

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-528519
(P2004-528519A)

(43) 公表日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 H 61/04	F 1 6 H 61/04	3 J 5 5 2
// F 1 6 H 59:42	F 1 6 H 59:42	
F 1 6 H 59:44	F 1 6 H 59:44	
F 1 6 H 59:54	F 1 6 H 59:54	
F 1 6 H 59:70	F 1 6 H 59:70	

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-502405 (P2003-502405)	(71) 出願人	503356923 イートン コーポレーション EATON CORPORATION アメリカ合衆国、オハイオ 44114、 クリーブランド、スーペリアー アベニュー 1111、イートン センター
(86) (22) 出願日	平成14年5月31日 (2002.5.31)	(74) 代理人	100068618 弁理士 粂 経夫
(85) 翻訳文提出日	平成15年11月28日 (2003.11.28)	(74) 代理人	100104145 弁理士 宮崎 嘉夫
(86) 国際出願番号	PCT/IB2002/001934	(74) 代理人	100109690 弁理士 小野塚 薫
(87) 国際公開番号	W02002/099318		
(87) 国際公開日	平成14年12月12日 (2002.12.12)		
(31) 優先権主張番号	09/873,015		
(32) 優先日	平成13年6月1日 (2001.6.1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

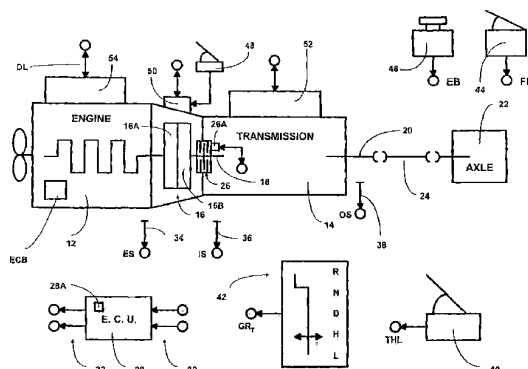
(54) 【発明の名称】 自動変速装置のアップシフトブレーキ制御

(57) 【要約】

【課題】 アップシフトブレーキ動作の許容可能レベルを自動的に評価および指令し、摩擦型アップシフトブレーキを熱から保護する機械式自動変速装置のアップシフト制御を提供すること。

【解決手段】 ECU(28)によって作動されかつ2段階以上の減速レベルを変速機入力軸(16)に対して適用可能な摩擦アップシフトブレーキ(26)を有する機械式自動変速装置(10)において、アップシフトブレーキ(26)の過熱が生じることなく変速機入力軸(16)に適用可能な最大減速度を計算し、この最大減速度を、所定の条件を満足してアップシフトを完了させるために必要な減速度と比較して、実行可能なアップシフトを評価および指令するアップシフト動作の制御方法およびシステム。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料制御式エンジン(12)と、該エンジンによって駆動される入力軸(18)を有する多段機械式変速機(14)と、前記入力軸の回転速度を選択的に減速する摩擦アップシフトブレーキ(26)と、エンジン速度(ES)、入力軸速度(IS)、連結ギア比(GR)、および車両速度(OS)を示す1つ以上の信号を含む入力信号(30)を受信し、前記入力信号を論理規則に従って処理し、前記変速機のシフト動作を作動させる変速機アクチュエータ(52)および前記ブレーキを作動させるブレーキアクチュエータ(26A)を含む変速装置アクチュエータに指令出力信号(32)を送信するコントローラ(28)とを備え、

前記ブレーキは、前記入力軸に選択された減速度を与えて種々の入力軸減速度を実現するように作動し、

前記論理規則は、(a)感知された車両の作動状態の下でアップシフト実行可能性の判断基準が満足された場合にのみ、目標ギア比へのアップシフトが実行可能であると判断されるような前記判断基準を設定する段階と、(b)判断対象のアップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階とを含んでいる、車両用機械式自動変速装置(10)における自動アップシフト動作の制御方法であって、

前記アップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階は、

(i)前記ブレーキの最大許容温度($TEMP_{MAX}$)を設定するステップと、

(ii)ブレーキを作動させない状態での予想入力軸減速度($DECAY\ DECEL$)を決定するステップと、

(iii)前記予想入力軸減速度に加えられ、アップシフトの完了時にブレーキの温度が前記最大許容温度を超えることなく適用可能な、入力軸の最大追加減速度($MAX\ DECEL$)を決定するステップと、

(iv)前記予想入力軸減速度に加えられ、現在の車両の作動状態の下で前記判断基準を満足しながらアップシフトを完了させるために必要な、入力軸の必須追加減速度($REQ\ DECEL$)を決定するステップと、

(v)前記予想入力軸減速度に加えられ、現在の車両の作動状態の下で前記判断基準を満足しながら基準時間内にアップシフトを完了させるための、入力軸の所要追加減速度($DESIRE\ DECEL$)を決定するステップと、

(vi)前記最大追加減速度が前記必須追加減速度よりも小さい場合($MAX\ DECEL < REQ\ DECEL$)、前記アップシフトを抑止するステップと、

(vii)前記所要追加減速度が負の場合($DESIRE\ DECEL < 0$)、前記ブレーキを使用せずに前記アップシフトを開始するステップと、

(viii)前記所要追加減速度が前記必須追加減速度よりも大きい場合($DESIRE\ DECEL > REQ\ DECEL$)、前記所要追加減速度を与えるように前記ブレーキを使用して、前記アップシフトを開始するステップと、

(ix)前記所要追加減速度が前記必須追加減速度よりも小さい場合($DESIRE\ DECEL < REQ\ DECEL$)、前記必須追加減速度を与えるように前記ブレーキを使用して、前記アップシフトを開始するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記基準時間は、約0.8~1.5秒であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記基準時間は、約1.2秒であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記入力軸の最大追加減速度を決定するステップ(ステップb(iii))において、前記最大追加減速度は、(a)ブレーキのシミュレートされた現在の温度($TEMP_i$)、(b)最後のブレーキ動作からの時間(t)、(c)エンジンの慣性(I)、(d)変速機油溜めの温度($TEMP_s$)、(e)判断対象のアップシフトのギア比の段数(R)、および(f)判断対象のアップシフトの予想完了時間(s)、のうち2つ以上のパラメータ

10

20

30

40

50

を含むシステム作動パラメータの関数として決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記判断基準は、(a) アップシフトは所定の最大許容時間以下の時間内に完了できる ($T < T_{MAX}$) こと、(b) 所定のエンジン速度を超えるエンジン速度で実質的な同期ができること、および(c) 車両は目標ギア比への連結時に少なくとも所定の加速度 (dOS/dt) で走行できること、の少なくとも 2 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

燃料制御式エンジン(12)と、該エンジンによって駆動される入力軸(18)を有する多段機械式変速機(14)と、前記入力軸の回転速度を選択的に減速する摩擦アップシフトブレーキ(26)と、エンジン速度(ES)、入力軸速度(IS)、連結ギア比(GR)、および車両速度(OS)を示す 1 つ以上の信号を含む入力信号(30)を受信し、前記入力信号を論理規則に従って処理し、前記変速機のシフト動作を作動させる変速機アクチュエータ(52)および前記ブレーキを作動させるブレーキアクチュエータ(26A)を含む変速装置アクチュエータに指令出力信号(32)を送信するコントローラ(28)とを備え、

10

前記ブレーキは、前記入力軸に選択された減速度を与えて種々の入力軸減速度を実現するように作動し、

前記論理規則は、(a) 感知された車両の作動状態の下で、アップシフト実行可能性の判断基準が満足された場合にのみ目標ギア比へのアップシフトが実行可能であると判断されるような前記判断基準を設定する段階と、(b) 判断対象のアップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階とを含んでいる、車両用機械式自動変速装置(10)における自動アップシフト動作の制御方法であって、

20

前記アップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階は、

(i) 前記ブレーキの最大許容温度 ($TEMP_{MAX}$) を設定するステップと、
(ii) ブレーキを作動させない状態での予想入力軸減速度 ($DECAY\ DECEL$) を決定するステップと、

(iii) 前記予想入力軸減速度に加えられ、アップシフトの完了時にブレーキの温度が前記最大許容温度を超えることなく適用可能な、入力軸の最大追加減速度 ($MAX\ DECEL$) を決定するステップと、

30

(iv) 前記予想入力軸減速度に加えられ、現在の車両の作動状態の下で前記判断基準を満足しながらアップシフトを完了させるために必要な、入力軸の必須追加減速度 ($REQ\ DECEL$) を決定するステップと、

(v) 前記予想入力軸減速度に加えられ、現在の車両の作動状態の下で前記判断基準を満足しながら基準時間内にアップシフトを完了させるための、入力軸の所要追加減速度 ($DESIRED\ DECEL$) を決定するステップと、

(vi) 前記最大追加減速度が前記必須追加減速度よりも小さい場合 ($MAX\ DECEL < REQ\ DECEL$)、前記アップシフトを抑止するステップと、

(vii) 前記所要追加減速度が負の場合 ($DESIRED\ DECEL < 0$)、前記ブレーキを使用せずに前記アップシフトを開始するステップと、

40

(viii) 前記所要追加減速度が前記必須追加減速度よりも大きい場合 ($DESIRED\ DECEL > REQ\ DECEL$)、前記所要追加減速度を与えるように前記ブレーキを使用して、前記アップシフトを開始するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 7】

