

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-324847  
(P2004-324847A)

(43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
F16H 61/14

F I  
F16H 61/14 G01J

テーマコード(参考)  
3J053

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-123744 (P2003-123744)  
(22) 出願日 平成15年4月28日 (2003. 4. 28)

(71) 出願人 000003997  
日産自動車株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
(74) 代理人 100075513  
弁理士 後藤 政喜  
(74) 代理人 100084537  
弁理士 松田 嘉夫  
(72) 発明者 瀬川 哲  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内  
(72) 発明者 安達 和孝  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3J053 BB13 CA03 CB15 CB26 DA02 DA08 EA02 FA01

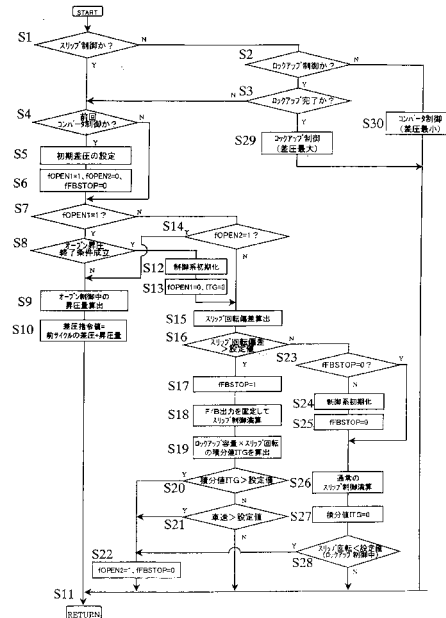
(54) 【発明の名称】 トルクコンバータのスリップ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ロックアップクラッチのスリップ制御量をフィードバック制御するトルクコンバータにおいて、スリップ制御中のスロットル開度の増大に伴うショックの発生を回避する。

【解決手段】 締結過程でのロックアップクラッチのスリップ回転が目標スリップ回転となるようにロックアップクラッチへの油圧力を補償するフィードバック制御を行うトルクコンバータのスリップ制御装置において、フィードバック制御中の目標スリップ回転と実スリップ回転との偏差が基準値以上のときにはフィードバック制御を抑制する。フィードバック制御を抑制することでロックアップクラッチの実質容量が減少し、これによりロックアップクラッチに滑りが生じ、スロットル開度の増大に伴うショックを吸収することができる。

【選択図】 図 8



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

トルクコンバータの入力要素と出力要素とを油圧力に基づき締結するロックアップクラッチと、前記油圧力を制御してロックアップクラッチの締結状態を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、締結過程でのロックアップクラッチのスリップ回転が目標スリップ回転となるように前記油圧力を補償するフィードバック制御を行うように構成したトルクコンバータのスリップ制御装置において、

前記制御装置を、フィードバック制御中の目標スリップ回転と実スリップ回転との偏差が設定値以上のときには当該フィードバック制御を抑制するように構成したことを特徴とするトルクコンバータのスリップ制御装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御装置は、

車両の運転状態に基づいてオープン制御によりロックアップクラッチの締結状態を制御するオープン制御手段と、

車両の運転状態からロックアップクラッチの目標スリップ回転を求める目標スリップ回転演算部と、

トルクコンバータの入力要素と出力要素の回転速度から実スリップ回転を求める実スリップ回転演算部と、

目標スリップ回転と実スリップ回転の偏差を演算するスリップ回転偏差演算手段と、

20

前記スリップ回転偏差に基づいて、所定の時定数を有する規範モデルに追従するようにフィードバック制御を行ってロックアップクラッチの締結状態を制御するスリップ制御手段と、

前記ロックアップクラッチの締結時には、前記オープン制御手段からスリップ制御手段へ切り換えてロックアップクラッチに供給する差圧の指令値を決定する締結制御手段と、

前記締結制御手段からの指令値に基づいて前記ロックアップクラッチに供給する油圧を制御する油圧制御手段と、

を有する請求項 1 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

## 【請求項 3】

前記制御装置は、フィードバック制御の抑制中は、フィードバック量を当該抑制開始時の量に固定するように構成した請求項 1 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

30

## 【請求項 4】

前記制御装置は、フィードバック制御の抑制を開始するスリップ回転偏差の設定値を、エンジントルクが大であるほど増加するように構成した請求項 1 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

## 【請求項 5】

前記制御装置は、フィードバック制御抑制開始後のロックアップクラッチの発熱量が設定発熱量よりも大のときにはオープン制御によりロックアップクラッチを締結するように構成した請求項 1 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

## 【請求項 6】

前記制御装置は、発熱量が大きいほどロックアップクラッチが早期に締結するように構成した請求項 5 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

40

## 【請求項 7】

前記発熱量は、ロックアップクラッチのロックアップ容量とスリップ回転との積を積分して推定するように構成した請求項 5 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

## 【請求項 8】

前記制御装置は、フィードバック制御抑制開始後のロックアップクラッチの車速が設定車速値よりも大のときにはオープン制御によりロックアップクラッチを締結するように構成した請求項 1 に記載のトルクコンバータのスリップ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

50

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロックアップクラッチを備えたトルクコンバータのスリップ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

車両用自動変速機等に用いられるトルクコンバータには、その入出力要素間を直結する油圧ロックアップクラッチを備えたものがある。トルク増大作用や変速ショック吸収機能を必要としない運転領域においてロックアップクラッチを締結することにより、トルクコンバータの滑りに起因する燃費の悪化を低減することができる。このようなロックアップクラッチの制御装置として、次に示すように入出力要素間を直結状態とするロックアップモードと、入出力要素間を完全解放し流体を介してトルク伝達を行なうコンバータモードの他に、ロックアップクラッチを半締結状態とし所定のスリップ状態を維持するスリップモードを備えたものが知られている。

