理を行って、モデルパラメータ $b1\_sl(k)$ 、 $b2\_sl(k)$ 、 $c1\_sl(k)$ を算出し、スライディングモードコントローラ55は、上記式(26)により到達則入力 $Urc$

10

20

30

40

50

$h_{sl}(k)$ を算出し、上記式(27)により等価制御入力 $U_{eq\_sl}(k)$ を算出する。そして、スライディングモードコントローラ55は、続くSTEP40で上記式(28)によりセレクト用モータ12に対する印加電圧の制御入力 $V_{sl}(k)$ を算出し、次のSTEP41に進んで、制御装置1は『変速操作』を終了する。

【0173】

次に、図22は図20のSTEP51における『シフト/セレクト操作』のフローチャートである。STEP90で、変速機80のギヤ抜き処理の完了時にセットされるギヤ抜き完了フラグ $F\_SCN$ がリセットされており( $F\_SCN = 0$ )、ギヤ抜き動作中であると判断できるときはSTEP91に進む。

【0174】

STEP91～STEP92は目標位置算出部52(図4参照)による処理であり、目標位置算出部52は、STEP91でシフトアーム11のセレクト方向の目標位置 $P_{sl\_cmd}$ を現在位置に保持し、STEP92でシフトアーム11のシフト方向の目標位置 $P_{sc\_cmd}$ を0(ニュートラル位置)に設定する。また、STEP93は $V_{POLE\_sc}$ 算出部54(図4参照)と $V_{POLE\_sl}$ 算出部56による処理であり、 $V_{POLE\_sl}$ 算出部56は $V_{POLE\_sl}$ を $V_{POLE\_sl\_l}(-0.95)$ に設定し、 $V_{POLE\_sc}$ 算出部54は $V_{POLE\_sc}$ を $V_{POLE\_sc11}(=-0.8)$ に設定する。

【0175】

これにより、セレクトコントローラ51の外乱抑制能力が低下し、シフトアーム11のセレクト方向へのずれの許容幅が拡大するため、シフトアーム11とシフトピース21との干渉の影響を小さくしてシフトアーム11をスムーズにシフト方向に移動させることができる。

【0176】

そして、続くSTEP94で、シフトアーム11のシフト方向の位置(絶対値)が、予め設定されたニュートラル判定値 $P_{sc\_N}$ (例えば0.15mm)未満となったときに、ギヤ抜き処理が終了したと判断してSTEP95に進み、制御装置1はギヤ抜き完了フラグ $F\_SCN$ をセット( $F\_SCN = 1$ )し、STEP96に進んで『シフト/セレクト操作』を終了する。

【0177】

一方、STEP90でギヤ抜き完了フラグ $F\_SCN$ がセット( $F\_SCN = 1$ )されており、ギヤ抜き処理が終了していると判断できるときにはSTEP100に分岐する。STEP100～STEP103及びSTEP110は目標位置算出部52による処理であり、目標位置算出部52は、STEP100でセレクト完了フラグ $F\_SLF$ がセットされているか否かを判断する。

【0178】

そして、セレクト完了フラグ $F\_SLF$ がリセットされており( $F\_SLF = 0$ )、セレクト動作中であると判断できるときはSTEP101に進み、目標位置算出部52は、図示した $NGEAR\_cmd/P_{sl\_cmd\_table}$ マップをマップ検索して、 $NGER\_cmd$ に応じた各変速段のセレクト方向の設定値 $P_{sl\_cmd\_table}$ を取得する。

【0179】

続くSTEP103で、目標位置算出部52は、シフトアーム11のシフト方向の目標値 $P_{sc\_cmd}$ を現状値に保持し、シフト方向の目標値の増加幅を指定する $P_{sc\_cmd\_tmp}$ をゼロとする。次のSTEP104は、 $V_{POLE\_sc}$ 算出部54と $V_{POLE\_sl}$ 算出部56による処理であり、 $V_{POLE\_sl}$ 算出部56は $V_{POLE\_sl}$ を $V_{POLE\_sl\_h}(=-0.7)$ に設定し、 $V_{POLE\_sc}$ 算出部54は $V_{POLE\_sc}$ を $V_{POLE\_sc4}(=-0.9)$ に設定する。

【0180】

これにより、シフトコントローラ50による外乱抑制能力が低下し、セレクト動作時にシフトアーム11がシフト方向にずれ易くなる。そのため、図17(b)を参照して上述したように、シフトアーム11とシフトピース21とが干渉する場合であっても、スムー

10

20

30

40

50

ズにセレクト動作を実行することができる。

【0181】

そして、STEP 105で、シフトアーム11のセレクト方向の現在位置と目標位置との差の絶対値  $|Psl - Psl\_cmd|$  がセレクト完了判定値  $E\_Pslf$  (例えば0.15mm) 未満となり、且つ、STEP 106で、シフトアーム11のセレクト方向の移動速度  $Psl$  がセレクト速度収束判定値  $D\_Pslf$  (例えば0.1mm/step) 未満となったときに、セレクト動作が完了したと判断してSTEP 107に進む。そして、制御装置1は、セレクト完了フラグ  $F\_SLF$  をセット ( $F\_SLF = 1$ ) してSTEP 96に進み、『シフト/セレクト操作』を終了する。

【0182】

一方、STEP 100でセレクト完了フラグ  $F\_SLF$  がセットされており、セレクト動作が完了していると判断できるときには、STEP 110に分岐する。STEP 110～STEP 111は目標位置算出部52による処理である。目標位置算出部52は、STEP 110でシフトアーム11のシフト方向の目標位置  $Psl\_cmd$  を現状値に保持し、STEP 111で後述する『回転同期動作時目標値算出』を実行する。

【0183】

次のSTEP 112は  $VPOLE\_sl$  算出部56による処理であり、 $VPOLE\_sl$  算出部56は、 $VPOLE\_sl$  を  $VPOLE\_sl\_l$  ( $= -0.95$ ) に設定する。これにより、セレクトコントローラ51の外乱抑制能力が低下し、シフトアーム11とシフトピース21とが干渉する場合であっても、図15を参照して上述したようにシフトアーム11のシフト動作をスムーズに行うことができる。そして、STEP 112からSTEP 96に進み、制御装置1は、『シフト/セレクト操作』を終了する。

【0184】

次に、図23は、図22のSTEP 111における『回転同期動作時目標値算出』のフローチャートである。『回転同期動作時目標値算出』は、主として目標位置算出部52により実行される。

【0185】

目標位置算出部52は、STEP 120で、図示した  $NGEAR\_cmd / Psc\_def, \_scf, \_end, \_table$  マップを検索して、ギヤ選択目標値  $NGEAR\_cmd$  に対応した各変速機構  $2a \sim 2c$  及び後進ギヤ列83, 85, 86におけるシンクロナイザリングの待機位置  $Psc\_def$ 、シンクロナイザリングを介してカップリングスリーブと被同期ギヤ(出力側前進1速ギヤ9a, 出力側前進2速ギヤ9b, 入力側前進3速ギヤ7c, 入力側前進4速ギヤ7d, 入力側前進5速ギヤ7e, 入力側前進6速ギヤ7f, 第2後進ギヤ83及び第3後進ギヤ86)との回転同期が開始される位置  $Psc\_scf$ 、該回転同期が終了する位置  $Psc\_sc$ 、及びシフト動作の終了位置  $Psc\_end$  を取得する。

【0186】

また、続くSTEP 121で、目標位置算出部52は、ギヤ選択目標値  $NGEAR\_cmd$  に応じたシフト動作の変位速度  $D\_Psc\_cmd\_table$  を取得する。なお、このように、変速段に応じて変位速度  $D\_Psc\_cmd\_table$  を変更することによって、ローギヤにおけるシフトショックとシンクロナイザリングとカップリングスリーブとの接触音の発生を抑制している。

【0187】

そして、次のSTEP 122で、目標位置算出部52は、上述したマップ検索により取得した  $Psc\_def\_table, Psc\_scf\_table, Psc\_sc\_table, Psc\_end\_table, D\_Psc\_cmd\_table$  を、対応する目標値  $Psc\_def, Psc\_scf, Psc\_sc, Psc\_end, D\_Psc\_cmd$  にそれぞれ設定する。また、続くSTEP 123で、シフト動作におけるシフトアーム11の途中目標位置  $Psc\_cmd\_tmp$  を設定する。

【0188】

図24のSTEP 124以降は、上述した  $Mode1 \sim Mode4$  による処理であり、STEP 124でシフトアーム11のシフト方向位置  $Psc$  が  $Psc\_scf$  を超えておらず、力