燃料制御式エンジン(12)と、該エンジンによって駆動される入力軸(18)を有する多段機械式変速機(14)と、前記入力軸の回転速度を選択的に減速する摩擦アップシフトブレーキ(26)と、エンジン速度(ES)、入力軸速度(IS)、連結ギア比(GR)、および車両速度(OS)を示す 1 つ以上の信号を含む入力信号(30)を受信し、前記入力信号を論理規則に従って処理し、前記変速機のシフト動作を作動させる変速機アクチュエータ(52)および前記ブレーキを作

50

動させるブレーキアクチュエータ(26A)を含む変速装置アクチュエータに指令出力信号(32)を送信するコントローラ(28)とを備え、

前記ブレーキは、前記入力軸に選択された減速度を与えて種々の入力軸減速度を実現するように作動し、

前記論理規則は、(a)感知された車両の作動状態の下で、アップシフト実行可能性の判断基準が満足された場合にのみ目標ギア比へのアップシフトが実行可能であると判断されるような前記判断基準を設定する段階と、(b)判断対象のアップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階とを含んでいる、車両用機械式自動変速装置(10)における自動アップシフト動作の制御方法であって、

前記アップシフトが実行可能であるか否かを判断する段階は、

10

(i)前記ブレーキの最大許容温度($T_{EM P_{MAX}}$)を設定するステップと、

(ii)ブレーキを作動させない状態での予想入力軸減速度($DECAY \quad DECEL$)を決定するステップと、

(iii)前記予想入力軸減速度に加えられ、アップシフトの完了時にブレーキの温度が前記最大許容温度を超えることなく適用可能な、入力軸の最大追加減速度($MAX \quad DECEL$)を決定するステップと、

(iv)前記予想入力軸減速度に加えられ、現在の車両の作動状態の下で前記判断基準を満足しながらアップシフトを完了させるために必要な、入力軸の必須追加減速度($REQ \quad DECEL$)を決定するステップと、

(v)前記最大追加減速度が前記必須追加減速度よりも小さい場合($MAX \quad DECEL < REQ \quad DECEL$)、前記アップシフトを抑止するステップと、

20

(vi)入力軸減速度の所要追加減速度が負の場合($DES I R E D \quad DECEL < 0$)、

前記ブレーキを使用せずに前記アップシフトを開始するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも部分的に自動化された機械式変速装置のアップシフトを制御する方法およびシステムに関する。特に、本発明は、現在の連結ギア比(GR)からのアップシフト要求を示す状況を検知すると、無支援式アップシフト、次いでアップシフトブレーキ支援式アップシフトの妥当性を順次評価して、望ましいと判断されるアップシフト動作を指令する車両用機械式自動変速装置のアップシフト制御に関する。

30

【0002】

より詳細には、本発明は、アップシフトブレーキの熱特性、ブレーキの推定された現在の温度、直前のアップシフトブレーキ支援式アップシフトからの時間、および直前のアップシフトブレーキ支援式アップシフトもしくは種々の減速レベルでのブレーキ動作を使用した判断対象のアップシフトまたはその両方によって発生する推定熱エネルギー、の1つまたは複数の関数として判断対象のアップシフトブレーキ支援式アップシフトにおけるアップシフトブレーキを制御する方法およびシステムに関する。

【背景技術】

40

【0003】

車両用の自動あるいは半自動機械式変速装置は、特許文献1~8に開示されているように従来公知であり、これらの開示内容は参考として本説明に含まれる。また、エンジンプレーキ(圧縮ブレーキ、排気ブレーキ、またはジェーク(Jake)ブレーキとも称する)の使用およびエンジンプレーキを使用して変速機を制御することは、特許文献9および10に開示されているように従来公知であり、これらの開示内容は参考として本説明に含まれる。

【0004】

アップシフトを迅速に実行するため、慣性ブレーキ(アップシフトブレーキまたは入力軸ブレーキとも称する)およびそのアクチュエータのように、摩擦装置を使用して変速機の

50

入力軸の回転速度を減速することは、特許文献 1 1 および 1 2 に開示されているように公知であり、これらの開示内容は参考として本説明に含まれる。

【 0 0 0 5 】

機械式自動変速装置の制御、特に、単段シフトまたはスキップシフトの実行可能性を評価し、マスタークラッチの連結状態でシフトを完了させることは、特許文献 1 0 および 1 3 ~ 2 4 に開示されているように従来公知であり、これらの開示内容は参考として本説明に含まれる。

【 0 0 0 6 】

摩擦アップシフトブレーキの制御を含む機械式自動変速装置の制御は、特許文献 2 5 に開示されているように従来公知であり、この開示内容は参考として本説明に含まれる。

10

【 0 0 0 7 】

特許文献 2 4 に記載されているシステムでは、車両用の機械式自動変速装置の制御は、現在の連結ギア比からのアップシフトを示す状況を検知し、多段スキップアップシフト、単段スキップアップシフト、無支援式単段アップシフト、アップシフトブレーキ支援式単段アップシフトの妥当性を順次評価し、車両の現在の作動状況において実行可能と判断される最初の目標ギア比へのアップシフトを指令するものである。

【 0 0 0 8 】

アップシフトの実行可能性の評価規則は、次の 2 つのテストからなる。すなわち、(a) アップシフトは、最低エンジン速度を超えるエンジン速度で完了可能かどうか、および (b) アップシフトの完了時、目標ギア比で連結されたエンジンは、少なくとも最低車両加速度が可能な程度に十分なトルクを駆動輪に供給するかどうかである。スキップアップシフトもしくは単段アップシフトまたはその両方が実行可能であるためには、アップシフトが最大許容時間よりも短い時間内に完了する ($T < T_{MAX}$) と予想されることが必要な場合もある。

20

【 特許文献 1 】

米国特許第 4 , 3 6 1 , 0 6 0 号明細書

【 特許文献 2 】

米国特許第 4 , 6 4 8 , 2 9 0 号明細書

【 特許文献 3 】

米国特許第 4 , 7 2 2 , 2 4 8 号明細書

30

【 特許文献 4 】

米国特許第 4 , 8 5 0 , 2 3 6 号明細書

【 特許文献 5 】

米国特許第 5 , 3 8 9 , 0 5 3 号明細書

【 特許文献 6 】

米国特許第 5 , 4 8 7 , 0 0 4 号明細書

【 特許文献 7 】

米国特許第 5 , 4 3 5 , 2 1 2 号明細書

【 特許文献 8 】

米国特許第 5 , 7 5 5 , 6 3 9 号明細書

40

【 特許文献 9 】

米国特許第 5 , 4 0 9 , 4 3 2 号明細書

【 特許文献 1 0 】

米国特許第 5 , 4 2 5 , 6 8 9 号明細書

【 特許文献 1 1 】

米国特許第 5 , 0 8 6 , 6 5 9 号明細書

【 特許文献 1 2 】

米国特許第 5 , 7 1 3 , 4 4 5 号明細書

【 特許文献 1 3 】

米国特許第 4 , 5 7 6 , 0 6 5 号明細書

50

【特許文献 1 4】	
米国特許第 4, 9 1 6, 9 7 9 号明細書	
【特許文献 1 5】	
米国特許第 5, 3 3 5, 5 6 6 号明細書	
【特許文献 1 6】	
米国特許第 5, 2 7 2, 9 3 9 号明細書	
【特許文献 1 7】	
米国特許第 5, 4 7 9, 3 4 5 号明細書	
【特許文献 1 8】	
米国特許第 5, 5 3 3, 9 4 6 号明細書	10
【特許文献 1 9】	
米国特許第 5, 5 8 2, 0 6 9 号明細書	
【特許文献 2 0】	
米国特許第 5, 6 2 0, 3 9 2 号明細書	
【特許文献 2 1】	
米国特許第 5, 4 8 9, 2 4 7 号明細書	
【特許文献 2 2】	
米国特許第 5, 4 9 0, 0 6 3 号明細書	
【特許文献 2 3】	
米国特許第 5, 5 0 9, 8 6 7 号明細書	20
【特許文献 2 4】	
米国特許第 6, 1 4 9, 5 4 5 号明細書	
【特許文献 2 5】	
米国特許第 6, 1 2 3, 6 4 3 号明細書	
【特許文献 2 6】	
米国特許第 5, 3 9 0, 5 6 1 号明細書	
【特許文献 2 7】	
米国特許第 5, 7 3 7, 9 7 8 号明細書	
【特許文献 2 8】	
米国特許第 5, 6 5 5, 4 0 7 号明細書	30
【特許文献 2 9】	
米国特許第 4, 5 9 5, 9 8 6 号明細書	
【特許文献 3 0】	
米国特許第 4, 8 5 0, 2 3 6 号明細書	
【特許文献 3 1】	
米国特許第 5, 3 0 5, 2 4 0 号明細書	
【特許文献 3 2】	
米国特許第 5, 2 1 9, 3 9 1 号明細書	
【特許文献 3 3】	
米国特許第 4, 9 4 7, 3 3 1 号明細書	40
【特許文献 3 4】	
米国特許第 4, 5 7 6, 2 6 3 号明細書	
【発明の開示】	
【発明が解決しようとする課題】	
【0 0 0 9】	

本発明に係る制御は、マスタークラッチの連結状態でのシフト動作時に、2段階以上の減速レベルでの作動が可能なアップシフトブレーキを、変速機入力軸およびエンジnkランクシャフト、およびそれらと共に回転するマスタークラッチに対して種々の追加減速度を与えるように制御することに関する。この減速は、“エンジン速度減衰”と呼ばれる摩擦等によるエンジンの自然な減速に追加されるものである。アップシフトブレーキの作動に