10

【0003】

特許文献1のものでは、実スリップ回転つまり入出力要素間の回転数差が目標値に一致するようにフィードバック制御を用いて最適なスリップ回転指令値を算出したのち、ロックアップクラッチに供給する油圧(ロックアップ差圧)を算出する手法によりスリップ制御を行っている。

【0004】

特許文献2のものでは、制御対象であるスリップ回転の規範モデルを適用したフィードフォワード指令値と、目標スリップ回転と実スリップ回転の偏差に応じたフィードバック指令値とをスリップ回転指令値とする2自由度制御系を採用することで、より制御性能を高められるようにしている。

20

【0005】

特許文献3のものでは、トルクコンバータの伝動性能から予め求めておいた、流体伝動により伝達するコンバータトルクとスリップ回転との関係をもとに、前記スリップ回転指令値を達成するための目標コンバータトルクを算出し、エンジンの出力トルクからこの目標コンバータトルクを減算することで、目標とするロックアップクラッチ容量、つまりロックアップ差圧を算出する手法を用いている。

30

【0006】

さらに関連する技術として、特許文献4のようにロックアップ制御にあたってスリップ制御の前にオープン制御による昇圧動作を組み合わせたもの、または特許文献5のようにスリップ制御からロックアップ制御への移行時には再びオープン制御によって昇圧するものなどが知られている。

【0007】

【特許文献1】特許第3183235号公報

【特許文献2】特許第3240979号公報

【特許文献3】特許第3230465号公報

【特許文献4】特開2002-130463号公報

【特許文献5】特開2000-240786号公報

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

スリップ制御にあたり、前述したようにスリップ回転をフィードバック制御する構成を有する制御装置では、スリップ制御の過程で加速要求によりエンジントルクが急増した場合にフィードバック量が過大となり、ロックアップクラッチが完全締結するとき大きなショックを発生するおそれがある。この現象を、前記の規範モデルを適用した2自由度制御系による制御装置を例にとって、図1または図2に示したタイミングチャートを用いて説明する。図1は前記制御系においてスロットル開度を一定に保って加速したときの特性、図2はスリップ制御を伴う加速の途中でスロットル開度が増大した場合の特性をそれぞれ

50

示している。図中の符号 F / F、F / B、L / U は、それぞれフィードフォワード、フィードバック、ロックアップの略号である（以下同様）。

【0009】

スロットル開度が一定のときには、図1に示したように、時刻  $t_1$  においてロックアップ差圧の初期圧を加えてオープン制御を開始する。その後、スリップ制御開始条件が成立した時刻  $t_2$  からスリップ制御を開始し、規範モデルに従って減小する目標スリップ回転に一致するように、実スリップ回転をフィードバック制御する。そして時刻  $t_3$  においてスリップ制御を終了し、再びオープン制御にて昇圧動作を行ない、時刻  $t_4$  にてロックアップ動作を完了する。

【0010】

これに対して、スリップ制御中にスロットル開度が増大すると、図2に示したように、実スリップ回転が目標スリップ回転（規範モデル出力）から大きくずれてしまいフィードバック制御量が過大となって完全締結の時点  $t_4$  にて締結ショックが発生する。これは、ロックアップクラッチの締結動作を目的としてスリップ回転制御系を適用した場合、目標スリップ回転としては減少方向の値を設定する、つまり現在のスリップ回転から締結状態相当であるゼロ回転を目指す値を目標値として設定することによる。この場合、スリップ制御の過程でスロットル開度が増大すると、目標スリップ回転よりも実スリップ回転の方が大きくなり、これを打ち消そうとしたフィードバック補償器の作用により、ロックアップクラッチが急締結してしまうのである。

【0011】

前記フィードバック補償器の作用は、スロットル開度が急増したときのフィードフォワード補償器におけるモデル化誤差が実スリップ回転と目標スリップ回転の差となって現れ、この差を抑えようとして過剰に反応してしまうことによると考えられるので、その解決策としてはフィードバックゲインを下げるのが有効であるが、そうすると定常状態での応答性ないし制御性能を悪化させるおそれが生じる。

【0012】

なお、スリップ制御にあたりスロットル開度に応じて目標スリップ回転を設定する手法が知られているが、これはアンダーシュート発生時の余裕代として目標スリップ回転をゼロ以外の値に設定するためであり、スロットル開度の変化量に対する目標スリップ回転の変化はごく限定されたものである。すなわち、スリップ制御開始当初は、目標スリップ回転（規範モデル出力）はスロットル開度に応じた値になっているが、目標スリップ回転（規範モデル入力）は、目標スリップ回転（規範モデル出力）の一次遅れ系であるため、その遅れ分だけフィードバック制御量が過大となって締結ショックが発生するおそれを生じる。

【0013】

【発明の概要】

本発明では、締結過程でのロックアップクラッチのスリップ回転が目標スリップ回転となるようにロックアップクラッチへの油圧力を補償するフィードバック制御を行うトルクコンバータのスリップ制御装置において、フィードバック制御中の目標スリップ回転と実スリップ回転との偏差が基準値以上のときにはフィードバック制御を抑制する。

【0014】

本発明によれば、スロットル開度の増大に伴いスリップ回転が増加するような状況において、フィードバック制御を抑制したことで、全体としてロックアップクラッチが容量不足になり、これによりロックアップクラッチに滑りが生じ、スロットル開度の増大に伴うショックを吸収することができる。

【0015】

また、本発明においてフィードバック出力を完全に停止したとしても、フィードフォワード出力が有効であることにより、スリップ回転指令値は徐々に減らす方向に作用し続けるので、系全体としてはロックアップクラッチ締結方向に作動し、ロックアップ動作が完了

10

20

30

40

50

する。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。図3は、実施形態のシステム構成を示す概略図である。図3において、1は無段変速機を含む自動変速機等の動力伝達系に介装されたトルクコンバータを示し、内部作動流体を介して入出力要素間での動力伝達を行うものである。