10

20

30

40

50

カップリングスリーブとシンクロナイザリングの回転同期が完了しないと判断できるときはSTEP 125に進む。

【0189】

STEP 125で、制御装置1は、Mode 1又はMode 2の処理を実行中であることを示すモード1・2フラグF\_mode12をセット(F\_mode12=1)する。そして、次のSTEP 126でシフトアーム11のシフト方向位置P\_scがP\_sc\_defを超えていないとき、すなわち、シフトアーム11がシンクロナイザの待機位置を越えていないときには、STEP 127に進む。

【0190】

STEP 127はMode 1による処理であり、シフトコントローラ50のVPOLE\_sc算出部54により、VPOLE\_scがVPOLE\_sc11(=-0.8)に設定される。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が高くなり、目標位置P\_sc\_cmdに対する追従性が向上する。 10

【0191】

一方、STEP 126でシフトアーム11のシフト方向位置P\_scがP\_sc\_defを超え、シフトアーム11がシンクロナイザリングの待機位置に達していると判断できるときには、STEP 160に分岐し、シフトアーム11のシフト方向位置の変化量P\_scが、カップリングスリーブとシンクロナイザリングとの接触判定値P\_sc\_scを超えているか否かを判断する。

【0192】

そして、P\_scがP\_sc\_sc未満であり、カップリングスリーブとシンクロナイザリングとが未だ接触していないときはSTEP 161に進み、また、P\_scがP\_sc\_scを超えており、カップリングスリーブとシンクロナイザリングとが接触しているときはSTEP 170に分岐する。 20

【0193】

STEP 161はMode 1による処理であり、VPOLE\_sc算出部54は、VPOLE\_scをVPOLE\_sc12(=-0.98)に設定する。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が低下し、カップリングスリーブとシンクロナイザリングとの接触時の衝撃を減少させることができる。

【0194】

また、STEP 170はMode 2による処理であり、VPOLE\_sc算出部54は、VPOLE\_scをVPOLE\_sc2(-0.85)に設定する。これにより、シフトコントローラ50の外乱抑制能力が高くなり、シンクロナイザリングに適切な押付け力を与えて、カップリングスリーブと被同期ギヤの回転数を同期させることができる。 30

【0195】

そして、STEP 171で、目標位置算出部52は、P\_sc\_scをシフトアーム11のシフト方向目標位置P\_sc\_cmdに設定してSTEP 130に進み、『回転同期動作時目標値算出』処理を終了する。

【0196】

一方、STEP 124でシフトアーム11のシフト方向位置P\_scがP\_sc\_scfを超えているとき、すなわち、カップリングスリーブと被同期ギヤとの回転数の同期が完了しているときには、STEP 140に分岐する。そして、STEP 140でモード1・2フラグF\_mode12がセットされているか否かを判断する。 40

【0197】

STEP 140でモード1・2フラグF\_mode12がセット(F\_mode12=1)されていたとき、すなわち前記Mode 1又はMode 2の実行中であるときは、STEP 150に分岐して、制御装置1は、モード3移行フラグF\_mode2to3をセット(F\_mode2to3=1)すると共にモード1・2フラグF\_mode1・2をリセット(F\_mode1・2=0)して、STEP 142に進む。一方、STEP 140でモード1・2フラグがリセット(F\_mode12=0)されていたとき、すなわち、既にMode 2が終了していたときには、STEP 141に進み 50

、制御装置 1 はモード 3 移行フラグ F\_mode2to3 をリセット ( F\_mode2to3 = 0 ) して S T E P 1 4 2 に進む。

【 0 1 9 8 】

そして、S T E P 1 4 2 で、シフトコントローラ 5 0 の V P O L E \_sc 算出部 5 4 は、V P O L E \_sc を V P O L E \_sc3 ( = -0.7 ) に設定し、次の S T E P 1 4 3 で目標位置算出部 5 2 は、シフトアーム 1 1 のシフト方向の目標値 P\_sc\_cmd を P\_sc\_end に設定する。これにより、シフトコントローラ 5 0 の外乱抑制能力を高め、シフトアーム 1 1 がシフト完了位置 P\_sc\_end からオーバーランすることを防止している。そして、S T E P 1 4 3 から S T E P 1 3 0 に進んで、制御装置 1 は『回転同期動作時目標値算出』処理を終了する。

【 0 1 9 9 】

次に、図 2 5 は、図 1 8 の S T E P 3 における『クラッチ制御』のフローチャートである。制御装置 1 は、まず、S T E P 1 9 0 で現在のギヤ選択位置 N G E A R がギヤ選択目標値 N G E A R \_cmd と一致しているか否かを判断する。

【 0 2 0 0 】

そして、現在のギヤ選択位置 N G E A R がギヤ選択目標値 N G E A R \_cmd と一致していないとき、すなわち変速機 8 0 が変速中 (シフト/セレクト動作中) であったときには、S T E P 1 9 1 に進み、制御装置 1 は、変速動作基準タイマの計時時間 tm\_shift がクラッチ O F F 完了時間 T M \_CLOFF を超えているか否かを判断する。

【 0 2 0 1 】

変速動作基準タイマの計時時間 tm\_shift がクラッチ O F F 完了時間 T M \_CLOFF 未満であり、クラッチ 8 2 が O F F 動作中であるときは、S T E P 1 9 1 から S T E P 1 9 2 に進み、制御装置 1 はクラッチ滑り率目標値 S R \_cmd を 1 0 0 % に設定する。そして、S T E P 1 9 3 に進んで『滑り率制御』を行ない、S T E P 1 9 4 に進んで『クラッチ制御』を終了する。

【 0 2 0 2 】

一方、S T E P 1 9 1 で変速動作基準タイマの計時時間 tm\_shift がクラッチ O F F 時間 T M \_CLOFF を超え、クラッチ O F F 動作が完了していたときには、S T E P 2 1 0 に分岐し、制御装置 1 は、変速動作基準タイマの計時時間 tm\_shift が変速時間 T M \_SCHG を超えているか否かを判断する。そして、変速動作基準タイマの計時時間 tm\_shift が変速時間 T M \_SCHG を超え、変速機 8 0 のシフト/セレクト動作が終了していると判断できるときは S T E P 2 2 0 に分岐して、制御装置 1 はクラッチ滑り率 S R \_cmd を 0 % に設定する。そして、S T E P 1 9 3 に進んで『滑り率制御』を行ない、S T E P 1 9 4 に進んで『クラッチ制御』を終了する。

【 0 2 0 3 】

一方、S T E P 1 9 0 で現在のギヤ選択位置 N G E A R がギヤ選択目標値 N G E A R \_cmd と一致しており、変速機 8 0 の変速操作が完了してときには、S T E P 1 9 0 から S T E P 2 0 0 に分岐する。そして、制御装置 1 は、図示した「Udrv, V P / S R \_cmd\_dr マップ」に駆動力インデックス Udrv と車両の車速 V P とを適用して、走行時目標滑り率 S R \_cmd\_dr を取得する。

【 0 2 0 4 】

続く S T E P 2 0 1 で、制御装置 1 は目標滑り率 S R \_cmd に走行時目標滑り率 S R \_cmd\_dr を設定し、S T E P 1 9 3 に進んで『滑り率制御』を行ない、S T E P 1 9 4 に進んで『クラッチ制御』を終了する。

【 0 2 0 5 】

次に、制御装置 1 は、『滑り率制御』を行なうために、図 2 6 に示した構成を備えている。図 2 6 を参照して、滑り率コントローラ 6 0 は、クラッチ用アクチュエータ 1 6 ( 図 1 参照 ) とクラッチ 8 2 とからなるクラッチ機構 6 1 を制御対象とし、クラッチ機構 6 1 のクラッチ回転数 N C がクラッチ回転数目標値 N C \_cmd と一致するように、クラッチ用アクチュエータ 1 6 により変更されるクラッチ 8 2 のクラッチストローク P c l を決定する。

【 0 2 0 6 】

10

20

30

40

50

ここで、クラッチストローク Pcl に応じてクラッチ 8 2 のおけるクラッチ板（図示しない）間の滑り率 SR が変化し、エンジン 8 1（図 1 参照）からクラッチ 8 2 を介して入力軸 5 に伝達される駆動力が増減する。そのため、クラッチストローク Pcl を変更することによって、クラッチ回転数 NC を制御することができる。

【 0 2 0 7 】

滑り率コントローラ 6 0 は、クラッチ回転数目標値 NC\_cmd にフィルタリング演算を施してフィルタリング目標値 NC\_cmd\_f を算出する目標値フィルタ 6 2 と、応答指定型制御を用いてクラッチ機構 6 1 に対する制御入力値であるクラッチストローク Pcl を決定する応答指定制御部 6 3 とを備えている。