よって、入力軸、クラッチ、およびエンジン組立体に対する減速力が追加され、入力軸の減速度は増大する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

摩擦型アップシフトブレーキの損傷や過度の損耗を防止するため、ブレーキの過熱を生じさせずに ($TEMP_p < TEMP_{MAX}$) アップシフトブレーキによって適用可能であると予測される最大減速度を推定すなわちシミュレートし、次いで、この最大減速度を、判断対象のアップシフトを完了させるために必要な減速度と比較する。

【0011】

最低エンジン速度を超えるエンジン速度でシフトを完了させるため、もしくは最大許容時間内にシフトを完了させるため、またはその両方のために必要な追加減速度が、アップシフトブレーキが損傷（通常、熱損傷）を受けずに供給できる最大追加減速度を超える場合、その目標ギア比へのアップシフトは指令されない。

【0012】

アップシフトが実行可能な場合、アップシフトブレーキを使用して、最低エンジン速度を超えるエンジン速度で、かつ可能な場合は所望の時間内（たとえば、大型トラックの場合は1.2秒以内）に、シフト動作を実行できるようにするための減速を実施する。

【0013】

これによって、判断対象のアップシフトブレーキ支援式アップシフトのためにアップシフトブレーキ動作の許容可能レベルを自動的に評価および指令し、摩擦型アップシフトブレーキを熱から保護する機械式自動変速装置の改善されたアップシフト制御が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の上記および他の目的と利点は、添付図面と共に以下の好適な実施形態の説明を読むことによって明らかになるであろう。

【0015】

少なくとも部分的に自動化された車両用機械式変速装置の概略を図1に示す。自動変速装置（システム）10は、燃料制御式エンジン12（周知のディーゼルエンジン等）、多段機械式変速機14、およびエンジンと変速機の入力軸18との間に配置されて動力を伝達する非噛み合い式継手16（摩擦マスタークラッチ等）を有している。変速機14は、主変速部とスプリッタ型もしくはレンジ型またはその両方の補助部とを直列に連結させた複式変速機でもよい。この種の複式変速機は、特に大型車両に使用されており、一般的に9、10、12、13、16、または18段の前進段速度を有している。このような変速機は、特許文献27および28に開示されており、その開示内容は参考として本説明に含まれる。

【0016】

変速機の出力軸20は変速機14から外方に延びており、通常、推進軸24を介して車両の駆動軸22に動力を伝達するように連結されている。図示されたマスター摩擦クラッチ16は、エンジンのクランクシャフト/フライホイールに連結された駆動部16Aと、変速機の入力軸18に連結され、駆動部16Aと摩擦係合する被駆動部16Bを有している。周知のように、アップシフトをより迅速に実行するために、入力軸18の回転速度を選択的に減速させるアップシフトブレーキ26（入力軸ブレーキまたは慣性ブレーキとも称する）を使用することもできる。アップシフトブレーキ26は、2段以上の選択可能な減速段階を有するものであっても、あるいは無段階減速を実施するように作動するものであってもよい。摩擦型の入力軸ブレーキあるいはアップシフトブレーキは、特許文献12および28に開示されているように従来公知である。

【0017】

システム10は、マイクロプロセッサベースの電子制御ユニット（ECU）28を備えており、このECUは、入力信号30を受信してこれを予め定められた論理規則に従って処理し、たとえばアップシフトブレーキアクチュエータ26Aのような種々のシステムアク

チュエータに指令出力信号 32 を送信するものである。この種のマイクロプロセッサベースのコントローラは、特許文献 29 に例示されるように従来公知である。

【0018】

システム 10 は、エンジンの回転速度を感知してその速度を示す出力信号 (ES) を供給する回転速度センサ 34 と、入力軸 16 の回転速度を感知してその速度を示す出力信号 (IS) を供給する回転速度センサ 36 と、出力軸 20 の回転速度を感知してその速度を示す出力信号 (OS) を供給する回転速度センサ 38 を備えている。さらに、システム 10 は、スロットルペダルの変位を感知してその変位を示す出力信号 (THL) を供給するセンサ 40 を備えることもでき、運転者が変速装置の作動モードを選択できるようにしてその作動モードを示す出力信号 (GR_T) を供給するシフト制御コンソール 42 を備えることもできる。

10

【0019】

周知のように、クラッチ 16 が滑りなく連結されている場合、エンジンの回転速度は、入力軸の速度、または出力軸の速度と連結ギア比から決定することができる ($ES = IS = OS * GR$)。また、クラッチが連結されている状態において、入力軸 18、クラッチ 16、およびエンジンのクランクシャフト/フライホイールは、一体として回転する。

【0020】

システム 10 は、車両のフットブレーキ (サービスブレーキとも称する) およびエンジンブレーキの手動操作を感知して、それぞれの信号 FB および EB を供給するセンサ 44 および 46 も備えている。

20

【0021】

マスタークラッチ 16 は、クラッチペダル 48 によって制御することも、または ECU 28 からの出力信号に応答するクラッチアクチュエータ 50 によって制御することもできる。また、制御出力信号に応答するアクチュエータを設ける一方、手動クラッチペダルの操作がそのアクチュエータの動作に優先するものであってもよい。好適な実施形態では、クラッチは手動で制御され、車両を発進させるためにだけ使用される (特許文献 10、16、および 30 を参照)。変速機 14 は、変速機アクチュエータ 52 を備えており、この変速機アクチュエータは、ECU 28 からの出力信号への応答、もしくはアクチュエータの選択された位置を示す入力信号の ECU 28 への送信、またはその両方を実行する。いわゆる X-Y シフト形式と呼ばれるこの形式のシフト機構は、特許文献 31 および 32 に開示されているように従来公知である。アクチュエータ 52 は、変速機 14 の主部もしくは補助部またはその両方をシフトさせることができる。クラッチ 16 の連結および連結解除の状態は、位置センサ (図示しない) により感知することも、または、エンジン速度 (ES) と入力軸速度 (IS) を比較して決定することもできる。

30

【0022】

エンジンへの燃料供給は、好ましくは電子エンジンコントローラ 54 によって制御され、このエンジンコントローラは、ECU 28 からの指令信号の受信、もしくは ECU 28 への入力信号の供給、またはその両方を実行する。好ましくは、エンジンコントローラ 54 は、SAE J1922、SAE J1939、および ISO 11898 などの周知の工業用プロトコルに準拠した業界標準のデータリンク (DL) で通信する。ECU 28 は、エンジンコントローラ 54 内に組み込むこともできる。

40

【0023】

シフト動作を自動化するには、アップシフトおよびダウンシフトが要求される時点、および単段シフトあるいはスキップシフトが望ましいか否かを ECU 28 により決定しなければならない (特許文献 1、13、14、24、および 33 を参照)。

【0024】

図 2 は、ECU 28 が、シフトアクチュエータ 52 を含むシステムアクチュエータへシフト指令を送信すべき時点を決断するために利用されるシフトポイント変速線のグラフである。連続線 60 はデフォルトのアップシフト変速線であり、また、連続線 62 はデフォルトのダウンシフト変速線である。シフト変速線 60 は、現在の連結ギア比 (GR) からの

50

アップシフトを示すエンジン速度 ($ES_{U/S}$) を、スロットル位置の変位量 (すなわち、要求) に対応させて示したグラフである。従来公知のように、車両がアップシフト変速線 60 の右側で作動している場合、変速機 14 のアップシフトを指令する必要がある、一方車両がダウンシフト変速線 62 の左側で作動している場合、ダウンシフトを指令する必要がある。車両が変速線 60 と 62 の間で作動している場合は、変速機のシフト動作の必要はない。

【0025】

本発明の好適な実施の形態における制御によれば、現在の連結ギア比 (GR) からのアップシフトが要求された場合 (すなわち、現在のスロットル変位量において、エンジン速度 (ES) がシフトポイント変速線 60 上のアップシフトエンジン速度 ($ES_{U/S}$) よりも大きい場合)、望ましいアップシフト目標ギア比 (GR_{TARGET}) が存在すれば、そのギア比を特定するためのシーケンスが開始される。好適な実施形態では、無支援式もしくは支援式またはその両方のスキップアップシフト、次いで無支援式単段アップシフト、次いでアップシフトブレーキ支援式単段アップシフトの妥当性を順次評価して、望ましいと判断される最初の目標ギア比へのアップシフトが指令される。

10

【0026】

好適な実施形態では、アップシフトを完了するための最大時間は、シフトの質 (shift quality)、車両性能などを考慮して設定される。たとえば、大型トラックでは、この最大時間は約 1.0 ~ 2.0 秒である。

【0027】

2つの実行可能性テストは、次のように設定されている。

20

(1) テストの1つは、エンジンおよび車両の現在の減速率あるいは予想される減速率の下で、エンジン速度が所定の最低エンジン速度 (ES_{MIN}) よりも大きな同期値になるかどうかである。最低エンジン速度 (ES_{MIN}) は、たとえば、一般的な大型ディーゼルエンジンに対してほぼピークトルク回転数である約 1100 ~ 1300 rpm に選定される。エンジン減速率は、エンジンプレーキを使用して評価される場合もあり、エンジンプレーキを使用せずに評価される場合もある。この制御ロジックは、参考として本説明に含まれる特許文献 10 および 15 に開示されている。エンジンプレーキとは別にあるいはエンジンプレーキに加えて、摩擦アップシフトブレーキ 26 を使用することもできる。シフト動作を向上させるためにエンジンプレーキ (排気ブレーキおよびジェーク (Jake) ブレーキとも称する) を使用することは、特許文献 9 に開示されているように公知である。