【0017】

トルクコンバータ1は、さらにトルクコンバータ出力要素(タービン)と共に回転するロックアップクラッチ2を内蔵し、このロックアップクラッチ2は、トルクコンバータ入力要素(インペラ)に締結されるとき、トルクコンバータ1を入出力要素間が直結されたロックアップ状態にする。

10

【0018】

ロックアップクラッチ2は、その両側(前後)におけるトルクコンバータアプライ圧PAとトルクコンバータリリース圧PRとの差圧PA-PRに応動し、リリース圧PRがアプライ圧PAよりも高いとロックアップクラッチ2は開放されてトルクコンバータ入出力要素間を直結せず、リリース圧PRがアプライ圧PAよりも低くなる時ロックアップクラッチ2は締結されてトルクコンバータ入出力要素間を直結する。

【0019】

そして、前記後者の締結に際して、ロックアップクラッチ2の締結力、つまりロックアップ容量は、前記の差圧PA-PRにより決定し、この差圧が大きいほどロックアップクラッチ2の締結力が増大してロックアップ容量が増大する。

20

【0020】

差圧PA-PRは、周知のロックアップ制御弁3により制御し、このロックアップ制御弁3には、アプライ圧PAおよびリリース圧PRを相互に対向するように作用させ、更にアプライ圧PAと同方向にばね3aの付勢力を、またリリース圧PRと同方向にばね力を作用させ、同時にリリース圧PRと同方向に信号圧Psをそれぞれ作用させる。

【0021】

ロックアップ制御弁3は、これら油圧とバネの付勢力がつり合うよう差圧PA-PRを決定する。

30

【0022】

ここでロックアップ制御弁3にかかる信号圧Psは、ポンプ圧PPを元圧としてロックアップソレノイド4がロックアップデューティDに応じて作り出すもので、コントローラ5がロックアップソレノイド4を介して差圧PA-PRを制御する。

【0023】

コントローラ5は本発明の制御装置としての機能を有するもので、CPUおよびその周辺装置からなるマイクロコンピュータにより構成されている。このコントローラ5には、車両の走行状態やドライバーの運転状況を示す信号、例えば自動変速機に設けた出力軸回転センサ9からの信号、トルクコンバータ1のタービン回転センサ8からの信号、トルクコンバータ1への入力回転速度を検出するインペラ回転センサ7からの信号、油温センサ11からのATF温度信号などが入力され、これらの検出信号によりロックアップクラッチ2の締結や解放あるいはスリップなどの制御を行う。

40

【0024】

コントローラ5は、オープン制御(オープンループ制御)とスリップ制御(フィードバック制御)とを切り換えてスリップ制御を行うもので、ロックアップソレノイド4を駆動するロックアップデューティDを決定するとともに、電源電圧信号6に応じてロックアップデューティDの補正を行う。

【0025】

次に、コントローラ5で行われる制御のうち、スリップ制御について図4に基づき、説明する。

50

## 【0026】

目標スリップ回転演算部 S 1 0 0 では、車速とスロットル開度（またはアクセル操作量）と油温等に基づき、トルク変動やこもり音の発生が最も少ないところに目標スリップ回転（速度） $S_{LPT}$  を決定する。その後、実車速が設定車速を超えた時点で、ゼロ回転に設定を切り換え、スリップ制御によるロックアップ動作を行うための目標スリップ回転とする。

## 【0027】

実スリップ回転演算部 S 1 0 3 では、ポンプインペラの回転速度  $i_R$  からタービンランナの回転速度  $T_R$  を減算してトルクコンバータ 1 の実スリップ回転（速度） $S_{LPR}$  を算出する。

10

## 【0028】

ここで、インペラの回転速度はエンジン回転速度と等価であり、また、タービン回転速度は入力軸回転速度と等価な速度である。

## 【0029】

前置補償器 S 1 0 1 では、目標スリップ回転  $S_{LPT}$  を、設計者の意図する応答になるように設定した補償用フィルタを通過させることにより、目標スリップ回転補正值  $S_{LPTC}$  を算出する。

## 【0030】

前置補償器（S 1 0 1 A および S 1 0 1 B）では、目標スリップ回転  $S_{LPT}$  を、設計者の意図する応答になるように設定した補償用フィルタを通過させることにより、目標スリップ回転補正值を算出する。

20

## 【0031】

まず、前置補償器 S 1 0 1 A では、目標スリップ回転  $S_{LPT}$  をもとに、第 1 の目標スリップ回転補正值  $S_{LPTC1}$  を次式により算出する。

$$S_{LPTC1} = G_R(S) \times S_{LPT} \quad \dots (1)$$

ただし、 $G_R(S)$  は規範モデルである。

## 【0032】

次に前置補償器 S 1 0 1 B では、第 2 の目標スリップ回転補正值  $S_{LPTC2}$  を、

$$S_{LPTC2} = G_M(S) \times S_{LPT} \quad \dots (2)$$

より算出する。ただし、

30

$$G_M(S) = G_R(S) / P(S) \quad \dots (3)$$

であり、 $G_M(S)$  はフィードフォワード補償器、 $P(S)$  は制御対象であるスリップ回転部をモデル化した伝達関数である。

## 【0033】

スリップ回転速度偏差演算部 S 1 0 2 では、第 1 の目標スリップ回転補正值  $S_{LPTC1}$  と実スリップ回転速度  $S_{LPR}$  との間の偏差であるスリップ回転偏差  $S_{LPER}$  を、

$$S_{LPER} = S_{LPTC1} - S_{LPR} \quad \dots (4)$$

より算出する。

## 【0034】

40

スリップ回転指令値演算部 S 1 0 4 では、スリップ回転偏差  $S_{LPER}$  をなくすために、比例・積分制御（以下、PI 制御）により構成されたフィードバック補償器により、第 1 スリップ回転指令値  $S_{LPC1}$  を、

$$S_{LPC1} = K_p \cdot S_{LPER} + (K_i / S) \times S_{LPER} \quad \dots (5)$$

より算出する。

ただし、 $K_p$ ：比例制御定数

$K_i$ ：積分制御定数

$S$ ：微分演算子

である。

## 【0035】

50

そして、第1スリップ回転指令値  $S_{LPC1}$  と第2目標スリップ回転補正值  $S_{LPTC2}$  とを次式のように加算することで、スリップ回転指令値  $S_{LPC}$  を算出する。

$$S_{LPC} = S_{LPC1} + S_{LPTC2} \quad \dots (6)$$

スリップ回転ゲイン演算部 S106 では、図5に示したマップから現在のタービン回転速度  $T_R$  に対応したスリップ回転ゲイン  $g_{S_{LPC}}$  を検索して求める。