【 0 2 0 8 】

応答指定制御部 6 3 は、クラッチ機構 6 1 を以下の式（33）によりモデル化して扱い、等価制御入力 Ueq\_sr を算出する等価制御入力算出部 6 7、フィルタリング目標値 NC\_cmd\_f とクラッチ回転数 NC との偏差 Enc を算出する減算器 6 4、切換関数  $\gamma_{sr}$  の値を算出する切換関数値算出部 6 5、到達則入力 Urch\_sr を算出する到達則入力算出部 6 6、及び等価制御入力 Ueq\_sr と到達則入力 Urch\_sr とを加算して、クラッチストローク Pcl を算出する加算器 6 8 を備えている。

【 0 2 0 9 】

【数 3 3】

$$NC(k+1) = a1\_sr(k) \cdot NC(k) + b1\_sr(k) \cdot Pcl(k) + c1\_sr(k) \text{ ----- (33)}$$

10

20

但し、 $a1\_sr(k)$ 、 $b1\_sr(k)$ 、 $c1\_sr(k)$ ：k 番目の制御サイクルにおけるモデルパラメータ。

【 0 2 1 0 】

目標値フィルタ 6 2 は、クラッチ回転数目標値 NC\_cmd に対して、以下の式（34）によるフィルタリング演算を施してフィルタリング目標値 NC\_cmd\_f を算出する。

【 0 2 1 1 】

【数 3 4】

$$NC\_cmd\_f(k) = POLE\_F\_sr \cdot NC\_cmd\_f(k-1) + (1 + POLE\_F\_sr) \cdot NC\_cmd(k) \text{ --- (34)}$$

30

但し、k：制御サイクルの番数、NC\_cmd\_f(k)：k 番目の制御サイクルにおけるフィルタリング目標値、POLE\_F\_sr：目標値フィルタ係数。

【 0 2 1 2 】

上記式（34）は 1 次遅れフィルタであり、フィルタリング目標値 NC\_cmd\_f は、クラッチ回転数目標値 NC\_cmd が変化したときに、応答遅れを伴って変化後のクラッチ回転数目標値 NC\_cmd に収束する値となる。そして、クラッチ回転数目標値 NC\_cmd に対するフィルタリング目標値 NC\_cmd\_f の応答遅れの程度は、目標値フィルタ係数 POLE\_F\_sr の設定値に応じて変化する。なお、クラッチ回転数目標値 NC\_cmd が一定であるときは、フィルタリング目標値 NC\_cmd\_f はクラッチ回転数目標値 NC\_cmd と等しくなる。

40

【 0 2 1 3 】

切換関数値算出部 6 5 は、減算器 6 4 により以下の式（35）で算出される偏差 Enc\_sr から、以下の式（36）により、切換関数値  $\gamma_{sr}$  を算出する。

【 0 2 1 4 】

【数 3 5】

$$Enc\_sr(k) = NC(k) - NC\_cmd\_f(k) \text{ ----- (35)}$$

【 0 2 1 5 】

【数36】

$$\sigma_{sr}(k) = Enc_{sr}(k) + POLE_{sr} \cdot Enc_{sr}(k-1) \text{ ----- (36)}$$

但し、 $Enc_{sr}(k)$  : k番目の制御サイクルにおける切換関数値、 $POLE_{sr}$  : 切換関数設定パラメータ ( $-1 < POLE_{sr} < 0$ )。

【0216】

等価制御入力算出部64は、以下の式(37)により等価制御入力 $Ueq_{sr}$ を算出する。式(37)は、 $Enc_{sr}(k+1) = Enc_{sr}(k)$ とにおいて、上記式(33)、式(34)、式(35)を代入したときのクラッチストローク $Pcl$ を、等価制御入力 $Ueq_{sr}(k)$ として算出するものである。 10

【0217】

【数37】

$$Ueq_{sr}(k) = \frac{1}{b1_{sr}(k)} \left\{ (1 - a1_{sr}(k) + POLE_{sr}) \cdot NC(k) + POLE_{sr} \cdot NC(k-1) - c1_{sr}(k) \right. \\ \left. + NC_{cmd\_f}(k+1) + (POLE_{sr} - 1) \cdot NC_{cmd\_f}(k) \right. \\ \left. - POLE_{sr} \cdot NC_{cmd\_f}(k-1) \right\} \text{ ----- (37)}$$

20

但し、 $POLE_{sr}$  : 切換関数設定パラメータ ( $-1 < POLE_{sr} < 0$ )、 $a1_{sr}(k)$ 、 $b1_{sr}(k)$ 、 $c1_{sr}(k)$  : k番目の制御サイクルにおけるモデルパラメータ。

【0218】

到達則入力算出部66は、以下の式(38)により到達則入力 $Urch_{sr}(k)$ を算出する。到達則入力 $Urch_{sr}(k)$ は、偏差状態量 ( $Enc_{sr}(k)$ 、 $Enc_{sr}(k-1)$ ) を、切換関数 $Enc_{sr}$ を0 ( $Enc_{sr}(k) = 0$ ) とした切換直線に載せるための入力である。

【0219】

【数38】

$$Urch_{sr}(k) = -\frac{Krch_{sr}}{b1_{sr}(k)} \cdot \sigma_{sr}(k) \text{ ----- (38)}$$

30

但し、 $Urch_{sr}(k)$  : k番目の制御サイクルにおける到達則入力、 $Krch_{sr}$  : フィードバックゲイン。

【0220】

そして、加算器68は、以下の式(39)により、クラッチ機構61に対する制御入力であるクラッチストローク $Pcl$ を算出する。

【0221】

【数39】

$$Pcl(k) = Ueq_{sr}(k) + Urch_{sr}(k) \text{ ----- (39)}$$

40

ここで、以下の式(40)に示したように、切換関数設定パラメータ $POLE_{sr}$  (フィルタリング目標値 $NC_{cmd\_f}$ と実際のクラッチ回転数 $NC$ との偏差の収束速度を決定する演算係数)の絶対値は、目標フィルタ係数 $POLE_{F\_sr}$  (フィルタリング演算において、フィルタリング目標値 $NC_{cmd\_f}$ のクラッチ回転数目標値 $NC_{cmd}$ への収束速度を決定する演算係数)の絶対値よりも小さい値に設定される。

【0222】

【数 4 0】

$$-1 < POLE\_F\_sr < POLE\_sr < 0 \text{ ----- (40)}$$

これにより、クラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  が変化したときのクラッチ回転数  $NC$  の追従速度を、切換関数設定パラメータ  $POLE\_sr$  の影響を相対的に減少させて指定することができる。そのため、目標フィルタ係数  $POLE\_F\_sr$  の設定により、クラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  の変化に対するクラッチ回転数  $NC$  の追従速度の指定をより正確に行うことができる。

【0223】

10

また、クラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  が一定であるときは、フィルタリング目標値  $NC\_cmd\_f$  とクラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  は等しくなる。そして、この状態で外乱が生じてクラッチ回転数  $NC$  が変化した場合のクラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  との偏差 ( $NC - NC\_cmd$ ) の収束挙動は、上記式 (36) における切換関数設定パラメータ  $POLE\_sr$  により設定することができる。

【0224】

したがって、滑り率コントローラ 60 によれば、上記式 (34) における目標フィルタ係数  $POLE\_F\_sr$  の設定により、クラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  が変化したときのクラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  に対する実際のクラッチ回転数  $NC$  の追従速度を独立して指定することができる。また、上記式 (36) における切換関数設定パラメータ  $POLE\_sr$  の設定により、クラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  と実際のクラッチ回転数  $NC$  との偏差の収束速度を独立して設定することができる。

20

【0225】

また、同定器 69 は、上記式 (33) によるモデル化誤差の影響を抑制するために、滑り率コントローラ 60 の制御サイクル毎にクラッチ機構 61 のモデルパラメータ ( $a1\_sr$ ,  $b1\_sr$ ,  $c1\_sr$ ) を修正する処理を実行する。

【0226】

同定器 69 は、以下の式 (41) ~ 式 (49) により、上記式 (33) のモデルパラメータ ( $a1\_sr$ ,  $b1\_sr$ ,  $c1\_sr$ ) を算出する。以下の式 (41) で定義したベクトル  $\zeta\_sr$  と、以下の式 (42) で定義したベクトル  $\theta\_sr$  により、上記式 (33) は、以下の式 (43) の形で表すことができる。

30

【0227】

【数 4 1】

$$\zeta\_sr^T(k) = [NC(k-1) \quad Pcl(k-1) \quad 1] \text{----- (41)}$$

【0228】

【数 4 2】

$$\theta\_sr^T(k) = [a1\_sr(k) \quad b1\_sr(k) \quad c1\_sr(k)] \text{----- (42)}$$