30

(2) もう1つのテストは、目標のアップシフトが完了した時、少なくとも最低車両加速度のために十分な駆動輪トルクが供給されるかどうかである (開示内容が参考として本説明に含まれる特許文献 16 および 17 を参照)。

【0028】

アップシフトが実行可能であるためには、そのアップシフトの予想される完了時間 (T) が、最大許容時間よりも短いこと ($T < T_{MAX}$) が必要な場合もある。これらの1つ以上の実行可能性テストが満足されない場合には、目標ギア比 ($GR + 1, 2, 3, \dots$) へのアップシフトは実行可能ではなく、指令されない。

【0029】

摩擦型のアップシフトブレーキを熱から保護しながら、アップシフトブレーキによる効果を最大限に発揮するため、摩擦アップシフトブレーキ 26 の使用によって適用可能な入力軸の最大追加減速度が、シミュレーション手法を使用して計算される。ここで、目標のアップシフトの完了時におけるブレーキの予想温度 ($TEMP_p$) が、入力軸の最大追加減速度を決定する最大許容温度と比較される。たとえば、同時係属中の米国特許出願第 09 / 573 873 号に記載されているように、この予想温度は、次のような関係式から計算すなわちシミュレートされる。

40

$$TEMP_{MAX} = TEMP_p = TEMP_i + TEMP_b - TEMP_c$$

ここで、

$TEMP_p$ = アップシフトブレーキ支援式アップシフトの完了時におけるブレーキの予想

50

温度

$TEMP_i$ = ブレーキの初期（現在の）温度

$TEMP_b$ = ブレーキ支援式アップシフトによる温度上昇

$TEMP_c$ = ブレーキ支援式アップシフトの間の温度降下

である。

【0030】

ブレーキのシミュレートされた初期すなわち現在の温度 ($TEMP_i$) は、(i) 最小値 (約 $200^\circ F$ ($93.3^\circ C$))、および (ii) 最後の予測値を、最後のブレーキ動作以後、選択した冷却率 (たとえば毎秒 $-7^\circ F$ ($-3.9^\circ C$)) で減少させた値、のうち高温の方である。

【0031】

ブレーキ動作による予想温度上昇 ($TEMP_b$) は、(i) 目標のエンジン減速率、(ii) エンジンの自然減衰率、(iii) エンジンの慣性 (I) (しばしば、データリンクから取得可能) (iv) 現在のエンジン速度 (RPM)、(v) 目標のアップシフトの段数、(vi) エンジン減速率、および (vii) 定数、の1つまたは複数の関数である。

【0032】

支援式シフトの間の冷却 ($TEMP_c$) は、(i) 変速装置油溜め (sump) の温度 ($TEMP_s$)、(ii) 予想されるシフト時間、および (iii) 第2の定数の関数である。

【0033】

以上のように、目標のシフトの完了時におけるブレーキの予想温度 ($TEMP_p$) を様々なシステムパラメータを使用してシミュレートし、最大基準値 ($TEMP_{MAX}$) (たとえば、約 $350^\circ F$ ($176.7^\circ C$)) と比較して、特定のアップシフトに対してアップシフトブレーキの支援が可能か否か、もしくは損傷や過度の損耗の危険性なしにブレーキによって実現できる追加減速度の最大レベル、またはその両方を決定することができる。

【0034】

予想温度 ($TEMP_p$) をシミュレートするために使用されるパラメータには、(i) ブレーキのシミュレートされた初期温度、(ii) 最後のブレーキ動作からの時間、(iii) 非動作時におけるブレーキの推定冷却率、(iv) 最後の支援式アップシフト完了時の温度、(v) 所望のエンジン減速率、(vi) エンジン減衰率、(vii) 現在のエンジン速度、(ix) 同期エンジン速度、(x) エンジンの慣性、(xi) ギア比の段数、(xii) 計算されたシフト時間、(xiii) ブレーキ動作中の冷却率、および (xiv) 仮定される様々な定数、の1つまたは複数が含まれる。もちろん、上記パラメータよりも少数あるいは多数のパラメータを使用して、ブレーキの予想温度 ($TEMP_p$) を推定すなわちシミュレートすることもできる。従来の温度シミュレーション手法は特許文献34に開示されており、この開示内容は参考として本説明に含まれる。

【0035】

ここで、アップシフトブレーキによる「追加減速度」は、エンジンの自然減衰率に対して加えられる減速度である。入力軸ブレーキ26は、エンジンの回転速度についていくつかの減速段階を有するものであっても、または無段階減速を実施するものであってもよい。また、これまでの説明で使用されたように、減速度は正の量とする。すなわち、減速力が増大すると、減速度は増大する。たとえば、 $-5 RPM/sec^2$ は、 $-10 RPM/sec^2$ よりも小さな減速度である。

【0036】

アップシフトブレーキによって実現可能なエンジンの最大追加減速度 ($MAX Decel$) の計算に加えて、制御ロジックは、以下の事項を計算または決定する。

(a) 所望の時間内にシフト動作を完了させるために必要な、エンジンの所要追加減速度 ($Desired Decel$)。所望の時間は、たとえば $1.0 \sim 1.2$ 秒としてもよい。

(b) 選択されたエンジン速度を超えるエンジン速度で目標のアップシフトを完了させるために必要な、エンジンの必須追加減速度 ($Required Decel$)。

10

20

30

40

50

【0037】

次いで、制御ロジックは、変速機のシフトアクチュエータ52、エンジンコントローラ54、および入力軸ブレーキアクチュエータ26Aの1つまたは複数に、次のロジックに従って指令出力信号を送信する。

【0038】

アップシフトが要求された場合、すなわち、特定のスロットル位置に対してエンジン速度(ES)がアップシフト変速線60の右側にある場合、判断対象の目標ギア比(GR_T)へのシフトが次のように評価される。

(a) 所要追加減速度が負の場合($Desired\ Decel < 0$)、慣性ブレーキすなわちアップシフトブレーキ26を使用せずに GR_T へのシフトを開始する。

10

(b) 最大追加減速度が必須追加減速度よりも小さい場合($MAX\ Decel < Required\ Decel$)、 GR_T へのシフトは開始しない。

(c) 所要追加減速度が正であって($Desired\ Decel > 0$)、かつ必須追加減速度が最大追加減速度よりも小さく($Required\ Decel < MAX\ Decel$)、かつ所要追加減速度が必須追加減速度よりも大きい($Desired\ Decel > Required\ Decel$)場合、所要追加減速度に応じた減速レベルでアップシフトブレーキ26を使用し、 GR_T へのシフトを開始する。

(d) 所要追加減速度が正であって($Desired\ Decel > 0$)、かつ必須追加減速度が最大追加減速度よりも小さく($Required\ Decel < MAX\ Decel$)、かつ所要追加減速度が必須追加減速度よりも小さい($Desired\ Decel < Required\ Decel$)場合、必須追加減速度に応じた減速レベルでアップシフトブレーキ26を使用し、 GR_T へのシフトを開始する。

20

【0039】

上記のロジックは、エンジンプレーキを使用したアップシフトを評価するために使用されるロジックとは異なるものであるが、それは、エンジンプレーキ(通常、エンジン圧縮ブレーキ)を使用したアップシフトは、そのシフト動作の遅さ、粗さ、または耳障りな騒音発生の可能性のため、最初の選択肢とはならないからである。損耗を除けば、摩擦アップシフトブレーキ26の使用にこのような短所は伴わない。

【0040】

図3Aおよび図3Bに、本発明をフローチャート形式で示す。

30

【0041】

以上、本発明をある程度具体的に説明してきたが、好適な実施形態の記載は単なる例示であり、添付請求項に記載された本発明の思想および範囲から逸脱することなく、その形態および詳細に対して種々の変更が可能であることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】図1は、本発明に係る制御を使用する機械式自動変速装置をブロック図形式で示す概略図である。

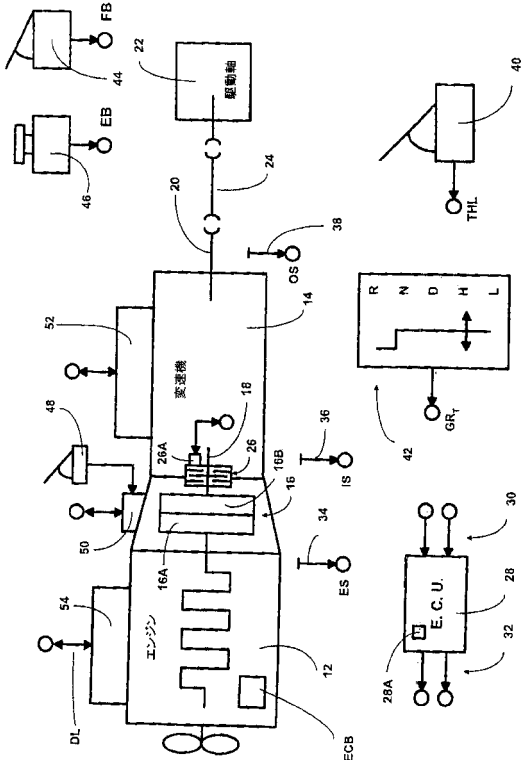
【図2】図2は、図1の変速装置のシフトポイント変速線をグラフ形式で示した概略図である。