【0036】

目標コンバートルク演算部 S105 では、タービン回転速度  $T_R$  のときに、スリップ回転指令値  $S_{LPC}$  を達成するための目標コンバートルク  $t_{CNVC}$  を

$$t_{CNVC} = S_{LPC} / g_{S_{LPC}} \quad \dots (7)$$

より算出する。

10

【0037】

エンジントルク推定部 S108 では、図6に示したエンジン全性能マップを用いて、エンジン回転数  $N_e$  およびスロットル開度  $TVO$  から、エンジントルクマップ値  $t_{ES}$  を検索し、これにエンジンの動特性（吸気系の輸送遅れ分）を時定数  $T_{ED}$  の一次遅れとした場合のフィルタを通過させて、エンジントルク推定値  $t_{EH}$  を、

$$t_{EH} = t_{ES} / (1 + t_{ED} \cdot S) \quad \dots (8)$$

より算出する。

【0038】

目標ロックアップクラッチ締結容量演算部 S107 では、エンジントルク推定値  $t_{EH}$  から目標コンバートルク  $t_{CNVC}$  を減算して目標ロックアップクラッチ締結容量  $t_{LU}$  を次式により算出する。

$$t_{LU} = t_{EH} - t_{CNVC} \quad \dots (9)$$

20

ロックアップクラッチ締結圧指令値演算部 S109 では、図7に示したロックアップクラッチ容量マップから現在の目標ロックアップクラッチ締結容量  $t_{LU}$  を達成するためのロックアップクラッチ締結圧指令値  $P_{LUC}$  を検索する。

【0039】

ソレノイド駆動信号演算部 S110 では、実際のロックアップクラッチ締結圧をロックアップクラッチ締結圧指令値（差圧指令値） $P_{LUC}$  にするためのロックアップデューティ  $S_{DUTY}$  を決定する。

【0040】

次に、前記コントローラ5による制御のうち、本発明の要部である、スリップ制御中のスロットル開度増大時におけるフィードバックの停止について、図8を用いて説明する。図8はコントローラ5により周期的に実行されるロックアップ制御ルーチンを表した流れ図である。

30

【0041】

ステップ1（図ではS1と略記する。以下同様。）では、現在行うべき制御がスリップ制御なのかどうかを、スロットル開度や車速などの運転状態に基づき判定し、スリップ制御であると判定した場合はステップ4へ進み、スリップ制御ではないと判定した場合はステップ2へ進む。

【0042】

ステップ2では、現在行うべき制御がロックアップ制御なのかどうかを、前記同様に運転状態から判定し、ロックアップ制御であると判定した場合はステップ3へ進み、ロックアップ制御ではないと判定した場合はステップ30へ進む。

40

【0043】

ステップ3では、ロックアップ制御において、完全ロックアップ状態（差圧指令が最大の状態）に移行できているかどうかを判定し、移行できている場合はロックアップ完了であるため、ステップ29へ進む。移行できていない場合は、スリップ制御を併用してロックアップ状態へ移行する制御を行なうためにステップ4へ進む。

【0044】

現在の制御状態がスリップ制御もしくはロックアップ制御と判定したステップ4において

50

、前回の制御状態がコンバータ制御の場合はステップ5へ進み、コンバータ制御以外の場合はステップ7へ進む。

【0045】

ステップ5では、図9のマップより、現在のスロットル開度に応じた初期差圧を設定する。続いて、ステップ6において、以降の昇圧動作をコントロールするフラグ類の初期設定を行なう。具体的には、コンバータ状態からスリップ制御へ遷移するときの第1のオープン制御フラグ(fOPEN1)をセットし、スリップ制御からロックアップ状態へ遷移するときの第2のオープン制御フラグ(fOPEN2)をクリアし、フィードバック制御停止フラグ(fFBSTOP)をクリアする。

【0046】

以上、ステップ5、6において、運転領域がコンバータ状態からスリップ状態もしくはロックアップ状態へ移行した初回のみ、オープン制御で昇圧処理を開始するための準備処理と、その後の昇圧動作をコントロールするフラグ類の初期化を行ない、2回目以降は行わない。

【0047】

ステップ7においては、現在、オープン制御による昇圧動作を実行中なのかどうかを、ステップ6で設定したフラグ(fOPEN1)により判定し、昇圧動作を実行中の場合(fOPEN1=1)はステップ8へ進み、昇圧中でない場合(fOPEN1=0)はステップ14へ進む。

【0048】

ステップ8では、まず、オープン制御による昇圧動作を終了してよいかどうか判定するための判定用スリップ回転SLPENDを、図10のマップより、現在のスロットル開度に応じて算出する。続いて、現在のスリップ回転SLPRと、この判定用スリップ回転SLPENDの比較を行ない、

$$SLPR \quad SLPEND \quad \dots \quad (10)$$

の場合は、昇圧動作によりスリップ回転が差圧指令に反応し始め、差圧制御が可能な状態になったと判定し、オープン制御による昇圧動作を終了してステップ12へ進み、通常のフィードバック制御への切換処理を行なう。この(10)式を満足しない場合は、まだスリップ回転が差圧指令の増加に対して反応していないと判定してステップ9へ進む。