40

【0229】

【数 4 3】

$$NC\_hat(k) = \theta\_sr^T(k-1) \cdot \zeta\_sr(k) \text{----- (43)}$$

但し、 $NC\_hat(k)$  :  $k$  番目の制御サイクルにおけるクラッチ回転数推定値。

【0230】

同定器 69 は、先ず、上記式 (43) によるクラッチ回転数推定値  $NC\_hat$  と、実際のクラッチ回転数  $NC$  との偏差  $e\_id\_sr$  を、上記式 (33) のモデル化誤差を表すものとし

50

て、以下の式(44)により算出する(以下、偏差  $e\_id\_sr$  を同定誤差  $e\_id\_sr$  という)。

【0231】

【数44】

$$e\_id\_sr(k) = NC(k) - NC\_hat(k) \text{ ----- (44)}$$

但し、 $e\_id(k)$  :  $k$  番目の制御サイクルにおけるクラッチ回転数推定値  $NC\_hat(k)$  と実際のクラッチ回転数  $NC(k)$  との偏差。

【0232】

10

また、同定器69は、以下の式(45)の漸化式により3次の正方行列である「 $P\_sr$ 」を算出し、以下の式(46)により同定誤差  $e\_id\_sr$  に応じた変化度合を規定するゲイン係数ベクトルである3次ベクトル「 $KP\_sr$ 」を算出する。

【0233】

【数45】

$$P\_sr(k+1) = \frac{1}{\lambda_{1\_sr}} \left\{ I - \frac{\lambda_{2\_sr} \cdot P\_sr(k) \cdot \zeta\_sr(k) \cdot \zeta\_sr^T(k)}{\lambda_{1\_sr} + \lambda_{2\_sr} \cdot \zeta\_sr^T(k) \cdot P\_sr(k) \cdot \zeta\_sr(k)} \right\} \cdot P\_sr(k) \text{ --- (45)}$$

20

但し、 $I$  : 単位行列、 $\lambda_{sr1}$  ,  $\lambda_{sr2}$  : 同定重みパラメータ。

【0234】

【数46】

$$KP\_sr(k) = \frac{P\_sr(k) \cdot \zeta\_sr(k)}{1 + \zeta\_sr^T(k) \cdot P\_sr(k) \cdot \zeta\_sr(k)} \text{ ----- (46)}$$

そして、同定器69は、以下の式(47)で定義した所定の基準パラメータ  $base\_sr$  と、上記式(46)により算出した  $KP\_sr$  と、上記式(44)により算出した  $e\_id\_sr$  とにより、以下の式(48)からパラメータ補正值  $d\_sr$  を算出する。

30

【0235】

【数47】

$$\theta\_base\_sr^T(k) = [a1base\_sr \quad b1base\_sr \quad 0] \text{ ----- (47)}$$

【0236】

【数48】

$$d\theta\_sr(k) = d\theta\_sr(k-1) + KP\_sr(k) \cdot e\_id\_sr(k) \text{ ----- (48)}$$

40

そして、同定器69は、以下の式(49)により、新たなモデルパラメータ  $\theta\_sr^T(k) = [a1\_sr(k) \quad b1\_sr(k) \quad c1\_sr(k)]$  を算出する。

【0237】

【数49】

$$\theta\_sr(k) = \theta\_base\_sr(k) + d\theta\_sr(k) \text{ ----- (49)}$$

次に、図27は、図25のSTEP193における『滑り率制御』のフローチャートである。制御装置1は、先ず、STEP230で以下の式(50)によりクラッチ回転数目標値  $NC\_cmd$  を算出する。

50

【 0 2 3 8 】

【 数 5 0 】

$$NC\_cmd(k) = \frac{NE(k) \cdot (100 - SR\_cmd)}{100} \quad \text{----- (50)}$$

但し、NC\_cmd(k)：k番目の制御サイクルにおけるクラッチ回転数目標値、NE(k)：k番目に制御サイクルにおけるエンジン回転数、SR\_cmd：目標滑り率。

【 0 2 3 9 】

続くSTEP 231～STEP 234及びSTEP 240は、同定器69によるクラッチ機構61のモデルパラメータa1\_sr, b1\_sr, c1\_srの同定処理である。同定器69は、STEP 231で、図示したNC/a1\_base\_srマップにクラッチ回転数NCを適用して基準パラメータa1\_base\_sr(k)を取得し、また、図示したPcl/b1\_base\_srマップにクラッチ位置Pclを適用して基準パラメータb1\_base\_sr(k)を取得する。

【 0 2 4 0 】

そして、次のSTEP 232でクラッチストロークPclがクラッチOFF位置Pcloffを超えておらず、クラッチ82がOFF状態にないと判断できるときは、STEP 233に進み、同定器69は上記式(48)によりモデルパラメータの補正值d\_sr(k)を算出してSTEP 234に進む。

【 0 2 4 1 】

一方、STEP 232でクラッチストロークPclがクラッチOFF位置Pcloffを越えており、クラッチ82がOFF状態にあると判断できるときには、STEP 240に分岐し、同定器69はモデルパラメータの補正值d\_srを更新しない。そして、これにより、変速操作の実行時にクラッチOFF状態でのクラッチ回転数NCが0(目標滑り率100%に応じた目標クラッチ回転数NC\_cmd)とならないときに、モデルパラメータの補正值d\_srが増大することを防止している。

【 0 2 4 2 】

続くSTEP 234で、同定器69は、上記式(49)により、モデルパラメータの同定値(a1\_sr(k), b1\_sr(k), c1\_sr(k))を算出する。また、STEP 235で、滑り率コントローラ60は、減算器64、切換関数値算出部65、到達則入力算出部66、等価制御入力算出部67、及び加算器68により、上記式(34)～式(39)の演算を実行して、クラッチ機構61に対するクラッチストロークの制御入力値Pcl(k)を決定してSTEP 236に進み、『滑り率制御』の処理を終了する。

【 0 2 4 3 】

なお、本実施の形態においては、上記式(1)におけるモデルパラメータa1\_sl, a2\_sl, b1\_sl, b2\_sl, c1\_slのうち、b1\_sl, b2\_sl, c1\_slを同定モデルパラメータとし、a1\_sl, a2\_slを非同定モデルパラメータとしたが、同定モデルパラメータの選択はこれに限らず、変速機の仕様に応じてセレクト機構の動特性の変化との連動性が高いものを選択すればよい。

【 0 2 4 4 】

また、本実施の形態においては、シフトコントローラ50とセレクトコントローラ51は、本発明の応答指定型制御としてスライディングモード制御を用いたが、バックステッピング制御等の他の種類の応答指定型制御を用いてもよい。また、応答指定型制御以外の制御方法を用いてもよい。

【 0 2 4 5 】

また、本実施の形態においては、シフトコントローラ50に備えられたスライディングモードコントローラ53と、セレクトコントローラ51に備えられたスライディングモードコントローラ55を、共に2自由度の制御器としたが、いずれか一方のスライディングモードコントローラのみを2自由度の制御器とする場合にも、本発明の効果を得ることができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0246】

【図1】変速機の構成図。

【図2】図1に示した変速機のシフト/セレクト機構の詳細図。

【図3】図1に示した変速機の作動説明図。

【図4】図1に示した制御装置の構成図。

【図5】図4に示したシフトコントローラのブロック図。

【図6】シフト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ。

【図7】図4に示したセレクトコントローラのブロック図。

【図8】モデルパラメータの同定処理方法に関する仮想プラントのブロック図。

10

【図9】セレクト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ。

【図10】変速機の動特性が異なる場合のセレクト動作時におけるシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ。