40

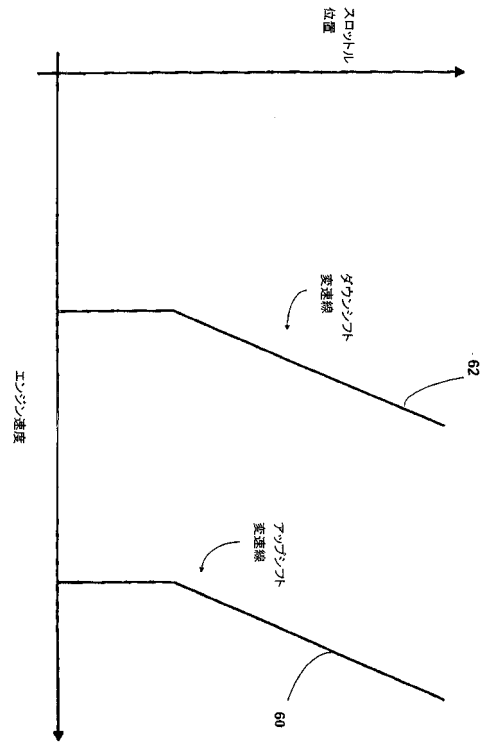
【図3A】図3Aは、本発明に係る制御をフローチャート形式で示す図である。

【図3B】図3Bは、本発明に係る制御をフローチャート形式で示す図である。

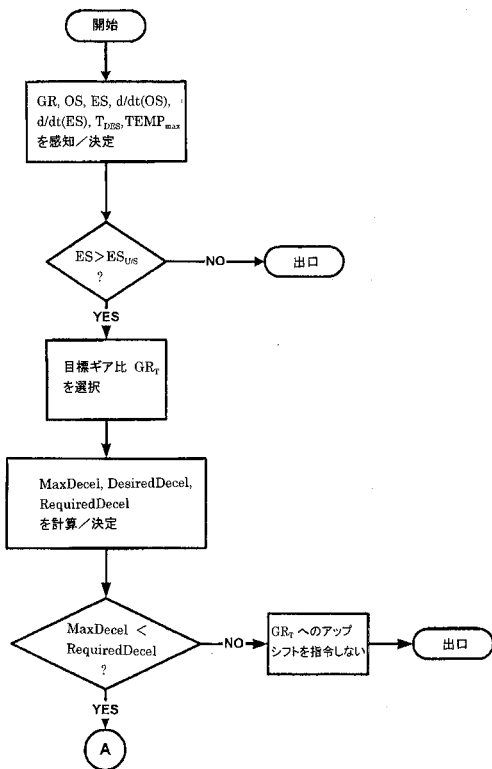
【図1】



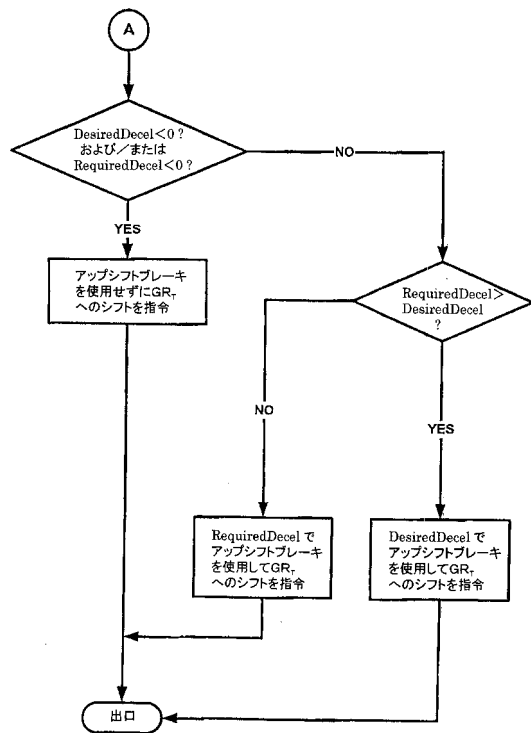
【図2】



【図3A】



【図3B】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



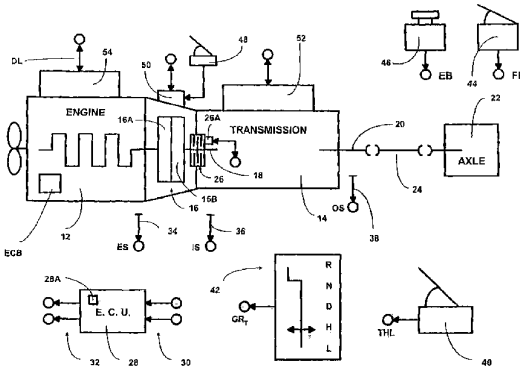
(43) International Publication Date
12 December 2002 (12.12.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/099318 A1

- (51) International Patent Classification: F16H 61/02, 3/12
 - (21) International Application Number: PCT/IB02/01934
 - (22) International Filing Date: 31 May 2002 (31.05.2002)
 - (25) Filing Language: English
 - (26) Publication Language: English
 - (30) Priority Data: 09/873,015 1 June 2001 (01.06.2001) US
 - (71) Applicant: EATON CORPORATION [US/US]; Eaton Center, 1111 Superior Avenue, Cleveland, OH 44114 (US).
 - (72) Inventors: DAVIS, Alan; 649 Marsh Road, Plainwell, MI 49080-9541 (US); ROZSI, Don; 315 N. Madison Street, Marshall, MI 49068 (US); STEEBY, Jon; 9 Rectory Lane, Lymm, Cheshire WA13 0AJ (GB).
 - (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, GU, HD, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, SM, ST, SV, TD, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
 - (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BI, CH, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:**
with international search report
before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

(54) Title: AUTOMATED TRANSMISSION UPSHIFT BRAKE CONTROL



WO 02/099318 A1

(57) Abstract: A method/system for controlling upshifting in an automatic mechanical transmission system (10) utilized on a vehicle having an ECU (28) operated friction upshift brake (26) capable of applying two or more levels of retardation to a transmission input shaft (16).

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

AUTOMATED TRANSMISSION UPSHIFT BRAKE CONTROL

BACKGROUND OF THE INVENTION

RELATED APPLICATIONS

[0001] This application is related to copending U.S. Serial No. 09/573,873 filed 05/17/00 and assigned to EATON CORPORATION, assignee of this application.

FIELD OF THE INVENTION

[0002] The present invention relates to a control method/system for controlling upshifting in an at least partially automated mechanical transmission system. In particular, the present invention, in one preferred embodiment, relates to the control of upshifting in a vehicular automated mechanical transmission system wherein the system senses conditions indicative of a requirement for an upshift from a currently engaged gear ratio (GR) and evaluates, in sequence, the desirability of unaided upshifts and then upshift brake-assisted upshifts and commands upshifts deemed desirable.

[0003] More particularly, the present invention relates to a control method/system for controlling upshift brakes in potential upshift brake-aided upshifts as a function of one or more of the thermal characteristics of the upshift brake, the estimated current temperature of the brake, the period of time since the previous upshift brake-aided upshift and/or the expected heat energy generated by the previous upshift brake-aided upshift and/or the by the upshift under consideration at differing levels of brake caused retardation.

DESCRIPTION OF THE PRIOR ART

[0004] Fully or partially automated mechanical transmission systems for vehicular use are known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 4,361,060; 4,648,290; 4,722,248; 4,850,236; 5,389,053; 5,487,004; 5,435,212 and 5,755,839, the disclosures of which are incorporated herein by reference. The use of engine brakes (also known as compression brakes, exhaust brakes or Jake brakes) and transmission controls utilizing same are

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 5,409,432 and 5,425,689, the disclosures of which are incorporated herein by reference.

[0005] The use of friction devices to retard transmission input shaft rotation, such as inertia brakes (also known as upshift brakes or input shaft brakes) and actuators therefor, for providing quicker upshifts is known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 5,086,659 and 5,713,445, the disclosures of which are incorporated herein by reference.

[0006] Controls for automated mechanical transmission systems, especially wherein shifting is accomplished while maintaining the master clutch engaged, wherein single and/or skip shift feasibility is evaluated are known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 4,576,065; 4,916,979; 5,335,566; 5,425,689; 5,272,939; 5,479,345; 5,533,946; 5,582,069; 5,620,392; 5,489,247; 5,490,063; 5,509,867, and 6,149,545, the disclosures of which are incorporated herein by reference.

[0007] Controls for automated mechanical transmission systems including control of friction upshift brakes are known in the prior art as may be seen by reference to U.S. Patent No. 6,123,643, the disclosure of which is incorporated herein by reference.

[0008] In the system described in U.S. Patent No. 6,149,545, a control for a vehicular automated mechanical transmission system will sense conditions indicative of upshifting from a currently engaged gear ratio, will evaluate, in sequence, the desirability of large skip upshifts, then single skip upshifts, unaided single upshifts and then upshift brake-aided single upshifts, and will command an upshift to the first target ratio deemed to be feasible under current vehicle operating conditions.

[0009] The upshift feasibility rules comprise a two-part test, (a) can the upshift be completed above a minimum engine speed? and (b) when completed, will the engine, in the target ratio, provide sufficient torque at the drive wheels to allow at least a minimum vehicle acceleration? Feasibility of skip and/or single upshifts also may require that an upshift is expected to be completed within a period of time less than a maximum acceptable time ($T < T_{MAX}$).