【0049】

ステップ9では、オープン制御中における単位時間あたりの昇圧量DPRSを、予め設定しておいた図11のマップより、現在のスロットル開度に応じて設定する。なお、単位時間とは制御サイクルと等価であり、例えば20ms毎にオープン制御を行なうように構成した場合は、20ms間あたりの昇圧量を設定することになる。続くステップ10では、前サイクルの差圧指令値PLUCにステップ9にて算出した単位時間あたりの昇圧量DPRSを加算することで、オープン制御中の差圧指令値PLUCを

$$PLUC = \text{前サイクルの} PLUC + DPRS \quad \dots \quad (11)$$

として算出する。

【0050】

一方、ステップ12においては、オープン制御による昇圧動作を終了して、スリップ制御に切り換えるために、制御系の初期化処理を行なう。この初期化処理は、図4において、前置補償器(S101AおよびB)の出力を、スリップ制御への切換時点の実スリップ回転で初期化し、スリップ回転指令値演算部(S104)におけるフィードバック補償器を、同じく実差圧相当のスリップ回転で初期化することにより行なう。続くステップ13では、コンバータ状態からのオープン制御による昇圧動作中であることを示すフラグ(fOPEN1)をクリアし、後述の発熱量推定のために用いるロックアップ容量と実スリップ回転の積の積分値ITGをクリアしてステップ15へ進む。

【0051】

以上、ステップ7～10にて、オープン制御時の差圧指令値の設定を行ない、ステップ12～13にて、オープン制御からスリップ制御への切換処理を行ない、ステップ15以降

10

20

30

40

50



にてスリップ制御時の差圧指令値の算出を行なう。

【0052】

続くステップ15以降の処理が、本発明の要点であるスリップ制御中のフィードバック制御の停止手順である。

【0053】

まず、ステップ15では、現在の目標スリップ回転  $SLPTC1$  と実スリップ回転  $SLPR$  との偏差  $SLPER$  を、前述の(4)式に基づき算出する。なお、目標スリップ回転としては、図4における規範モデル出力を用いる。

【0054】

ステップ16では、算出したスリップ回転偏差  $SLPER$  と、図12より現在のエンジントルク  $tEH$  とロックアップ容量  $tLU$  の差からマップ引きした設定値とを比較し、偏差が設定値より大きい場合はステップ17へ進み、スリップ制御中にフィードバック制御を停止するための処理を行なう。そうでない場合はステップ23へ進み、通常のスリップ制御を行なう。なお、図12に例示した設定では、右側にいくほど停止判定として設定する偏差は大きくなる。これにより、ロックアップ容量に対してエンジントルクが大きいような、つまりマップの右側を使うような状況では設定値を大きくすることで、フィードバック停止条件を成立しにくくしている。逆にロックアップ容量に対してエンジントルクが釣り合うような、マップの左側を使う状況では設定値を小さくし、フィードバック停止条件を成立しやすくしている。

10

【0055】

次に、スリップ制御中の演算処理について説明する。まず、ステップ23～28のフィードバック制御を停止しない通常のスリップ制御時の演算処理について説明する。

20

【0056】

まず、ステップ23において、フィードバック制御を停止していたかどうか判断する。フィードバック制御を停止していた場合 ( $fFBSTOP = 1$ ) は、ステップ21においてフィードバック出力値を固定していたため、その内部の積分値と出力値にズレがあり、すぐには停止を解除できない。そのため、解除する前にフィードバック補償器の内部変数の初期化処理をステップ24にて行なう。なお、初期化の手順自体はステップ12において行なっているように、現在の差圧指令値から制御系を逆に解いて、フィードバック補償器の初期値を算出する。続いてステップ25にて、フィードバック制御停止を解除したことを示すフラグ ( $fFBSTOP$ ) をクリアし、ステップ26へ進む。

30

【0057】

一方、フィードバック制御を停止していなかった場合は、そのまま制御演算を開始して構わないため、初期化処理を行わずにステップ26へ進む。

【0058】

ステップ26では、図4におけるスリップ制御演算を行ない、スリップ制御中における差圧指令値  $PLUC$  を算出し、ステップ27へ進む。例えば、ドライブスリップを行なう場合は、目標スリップ演算部 ( $S100$ ) にて、目標スリップ回転  $SLPT$  として  $40\text{rpm}$  を設定し、ロックアップ状態にする場合は、 $6\text{rpm}$  を設定する。そして、この設定した目標スリップ回転に一致するようにフィードバック制御系が作用する構成となっている。

40

【0059】

続く、ステップ27では、フィードバック制御を停止していないため、発熱量推定に用いる積分値  $ITG$  をクリアしておく。

【0060】

ステップ28はロックアップ制御中のみに作用する分岐条件でスリップ制御中は無条件にステップ11へ進みスリップ制御を継続させる。ロックアップ制御中は、最終的にはロックアップ状態にすることが目的であるため、スリップ制御中にスリップ回転が所定の回転以上になったらスリップ制御を終了して、オープン制御による昇圧動作へ移行させる。このための判断をステップ28において行なう。

50

## 【0061】

次に、フィードバック制御を停止して制御演算を行なう場合について説明する。ステップ17では、スリップ制御演算を行なうにあたり、フィードバック制御を停止して演算を行なうためのフラグ(fBSTOP)をセットする。このフラグが設定されている間は、続くステップ18における制御演算を、フィードバック補償器の出力をフラグがセットされた時点の値に固定して演算を行なう。具体的には、図4におけるフィードバック出力SLPC1を固定する。

## 【0062】

続くステップ19では、前述の制御演算の結果を用いて、現在のロックアップ容量tLUと実スリップ回転SLPRの積を算出し、この積分値ITGを計算することで、フィードバック停止中におけるロックアップクラッチの発熱量推定値として扱う。

## 【0063】

$$ITG = ITG + tLU \times SLPR \times s t \dots (12)$$

(12)式において、stはサンプリングタイムで、制御演算を行なう周期である。また、ITGはスリップ制御を開始する時点の初期化処理(ステップ13)にてクリアされているため、(12)式の結果はフィードバック制御停止中のみの積算値となる。