【図11】マニュアル変速機におけるシフト動作の説明図。

【図12】マニュアル変速機におけるシフト動作時のシフトアームの変位を示したグラフ

。

【図13】自動マニュアル変速機におけるシフト動作の説明図。

【図14】応答指定パラメータの変更による外乱抑制能力の変化を示したグラフ。

【図15】自動マニュアル変速機において応答指定パラメータを変更したときのシフト動作の説明図。

20

【図16】シフト動作時におけるシフトアームの変位と応答指定パラメータの設定を示したグラフ。

【図17】自動マニュアル変速機におけるセレクト動作の説明図。

【図18】制御装置のメインフローチャート。

【図19】変速機制御のフローチャート。

【図20】変速操作のフローチャート。

【図21】変速操作のフローチャート。

【図22】シフト/セレクト操作のフローチャート。

【図23】回転同期動作時目標値算出のフローチャート。

【図24】回転同期動作時目標値算出のフローチャート。

30

【図25】クラッチ制御のフローチャート。

【図26】クラッチ滑り率コントローラのブロック図。

【図27】滑り率制御のフローチャート。

【図28】従来の制御装置によるシフト動作時のシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ。

【図29】従来の制御装置によるセレクト動作時のシフトアームの目標位置への収束挙動を示したグラフ。

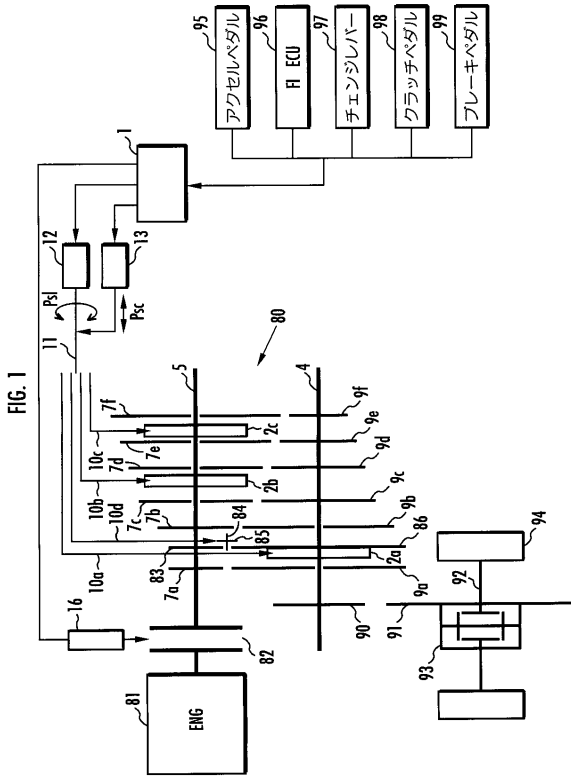
## 【符号の説明】

【0247】

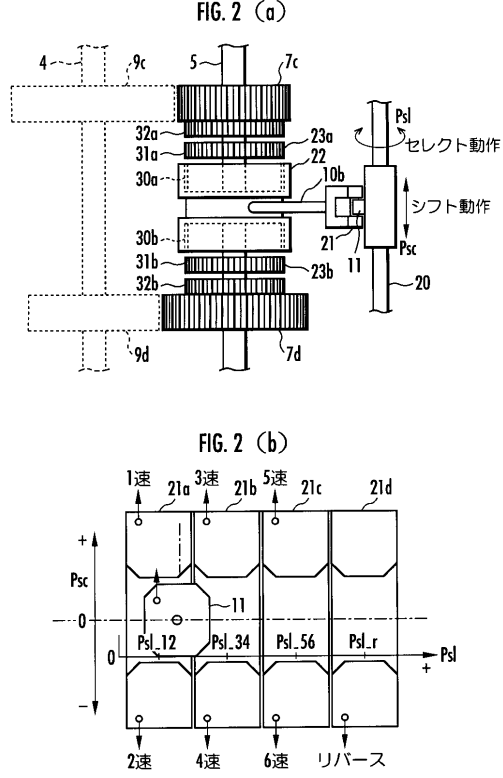
1 ... 制御装置、2 ... 同期機構、4 ... 出力軸、5 ... 入力軸、10 ... シフトフォーク、11 ... シフトアーム、12 ... セレクト用モータ、13 ... シフト用モータ、20 ... シフト/セレクト軸、21 ... シフトピース、22 ... カップリングスリーブ、23 ... シンクロナイザリング、40 ... シフト機構、50 ... シフトコントローラ、51 ... セレクトコントローラ、52 ... 目標位置算出部、53 ... シフトコントローラのスライディングモードコントローラ、55 ... セレクトコントローラのスライディングモードコントローラ、57 ... 部分パラメータ同定器、60 ... 滑り率コントローラ、61 ... クラッチ機構、70 ... セレクト機構

40

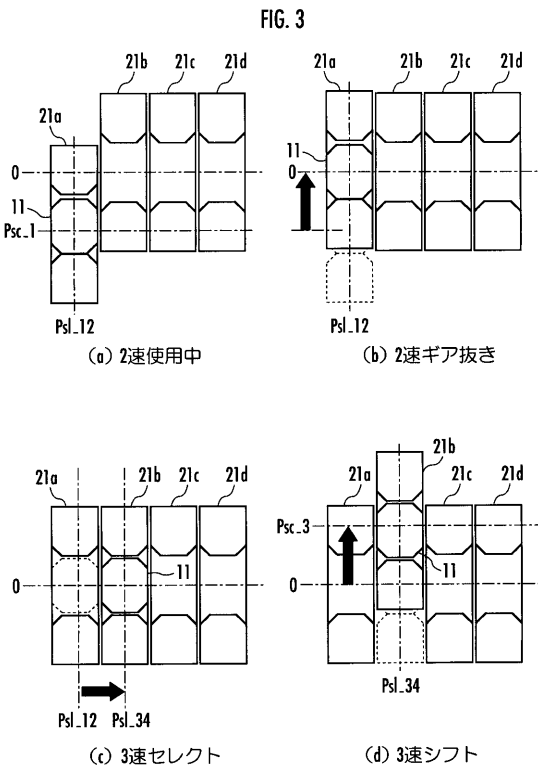
【 図 1 】



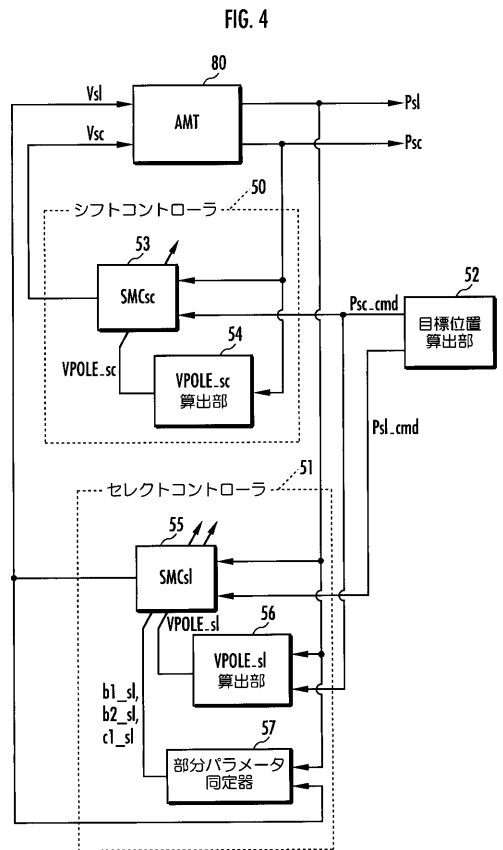
【 図 2 】



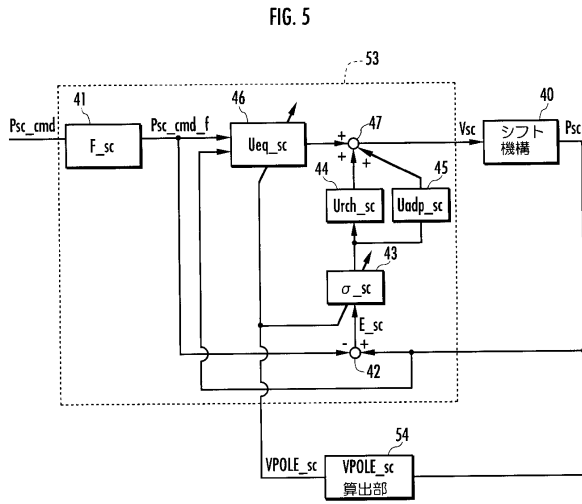
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

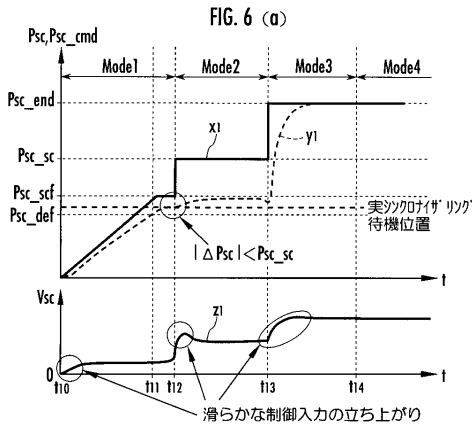
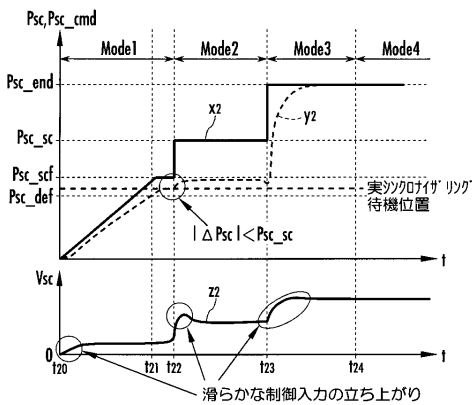
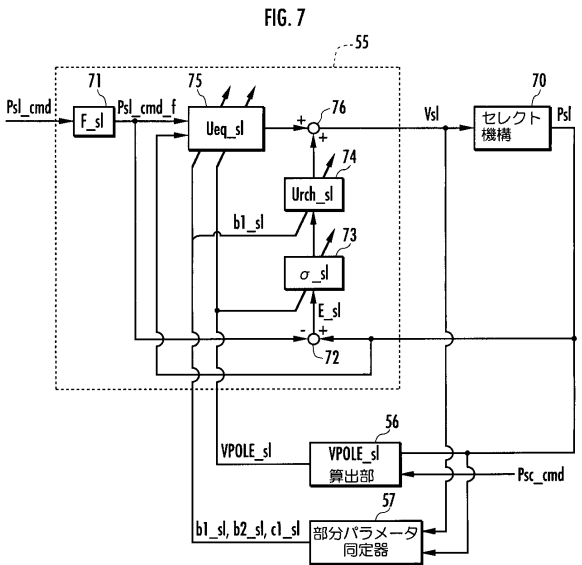