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

SUMMARY OF THE INVENTION

[0010] The control of the present invention relates to controlling a friction upshift brake which may be operated at two or more levels of retardation to provide variable additional deceleration, during a shift with the master clutch engaged, to a transmission input shaft and the engine crank shaft and master clutch rotating therewith. This retardation is additive to the natural rate of deceleration of the engine called "engine speed decay" due to friction and the like. Actuation of the upshift brake will apply an added retarding force to the input shaft, clutch and, engine assembly to provide an additional deceleration of the input shaft.

[0011] To prevent undue wear and/or damage of friction-type upshift brakes, the predicted maximum deceleration available from the upshift brake without causing the brake to overheat ($TEMP_b < TEMP_{MAX}$) is estimated or simulated. This maximum deceleration is then compared to the deceleration necessary to complete a potential downshift.

[0012] If the additional deceleration needed to complete a shift above a minimal engine speed and/or within a maximum acceptable time exceeds the maximum additional deceleration the upshift brake can provide without damage, usually thermal damage, an upshift into the target gear is not commanded.

[0013] If an upshift is feasible, the upshift brake will be utilized to provide a degree of deceleration to allow the shift to occur above the minimum engine speed, and, if possible, within a desirable period of time (such as, for example, within 1.2 seconds for a heavy-duty truck).

[0014] Accordingly, an improved upshift control for automated mechanical transmissions is provided which will automatically evaluate and command an acceptable level of upshift brake actuation for a proposed upshift brake-aided upshifts and which provides thermal protection for the friction-type upshift brake.

[0015] This and other objects and advantages of the present invention will become apparent from a reading of the following description of the preferred embodiment taken in connection with the attached drawings.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0016] Fig. 1 is a schematic illustration, in block diagram format, of an automated mechanical transmission system utilizing the control of the present invention.

[0017] Fig. 2 is a schematic illustration, in graphical format, illustrating shift point profiles for the transmission system of Fig. 1 according to the present invention.

[0018] Figs. 3A and 3B are schematic illustrations, in flow chart format, of the control of the present invention.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

[0019] An at least partially automated mechanical transmission system intended for vehicular use is schematically illustrated in Fig. 1. The automated transmission system 10 includes a fuel-controlled engine 12 (such as a well-known diesel engine or the like), a multiple-speed, change-gear transmission 14, and a non-positive coupling 16 (such as a friction master clutch) drivingly interposed between the engine and the input shaft 18 of the transmission. The transmission 14 may be of the compound type comprising a main transmission section connected in series with a splitter- and/or range-type auxiliary section. Transmissions of this type, especially as used with heavy-duty vehicles, typically have 9, 10, 12, 13, 16 or 18 forward speeds. Examples of such transmissions may be seen by reference to U.S. Pats. No. 5,390,561 and 5,737,978, the disclosures of which are incorporated herein by reference.

[0020] A transmission output shaft 20 extends outwardly from the transmission 14 and is drivingly connected with the vehicle drive axles 22, usually by means of a prop shaft 24. The illustrated master friction clutch 16 includes a driving portion 16A connected to the engine crankshaft/ flywheel and a driven portion 16B coupled to the transmission input shaft 18 and adapted to frictionally engage the driving portion 16A. An upshift brake 26 (also known as an input shaft brake or inertia brake) may be used for selectively decelerating the rotational speed of the input shaft 18 for more rapid upshifting, as is well known. Upshift brake 26 may have two or more selectable levels of retardation or may be actuated to provide infinitely variable levels of retardation. Friction

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

type input shaft or upshift brakes are known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 5,655,407 and 5,713,445.

[0021]A microprocessor-based electronic control unit (or ECU) 28 is provided for receiving input signals 30 and for processing same in accordance with predetermined logic rules to issue command output signals 32 to various system actuators, such as upshift brake actuator 26A, and the like. ECU 28 may include a clock or other timing device 28A. Microprocessor-based controllers of this type are well known, and an example thereof may be seen by reference to U.S. Pat. No. 4,595,986.

[0022]System 10 includes a rotational speed sensor 34 for sensing rotational speed of the engine and providing an output signal (ES) indicative thereof, a rotational speed sensor 36 for sensing the rotational speed of the input shaft 16 and providing an output signal (IS) indicative thereof, and a rotational speed sensor 38 for sensing the rotational speed of the output shaft 20 and providing an output signal (OS) indicative thereof. A sensor 40 may be provided for sensing the displacement of the throttle pedal and providing an output signal (THL) indicative thereof. A shift control console 42 may be provided for allowing the operator to select an operating mode of the transmission system and for providing an output signal (GR_n) indicative thereof.

[0023]As is known, if the clutch 16 is engaged without slip, the rotational speed of the engine may be determined from the speed of the input shaft and/or the speed of the output shaft and the engaged transmission ratio ($ES = IS = OS * GR$). Also, with the clutch engaged, input shaft 18, clutch 16 and the engine flywheel and crankshaft will rotate as a unit.

[0024]System 10 also may include sensors 44 and 46 for sensing manual operation of the vehicle foot brake (also called service brakes) and/or engine compression brakes (ECB), respectively, and for providing signals FB and EB, respectively, indicative thereof.

[0025]The master clutch 16 may be controlled by a clutch pedal 48 or by a clutch actuator 50 responding to output signals from the ECU 28. Alternatively, an actuator responsive to control output signals may be provided, which may be overridden by operation of the manual clutch pedal. In the preferred

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

embodiment, the clutch is manually controlled and used only to launch the vehicle (see U.S. Pats. No. 4,850,236; 5,272,939 and 5,425,689). The transmission 14 may include a transmission actuator 52, which responds to output signals from the ECU 28 and/or which sends input signals to the ECU 28 indicative of the selected position thereof. Shift mechanisms of this type, often of the so-called X-Y shifter type, are known in the prior art, as may be seen by reference to U.S. Pats. No. 5,305,240 and 5,219,391. Actuator 52 may shift the main and/or auxiliary section of transmission 14. The engaged and disengaged condition of clutch 16 may be sensed by a position sensor (not shown) or may be determined by comparing the speeds of the engine (ES) and the input shaft (IS).

[0026] Fueling of the engine is preferably controlled by an electronic engine controller 54, which accepts command signals from and/or provides input signals to the ECU 28. Preferably, the engine controller 54 will communicate with an industry standard data link DL which conforms to well-known industry protocols such as SAE J1922, SAE 1939 and/or ISO 11898. The ECU 28 may be incorporated within the engine controller 54.

[0027] For automated shifting, the ECU 28 must determine when upshifts and downshifts are required and if a single or skip shift is desirable (see U.S. Pats. No. 4,361,060; 4,576,065; 4,916,979; 4,947,331 and 6,149,545).

[0028] Fig. 2 is a graphical representation of shift point profiles utilized to determine when shift commands should be issued by the ECU 28 to system actuators including the shift actuator 52. Line 60 is the default upshift profile, while line 62 is the default downshift profile. Shift profile 60 is a graphical representation of the engine speeds at which upshifts from a currently engaged ratio (GR) are indicated (ES_{UB}) for various degrees of throttle displacement (*i.e.*, demand). As is known, if the vehicle is operating to the right of upshift profile 60, an upshift of transmission 14 should be commanded, while if the vehicle is operating to the left of downshift profile 62, a downshift should be commanded. If the vehicle is operating in between profiles 60 and 62, no shifting of the transmission is then required.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

[0029] According to the control of a preferred embodiment of the present invention, if an upshift from a currently engaged ratio (GR) is required (*i.e.*, if at current throttle displacement engine speed (ES) is greater than the upshift engine speed (ES_{US}) on shift point profile 60), a sequence is initiated for identifying the desirable upshift target ratio (GR_{TARGET}), if any. In a preferred embodiment, the control, in sequence, will evaluate unaided and/or aided skip upshifts and then unaided single upshifts and then upshift brake-aided single upshifts for desirability and command an upshift to the first potential target ratio deemed desirable.

[0030] In a preferred embodiment, a maximum time for completion of an upshift is established based upon considerations for shift quality, vehicle performance, etc. For heavy-duty trucks, by way of example, this time value may have a value of about 0.8 to 2.0 seconds.

[0031] A two-part feasibility test is established:

- (1) Will the engine speed be at a synchronous value above a preselected minimum engine speed ES_{MIN} , given current/assumed engine and vehicle deceleration rates? The ES_{MIN} by way of example, is selected at about 1100 to 1300 rpm, which for a typical heavy-duty diesel engine is at or near a peak torque rpm. The engine deceleration rate may be evaluated with or without the use of engine braking. This logic may be appreciated by reference by U.S. Pats. No. 5,335,566 and 5,425,689, the disclosures of which are incorporated herein by reference. The friction upshift brake 26 may be used separately or in addition to an engine brake. Use of engine brakes (also called exhaust and Jake brakes) to enhance upshifting is known, as may be seen by reference to U.S. Pat. No. 5,409,432; and
- (2) At completion of a proposed upshift, will torque at the drive wheels provide sufficient torque for at least minimal vehicle acceleration? (See U.S. Pats. No. 5,272,939 and 5,479,345, the disclosures of which are incorporated herein by reference.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

[0032] Feasibility also may require that a potential upshift be expected to be completed in a time (T) less than the maximum acceptable time ($T < T_{MAX}$). If one or more of these parts of the feasibility test are not satisfied, the proposed upshift to an evaluated target ratio (GR + 1, 2, 3,...) is not feasible and will not be commanded.