## 【0064】

続くステップ20では、計算した積分値ITGと、図13よりマップ引きした設定値との比較を行なう。積分値ITGの方が大きい場合は、ロックアップクラッチの滑りによる発熱量が大きいと判断し、ステップ22へ進み、スリップ制御を終了する。そうでない場合は、ステップ21へ進む。これにより、スリップ制御中にフィードバック制御を停止したためスリップ回転が大きくなった場合における、ロックアップクラッチのフェーシング材の保護を行なう。ここで、発熱量が大であるほどスリップ制御終了後の完全締結を早期に行うようにすることにより、フェーシング材の保護をよりの確に行うことができる。

## 【0065】

ステップ21では図14のマップより、スロットル開度に基づいてマップ引きした設定値と現在の車速との比較を行なう。現在の車速の方が大きい場合は、所定の車速以下でのロックアップを完了させるためにステップ22へ進む。(本発明のポイント4) そうでない場合は、ステップ11へ進み演算を終了する。

## 【0066】

なお、ステップ22では、ステップ20および21にてスリップ制御を終了すると判断した場合に、オープン制御を実行してロックアップ状態へ遷移するためのフラグ(fOPEN2)をセットする。また、フィードバック制御の停止を解除するため、停止フラグ(fFBSTOP)はクリアする。

## 【0067】

なお、ステップ14においては、スリップ制御中からオープン制御へ遷移するためのフラグ(fOPEN2)を確認する。前サイクルの、前述のステップ22においてフラグがセットされていれば、スリップ制御を終了してオープン制御へ切り換えるためステップ9へ進み、前述のスリップ制御の前に行なったオープン制御と同じ手順で昇圧動作を行なう。一方、フラグがセットされていない場合はステップ15へ進み、スリップ制御を継続する。また、ステップ29は、ロックアップ制御における締結動作(完全ロックアップ)が完了し、差圧を最高圧に保っている状態であり、ステップ30は、コンバータ制御におけるロックアップクラッチの開放動作(アンロックアップ)が完了し、差圧を最低圧に保っている状態である。

## 【0068】

以上述べた制御によるタイミング図を図15～図17に示す。

## 【0069】

図15は、スリップ制御中のスロットル開度増大に対し、フィードバック制御を停止したことでショックを吸収しつつロックアップ完了できた場合である。まず、時刻t2でオープン制御からスリップ制御に切り換わり、目標スリップ回転になるように実スリップ回転

10

20

30

40

50

をフィードバック制御する。時刻  $t_3$  で運転者によるアクセルペダルの踏み増しによりスロットル開度が増大すると、時間経過とともに実スリップ回転が増加するため、スリップ回転偏差が増加し始める。時刻  $t_4$  では設定してあったフィードバック制御を停止する回転偏差に到達したため、以降のフィードバック制御を停止する。これにより、スリップ回転指令値（フィードフォワード指令値 + フィードバック指令値）および差圧指令値の変化が緩やかになるため、ロックアップクラッチの急締結が抑えられる。また、フィードフォワード指令値は有効であるため、フィードバック指令値を停止した状態であっても、時刻  $t_5$  で通常のスリップ制御終了条件、つまりスリップ回転を設定回転以下にすることができ、ロックアップを完了させるための時刻  $t_5$  以降のオープン制御へ移行することができる。

10

**【0070】**

また、フィードバック出力を停止する条件であるスリップ回転偏差の大きさを、現在のロックアップ容量に対するエンジントルクの大きさに応じて変化させるようにしているため、ロックアップクラッチの急締結を精度よく防止することができる。すなわち、ロックアップクラッチが完全締結していない状況においては、現在のロックアップ容量に対するエンジントルクが大きいほど、トルクコンバータとしては滑りやすい。このため、ほぼ締結間際である状態、つまりロックアップ容量とエンジントルクがほぼ等しい状況においては、フィードバック停止条件であるスリップ回転偏差を小さくすることで、停止条件が速やかに成立するように設定できる。これにより、ロックアップクラッチの急締結の発生を精度よく防止できるのである。一方、大きく滑っているような状況においては、ロックアップクラッチが急締結に至る可能性が少ないため、比較的フィードバック補償器を停止させるタイミングを遅くした方が、フィードバック制御を停止することなく、本来のスリップ制御系をそのまま使えるため望ましい。このような場合にも、現在のロックアップ容量に対するエンジントルクが大きいほど、フィードバック出力を停止する条件としてのスリップ回転偏差を大きくすることで、フィードバック補償器の停止タイミングを遅くすることができる。

20

**【0071】**

なお、本発明とは目的が異なるが、ロックアップクラッチのスリップ制御の過程でフィードバック制御を停止するようにしたものとして、特開 2002-130465 号公報に開示されたスリップ制御装置が知られている。この装置は、スリップ制御中のジャダーの発生や悪路走行に原因するスリップ量の変動を回避するためにスリップ制御を停止するものであるが、スリップ制御の停止に当たっては、予測しておいたロックアップ差圧の指令変化に対するスリップ回転の反応を評価することで、フィードバック制御を停止すべきかどうか判断している。そのため、予測に誤差が生じた場合、本来フィードバック制御が停止しなくてもよい状況において停止してしまったり、その反対に停止すべき状況において停止しなかったりするなどの不具合が発生するおそれがあり、制御精度の面で必ずしも十分なものではなかった。この点、本発明では、実際に滑りを誘起する、ロックアップ容量に対するエンジントルクに基づいて条件設定を行なうため、停止判断の精度を確実に向上させることができる。

30

**【0072】**

図 16 は、ロックアップ容量とスリップ回転の積より算出した発熱量が設定量を超えたため、スリップ制御を終了した場合である。図 15 と同じ状況ではあるが、時刻  $t_5$  にて設定値を超えたため、スリップ制御を終了してオープン制御へ移行している。このように、スリップ制御中のフィードバック制御を停止したことで、スリップ回転が増加し、ロックアップクラッチのフェーシング材の耐久性が問題となるような状況においても、その発熱量を推定することで、耐久性が損なわれる事態を未然に防ぐことができる。