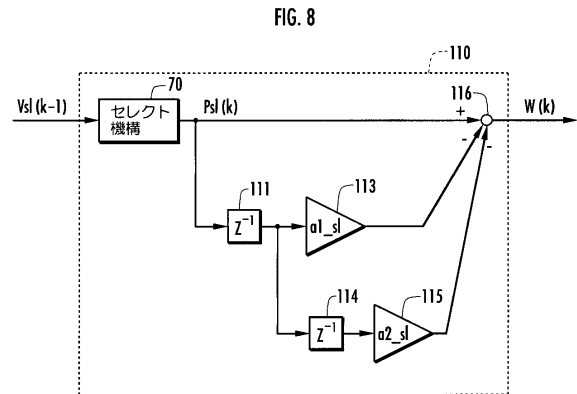
FIG. 6 (b)



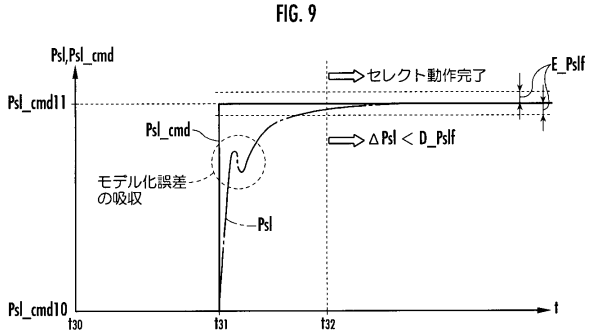
【 図 7 】



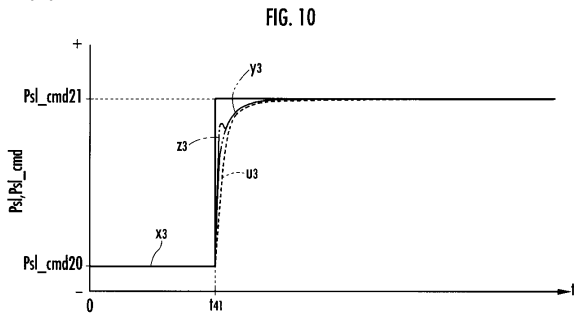
【 図 8 】



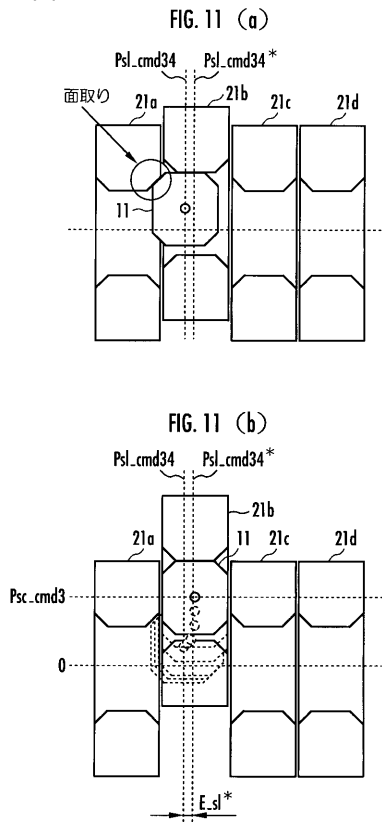
【 図 9 】



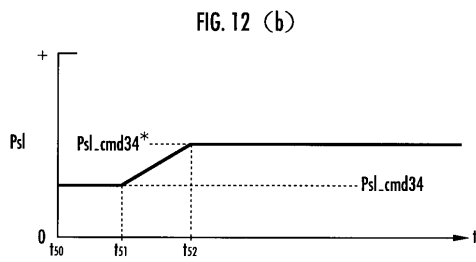
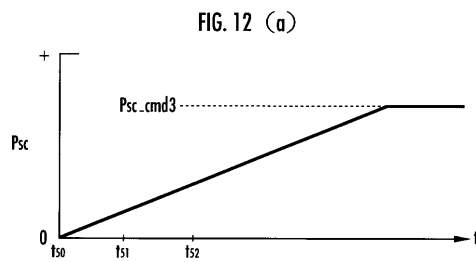
【 図 1 0 】



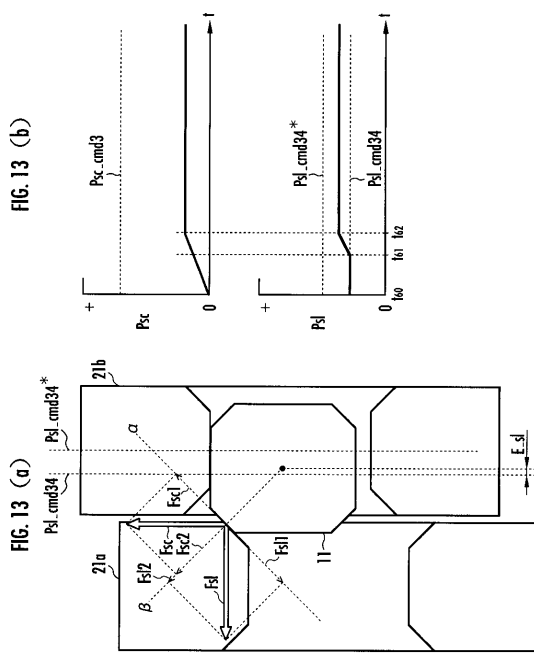
【 図 1 1 】



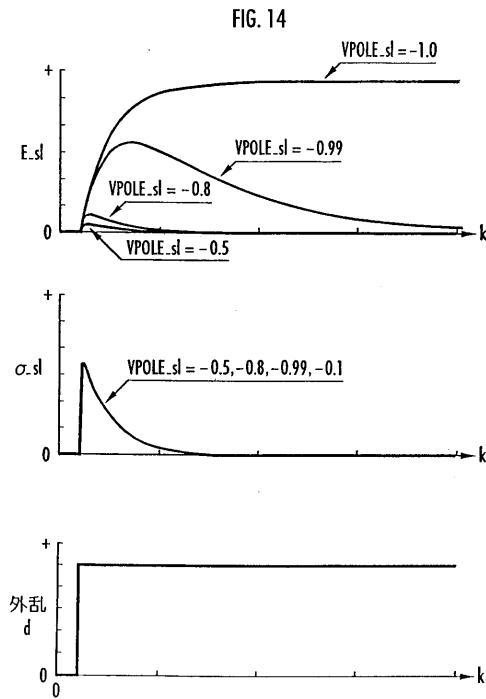
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