[0033] To provide a maximized upshift braking effect, while thermally protecting the friction-type upshift brake, the maximum additional input shift deceleration available using the friction upshift brake **26** is calculated using a simulation technique wherein the expected brake temperature ($TEMP_p$) at completion of a potential shift is set equal to a maximum allowable temperature to determine a maximum additional input shaft deceleration value. For example, as disclosed in copending application SN 09/573,873, $TEMP_p$, the predicted temperature may be a calculated or simulated from a relationship such as:

$$TEMP_{MAX} = TEMP_p = TEMP_i + TEMP_b - TEMP_c$$

where:

$TEMP_p$ = predicted brake temperature at completion of an upshift brake-aided upshift;
 $TEMP_i$ = initial (present) brake temperature;
 $TEMP_b$ = temperature rise due to brake-aided upshift; and
 $TEMP_c$ = temperature decline during brake-aided upshift.

[0034] $TEMP_i$, the simulated initial or present temperature of the brake, is the greater of (i) a minimum value (about 200°F.) or (ii) the last predicted value decreased at a selected cooling rate since the last brake actuation (such as -7°F. per second).

[0035] $TEMP_b$, the expected temperature rise due to brake actuation, is a function of one or more of (i) a target engine deceleration, (ii) the natural engine decay rate, (iii) engine inertia (I), often available on the data link, (iv) present engine speed (RPM), (v) step of proposed shift; (vi) the rate of engine deceleration; and (vii) a constant.

[0036] $TEMP_c$, the cooling during the assisted shift, is a function of (i) a transmission sump temperature ($TEMP_s$), (ii) an expected shift time and (iii) a second constant.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

[0037] As may be seen, the expected temperature of the brake at completion of a proposed shift ($TEMP_p$) may be simulated using various system parameters and may be compared or set equal to a maximum reference value ($TEMP_{MAX}$) (such as about 350°F.) to determine if upshift brake assist for a particular upshift is allowable and/or the maximum level of added retardation that the brake can provide without risk of undue wear or damage.

[0038] The parameters used to simulate the predicted temperature ($TEMP_p$) may include one or more of (i) a simulated initial brake temperature, (ii) time since last brake actuation, (iii) an estimated brake cooling rate when not active, (iv) temperature at completion of last assisted upshift, (v) a desired engine deceleration rate, (vi) an engine decay rate, (vii) present engine speed, (ix) synchronous engine speed, (x) engine inertia, (xi) ratio step, (xii) calculated shift time, (xiii) cooling rate during brake actuation and/or (xiv) various assumed constants. Of course, less than or more than the above parameters may be used to estimate or simulate an expected brake temperature ($TEMP_p$). A prior art temperature simulation technique may be seen by reference to U.S. Pat. No. 4,576,263, the disclosure of which is incorporated herein by reference.

[0039] The "additional deceleration" provided by the upshift brake is deceleration in addition to the natural decay rate of the engine. The input brake 26 may have several levels of engine rotational speed retardation or may provide infinitely valuable levels of retardation.

[0040] As used herein, deceleration is taken as a positive quantity, i.e. a greater retarding force will result in a more positive or greater deceleration. For example, $-5RPM/sec^2$ is a smaller deceleration than $-10RPM/sec^2$.

[0041] In addition to calculating the maximum allowable additional engine speed deceleration available from the upshift brake ($MAX\ Decel$), the control logic will also calculate or determine;

- a) the additional engine speed deceleration necessary to complete the shift in a desirable time ($Desired\ Decel$). The desirable time may be, for example, between 1.0 and 1.2 seconds; and

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

b) the additional engine deceleration necessary to complete the proposed upshift at above a selected speed engine (Required Decel).

[0042] The control logic will then issue command output signals to the transmission shifter **52**, the engine controller **54** and/or the input brake actuator **26A** according to the following logic.

[0043] If an upshift is required, i.e. if , for a given throttle position, ES is to the right of upshift profile **60**, shifts to a potential target gear ratio GR_T are evaluated as follows:

- a) if the desired deceleration is less than zero (Desired Decel < 0), then the shift to GR_T is initiated without the use of the inertia or upshift brake **26**.
- b) if the maximum deceleration is less than the required deceleration (Max Decel $<$ Required Decel), then the proposed upshift to GR_T is not initiated.
- c) if the desired deceleration is greater than zero (Desired Decel > 0) and required deceleration is less than maximum deceleration (Required Decel $<$ Max Decel) and desired deceleration is greater than required deceleration (Desired Decel $>$ Required Decel), then initiate the shift to GR_T using the upshift brake **26** at the retardation level for desired deceleration; and
- (d) if the desired deceleration is greater than zero (Desired Decel > 0), and the required deceleration is less than maximum deceleration (Required Decel $<$ Max Decel) and desired deceleration is less than required deceleration (Desired Decel $<$ Required Decel) then initiate the upshift to GR_T using the upshift brake **26** at the retardation level providing required deceleration.

[0044] This logic differs from logic utilized for evaluating potential upshifts aided by engine brakes, as using the engine brake (usually an engine compression brake) for upshifts is not a first option due to potentially objectionably noisy and/or slower and/or rough shifting, other than for wear, no such drawback is associated with use of the friction upshift brake **26**.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

[0045] Figs 3A and 3B illustrate the present invention in a flow chart format.

[0046] Although the present invention has been described with a certain degree of particularity, it is understood that the description of the preferred embodiment is by way of example only and that numerous changes to form and detail are possible without departing from the spirit and scope of the invention as hereinafter claimed.

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

WE CLAIM:

Claim 1. A method for controlling automatic upshifting in a vehicular automated mechanical transmission system (10) for a vehicle comprising a fuel-controlled engine (12), a multiple-speed mechanical transmission (14) having an input shaft (18) driven by said engine, a friction upshift brake (26) for selectively retarding rotation of said input shaft, and a controller (28) for receiving input signals (30) including one or more of signals indicative of engine speed (ES), input shaft speed (IS), engaged gear ratio (GR) and vehicle speed (OS), and to process said input signals in accordance with logic rules to issue command output signals (32) to transmission system actuators including a transmission actuator (52) effective to shift said transmission and a brake actuator (26A) effective to operate said brake, said brake selectively actuated to provide selected degrees of retardation to said input shaft for varying input shaft deceleration, said logic rules including rules for:

(a) establishing upshift feasibility criteria whereby upshifts into a target gear ratio are considered feasible only if, under sensed vehicle operating conditions, said criteria is satisfied, and

(b) determining if upshifts under consideration are feasible,

said method characterized by the steps of:

(i) establishing a maximum allowable temperature ($TEMP_{MAX}$) for said brake;

(ii) determining an expected input shaft deceleration (DECAY DECEL) in the absence of brake actuation;

(iii) determining a maximum additional input shaft deceleration (MAX DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, available without causing brake temperature to exceed said maximum temperature at completion of an upshift;

(iv) determining a required additional input shaft deceleration (REQ DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, required to complete an upshift under current vehicle operating conditions and satisfying said criteria;

(v) determining a desired additional input shaft deceleration (DESIRED DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, to

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

complete an upshift in less than said reference period of time, and within said criteria under current vehicle operating conditions;

(vi) if said maximum additional deceleration is less than said required additional deceleration ($MAX\ DECEL < REQ\ DECEL$), then inhibit said upshift;

(vii) if said desired additional acceleration is less than zero ($DESIRED\ DECEL < 0$), then initiate said upshift without use of said brake;

(viii) if said desired additional deceleration is greater than said required additional deceleration ($DESIRED\ DECEL > REQ\ DECEL$), then initiate said upshift using said brake to provide said desired additional deceleration; and

(ix) if said desired additional deceleration is less than said required additional deceleration ($DESIRED\ DECEL < REQ\ DECEL$), then initiate said upshift using said brake to provide said required additional deceleration.

Claim 2. The method of claim 1 wherein said reference time is about 0.8 to 1.5 seconds.

Claim 3. The method of claim 1 wherein said reference time is about 1.2 seconds.

Claim 4. The method of claim 1 wherein the determination of said maximum additional shaft deceleration of step (b)(iii) is determined as a function of system operating parameters including two or more of (a) a simulated current brake temperature (TEMP); (b) time since last brake actuation (t); (c) inertia of engine (I); (d) transmission sump temperature (TEMP_s); (e) ratio step (R) of upshift under consideration; and (f) time in which upshift under consideration is expected to be completed (s).

Claim 5. The method of claim 1 wherein said criteria include at least two of:

(a) upshifts can be accomplished within a time no greater than a predetermined maximum available time ($T < T_{MAX}$);

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

- (b) substantial synchronization can be obtained above a predetermined engine speed; and
- (c) at engagement of the target ratio, the vehicle will be capable of at least a predetermined acceleration (dOS/dt).