40

**【0073】**

図 17 は、フィードバック停止中に車速が設定車速を超えたため、スリップ制御を終了した場合である。前述の発熱量で問題の無い領域であっても、車速条件によりスリップ制御を中断するため、所定の車速でロックアップ完了させたいという、運転性上の要求を満た

50

せる構成になっている。また、フィードフォワード制御のみではロックアップ完了に至らないような状況でも、確実な締結動作ができるようになると共に、ロックアップクラッチの保護効果も高められる。

【0074】

なお、本実施形態では、エンジントルク推定を行う際に、予め用意したトルクマップを用いたが、CAN（車両用ネットワークシステム）などの専用の通信手段を用いて、エンジンコントローラ等からトルク推定値を受信できる構成であれば、この受信した値を用いるように構成してもよい。つまり、より精度の高いトルク信号を扱うことにより、フィードバック停止条件として設定する回転偏差も精度よく設定することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】従来のスリップ制御においてスロットル開度を一定としたときのロックアップクラッチの制御特性を示すタイミング図。

【図2】従来のスリップ制御においてスロットル開度を増大したときのロックアップクラッチの制御特性を示すタイミング図。

【図3】本発明の一実施形態を示すトルクコンバータの概略構成図。

【図4】同じくコントローラの機能を示す概略構成図。

【図5】タービン回転速度（プライマリ回転速度）とスリップ回転ゲインの関係を示すマップ。

【図6】エンジン回転速度およびスロットル開度とエンジントルクの関係を示すマップ。

【図7】ロックアップクラッチ締結圧とロックアップクラッチ容量の関係を示すマップ。

20

【図8】コントローラで行われる制御の一例を示す流れ図。

【図9】スロットル開度と初期差圧（昇圧量）の関係を示すマップ。

【図10】スロットル開度とオープン制御終了スリップ回転速度の関係を示すマップ。

【図11】スロットル開度と単位時間当たりの昇圧量の関係を示すマップ。

【図12】エンジントルクおよびロックアップ容量とスリップ回転偏差の関係を示すマップ。

【図13】スロットル開度とロックアップクラッチ発熱量との関係を示すマップ。

【図14】スロットル開度とオープン制御終了車速の関係を示すマップ。

【図15】本発明においてスリップ制御中のスロットル開度の増大に応じてフィードバック制御を停止したときのロックアップクラッチの制御特性を示すタイミング図。

30

【図16】本発明においてスリップ制御中のスロットル開度の増大に応じてフィードバック制御を停止すると共に、発熱量が設定値よりも増大したときのロックアップクラッチの制御特性を示すタイミング図。

【図17】本発明においてスリップ制御中のスロットル開度の増大に応じてフィードバック制御を停止すると共に、車速が設定値よりも増大したときのロックアップクラッチの制御特性を示すタイミング図。