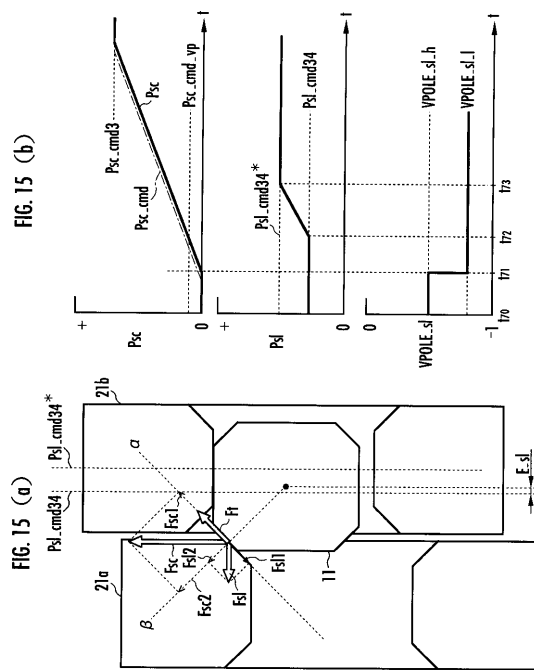
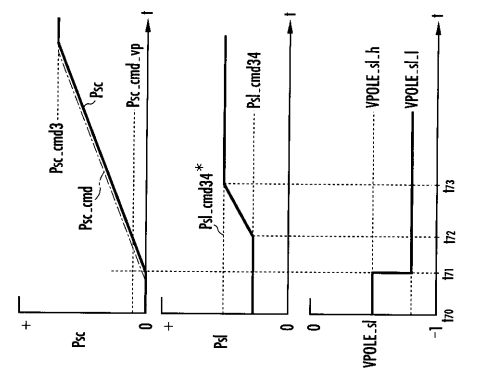
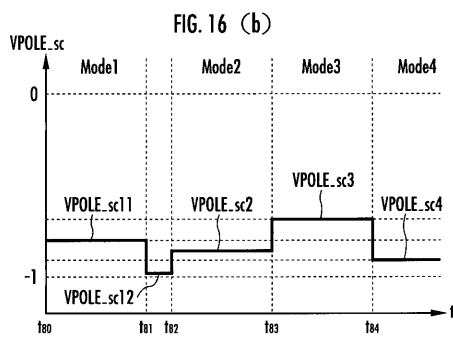
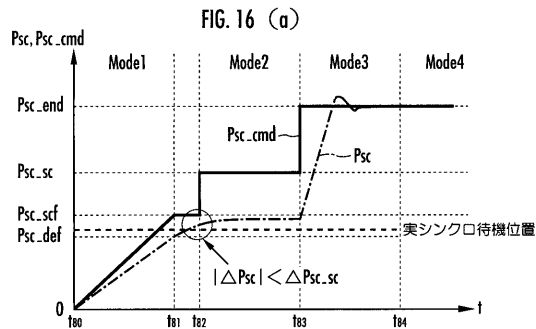


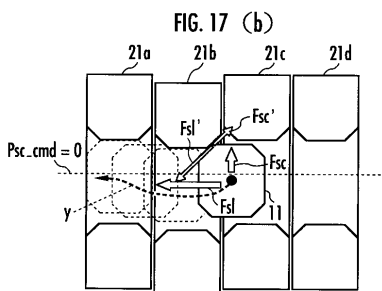
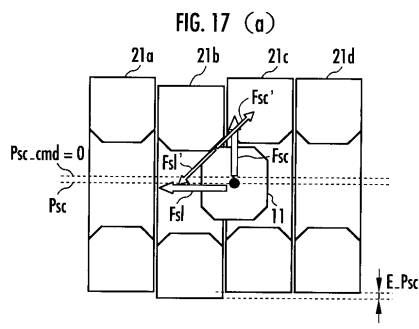
FIG. 15 (b)