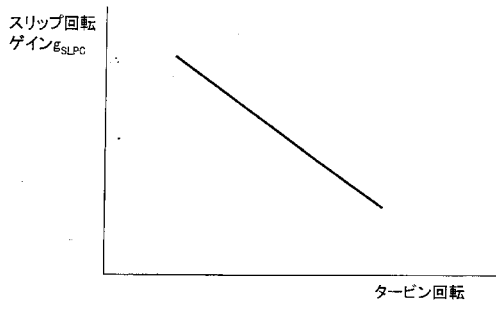
【符号の説明】

- 1 トルクコンバータ
- 2 ロックアップクラッチ
- 3 ロックアップ制御弁
- 4 ロックアップソレノイド
- 5 コントローラ

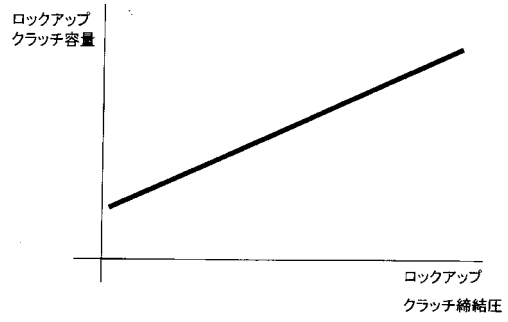
40



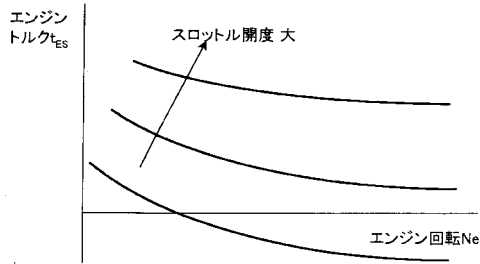
【 図 5 】



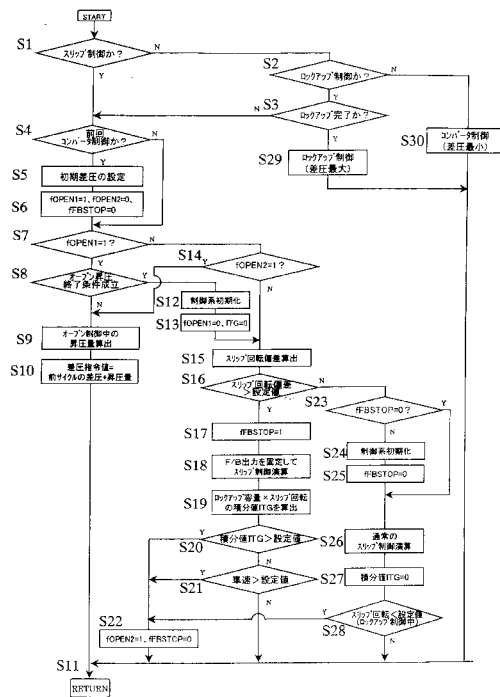
【 図 7 】



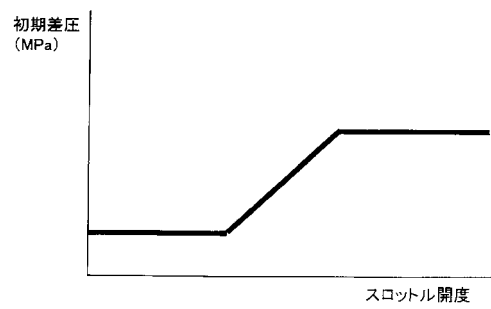
【 図 6 】



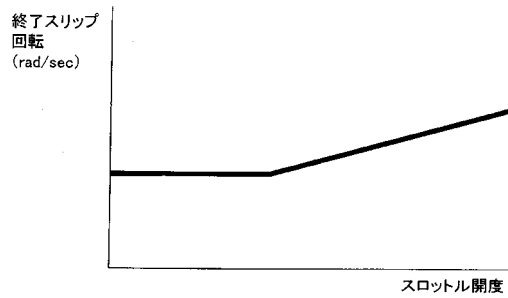
【 図 8 】



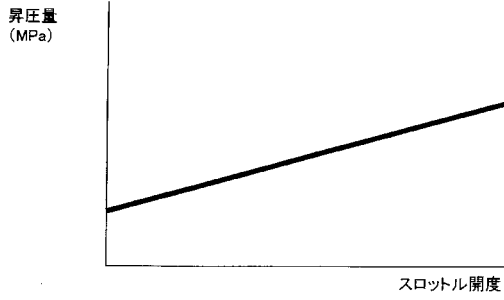
【 図 9 】



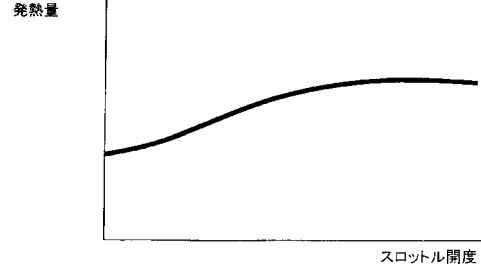
【 図 10 】



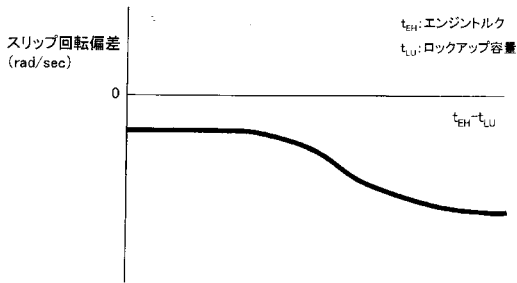
【 図 1 1 】



【 図 1 3 】



【 図 1 2 】



【 図 1 4 】

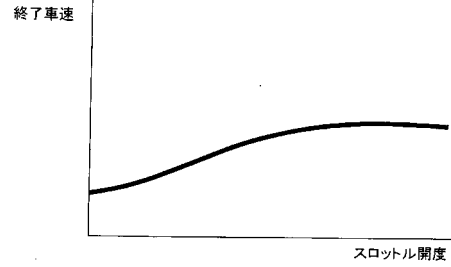
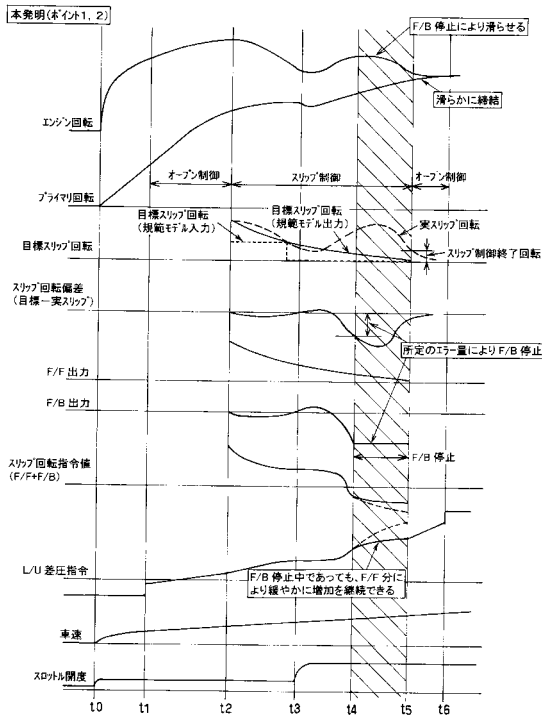
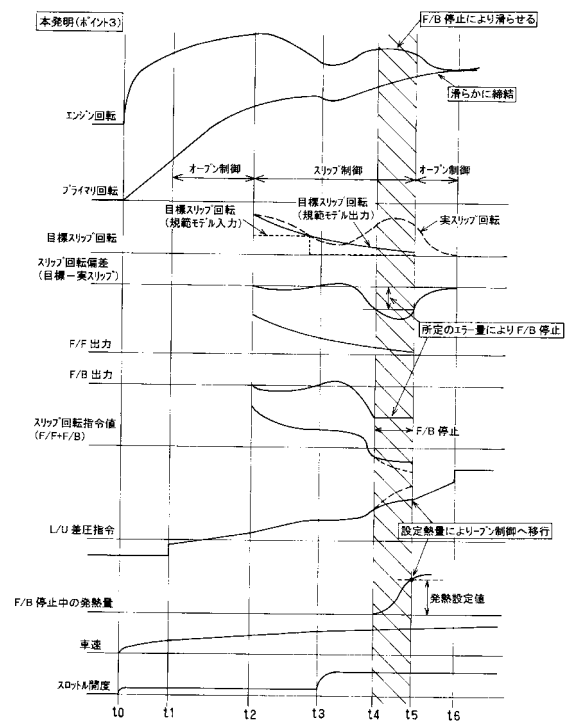


図17

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 17 】