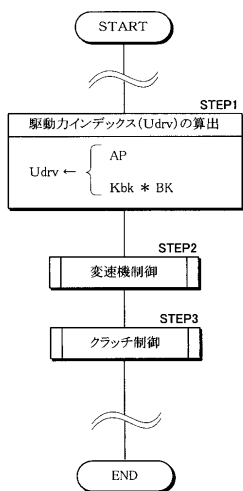
【 図 1 6 】



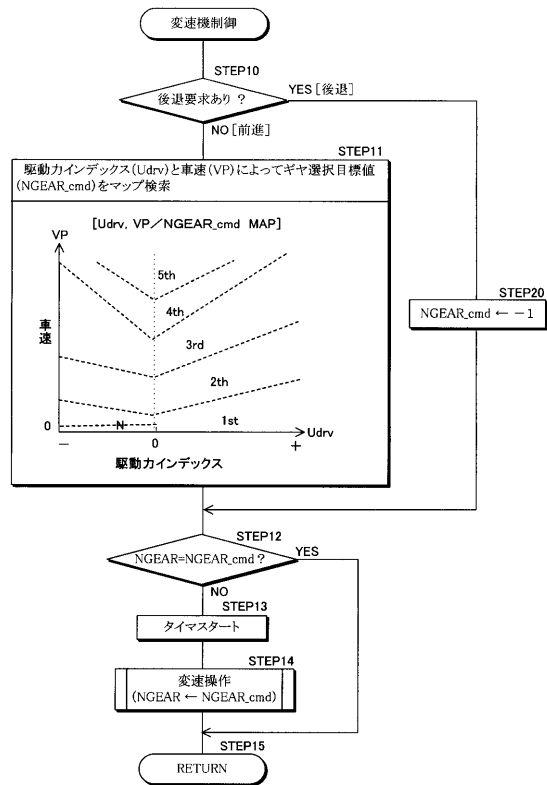
【 図 1 7 】



【図18】  
FIG.18

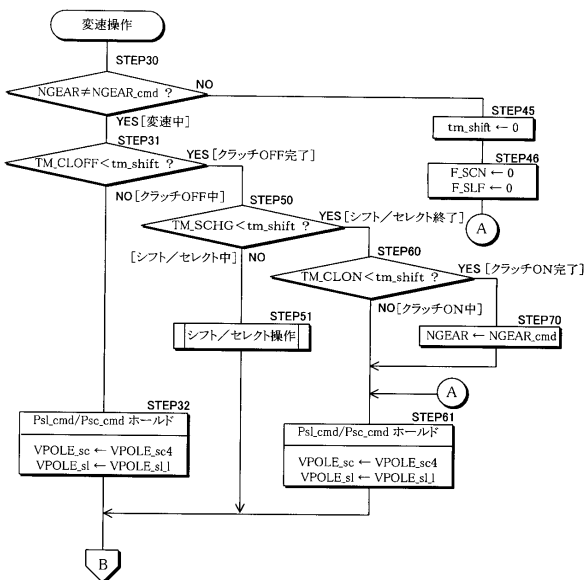


【図19】  
FIG.19



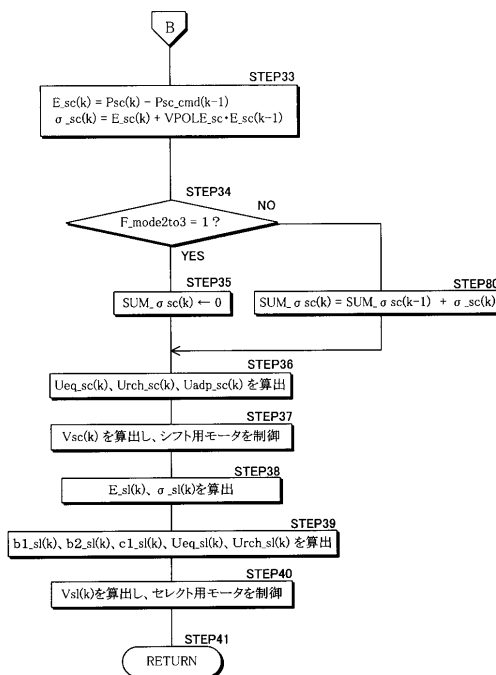
【図20】  
FIG.20

FIG.20



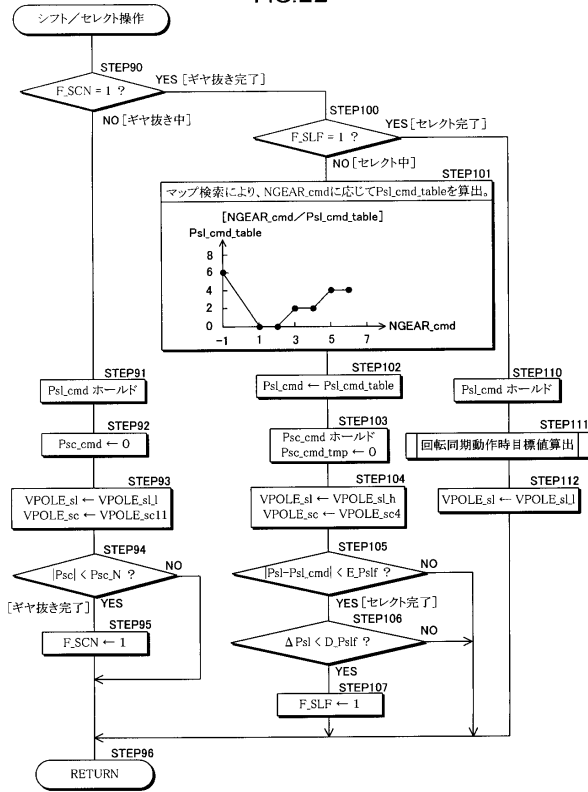
【図21】  
FIG.21

FIG.21



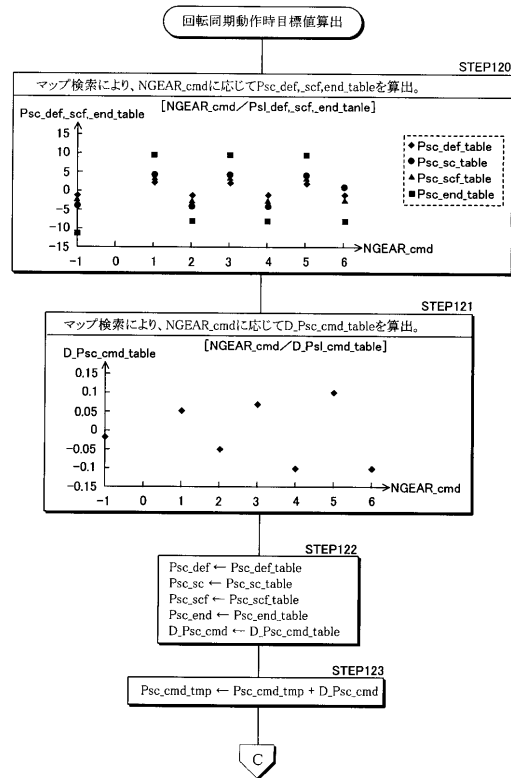
【図22】

FIG.22



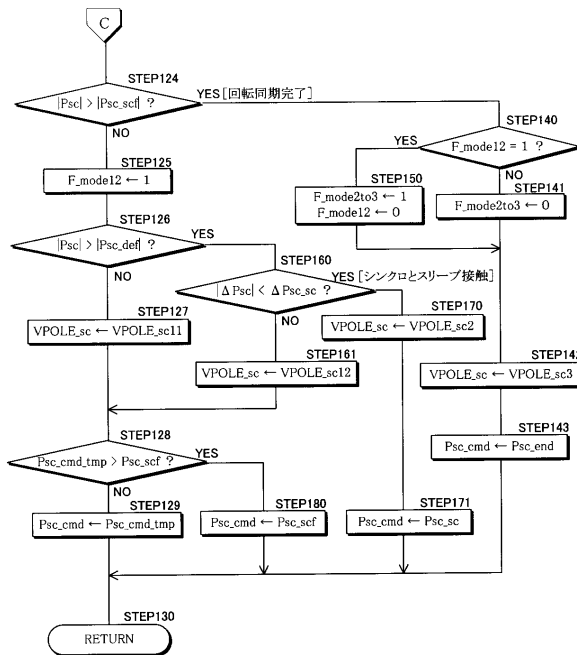
【図23】

FIG.23



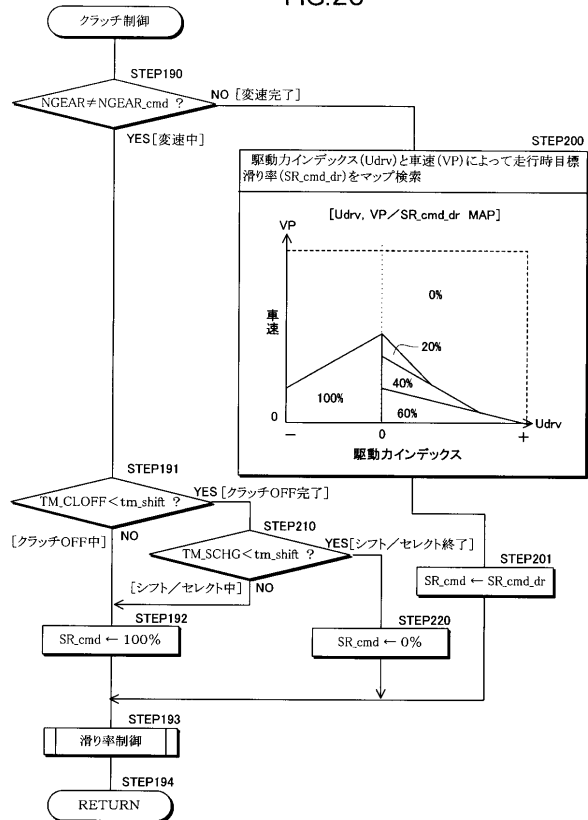
【図24】

FIG.24



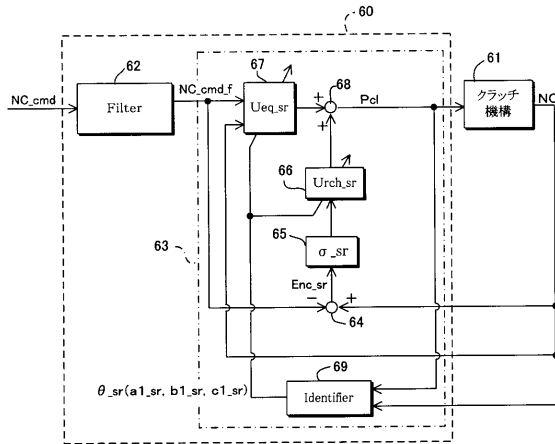
【図25】

FIG.25



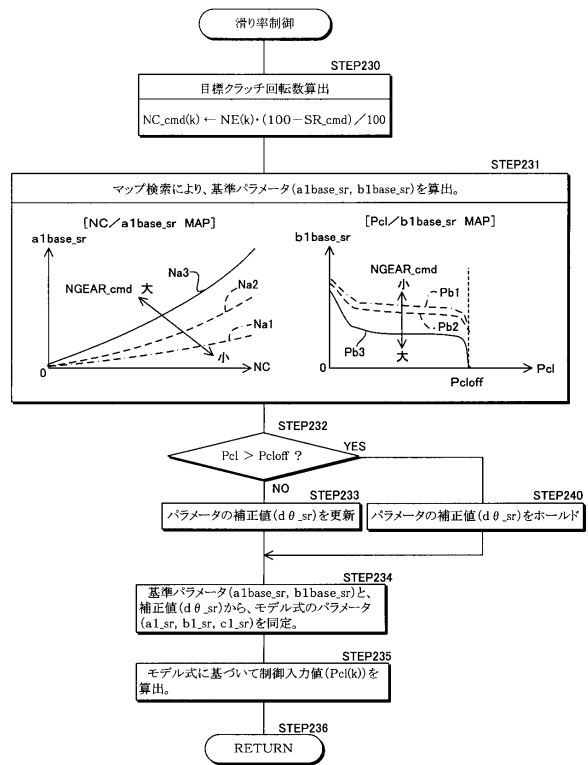
【 図 2 6 】

FIG.26



【 図 2 7 】

FIG.27



【 図 2 8 】

FIG. 28 (a)

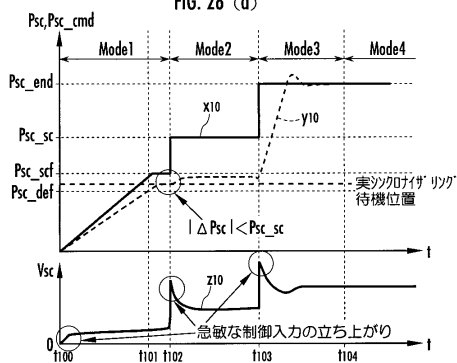
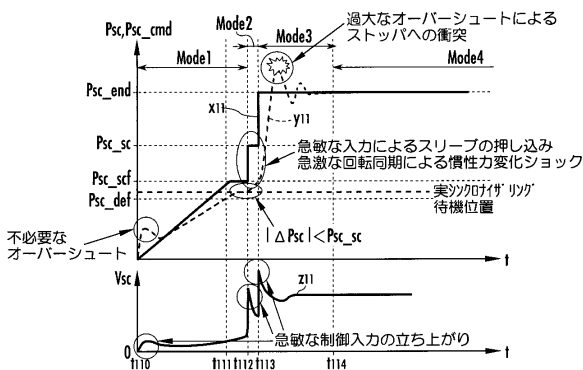
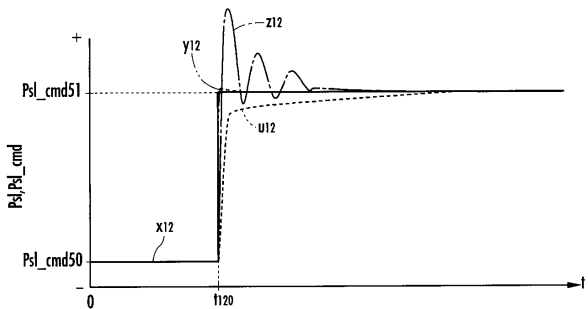


FIG. 28 (b)



【 図 2 9 】

FIG. 29



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-341904(JP,A)  
特開2003-148599(JP,A)  
特開2003-202901(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 59/00 - 61/12  
F16H 61/16 - 61/36  
F16H 63/00 - 63/48  
G05B 13/00 - 13/04