Claim 6. A method for controlling automatic upshifting in a vehicular automated mechanical transmission system (10) for a vehicle comprising a fuel-controlled engine (12), a multiple-speed mechanical transmission (14) having an input shaft (18) driven by said engine, a friction upshift brake (26) for selectively retarding rotation of said input shaft, and a controller (28) for receiving input signals (30) including one or more of signals indicative of engine speed (ES), input shaft speed (IS), engaged gear ratio (GR) and vehicle speed (OS), and to process said input signals in accordance with logic rules to issue command output signals (32) to transmission system actuators including a transmission actuator (52) effective to shift said transmission and a brake actuator (26A) effective to operate said brake, said brake selectively actuated to provide selected degrees of retardation to said input shaft for varying input shaft deceleration, said logic rules including rules for:

- (a) establishing upshift feasibility criteria whereby upshifts into a target gear ratio are considered feasible only if, under sensed vehicle operating conditions, said criteria is satisfied, and
- (b) determining if upshifts under consideration are feasible, said method characterized by the steps of:
 - (i) establishing a maximum allowable temperature ($TEMP_{MAX}$) for said brake;
 - (ii) determining an expected input shaft deceleration (DECAY DECEL) in the absence of brake actuation;
 - (iii) determining under current vehicle operating conditions, a maximum additional input shaft deceleration (MAX DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, available without causing brake temperature to exceed said maximum temperature at completion of an upshift;

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

(iv) determining a required additional input shaft deceleration (REQ DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, required to complete an upshift under current vehicle operating conditions; and satisfying said criteria;

(v) determining a desired additional input shaft deceleration (DESIRED DECEL), in addition to said expected input shaft deceleration, to complete an upshift in less than said reference period of time, and within said criteria under current vehicle operating conditions;

(vi) if said maximum additional deceleration is less than said required additional deceleration ($MAX\ DECEL < REQ\ DECEL$), then inhibit said upshift;

(vii) if said desired additional acceleration is less than zero ($DESIRED\ DECEL < 0$), then initiate said upshift without use of said brake; and

(viii) if said desired additional deceleration is greater than said required additional deceleration ($DESIRED\ DECEL > REQ\ DECEL$), then initiate said upshift using said brake to provide said desired additional deceleration.

Claim 7. A method for controlling automatic upshifting in a vehicular automated mechanical transmission system (10) for a vehicle comprising a fuel-controlled engine (12), a multiple-speed mechanical transmission (14) having an input shaft (18) driven by said engine, a friction upshift brake (26) for selectively retarding rotation of said input shaft, and a controller (28) for receiving input signals (30) including one or more of signals indicative of engine speed (ES), input shaft speed (IS), engaged gear ratio (GR) and vehicle speed (VS), and to process said input signals in accordance with logic rules to issue command output signals (32) to transmission system actuators including a transmission actuator (52) effective to shift said transmission and a brake actuator (26A) effective to operate said brake, said brake selectively actuated to provide selected degrees of retardation to said input shaft for varying input shaft deceleration, said logic rules including rules for:

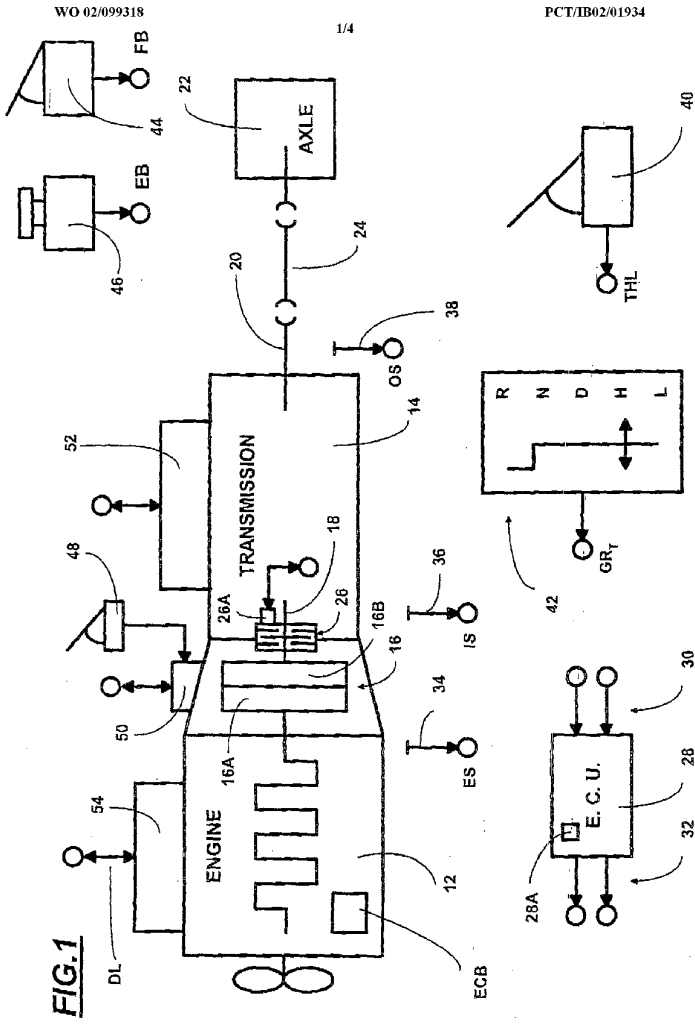
(a) establishing upshift feasibility criteria whereby upshifts into a target

WO 02/099318

PCT/IB02/01934

gear ration are considered feasible only if, under sensed vehicle operating conditions, said criteria is satisfied, and

- (b) determining if upshifts under consideration are feasible, said method characterized by the steps of:
 - (i) establishing a maximum allowable temperature ($TEMP_{MAX}$) for said brake;
 - (ii) determining an expected input shaft deceleration ($DECEL_{EXP}$) in the absence of brake actuation;
 - (iii) determining under current vehicle operating conditions, a maximum additional input shaft deceleration (MAX_{DECEL}), in addition to said expected input shaft deceleration, available without causing brake temperature to exceed said maximum temperature at completion of an upshift;
 - (iv) determining a required additional input shaft deceleration (REQ_{DECEL}), in addition to said expected input shaft deceleration, required to complete an upshift under current vehicle operating conditions; and satisfying said criteria;
 - (v) if said maximum additional deceleration is less than said required additional deceleration ($MAX_{DECEL} < REQ_{DECEL}$), then inhibit said upshift; and
 - (vi) if said desired additional acceleration is less than zero ($DESIRED_{DECEL} < 0$), then initiate said upshift without use of said brake; and



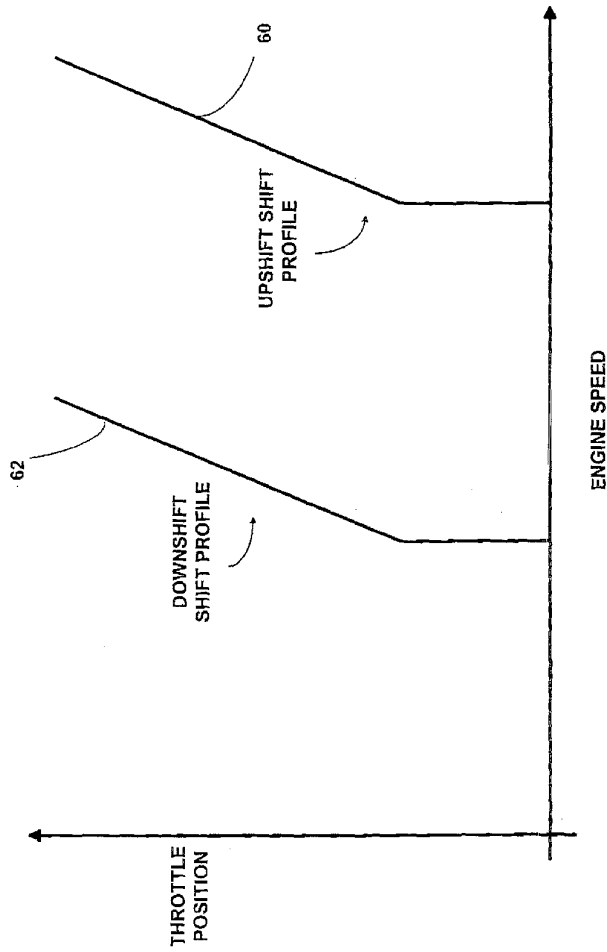


FIG. 2

FIG. 3A

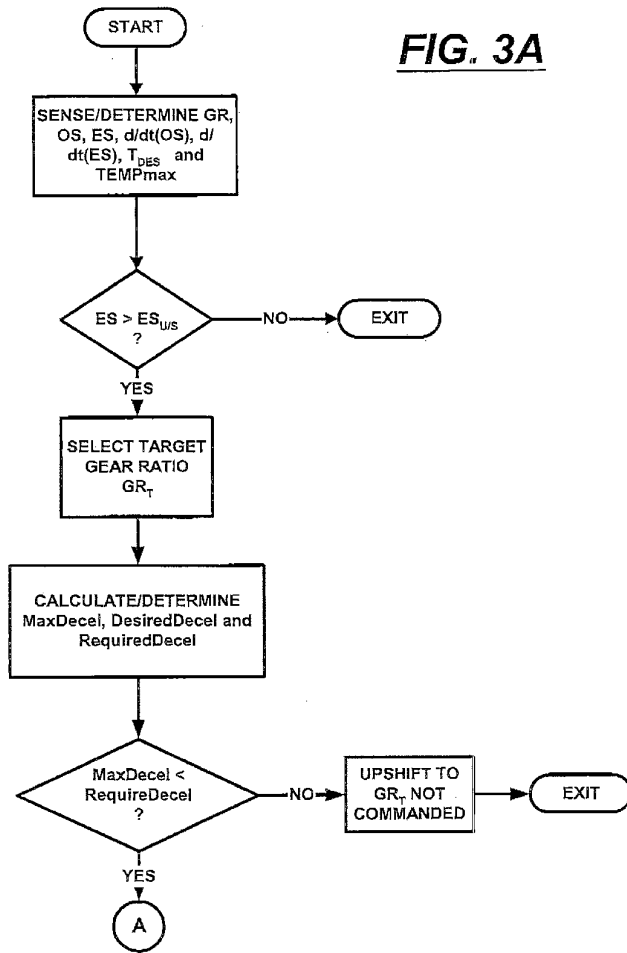
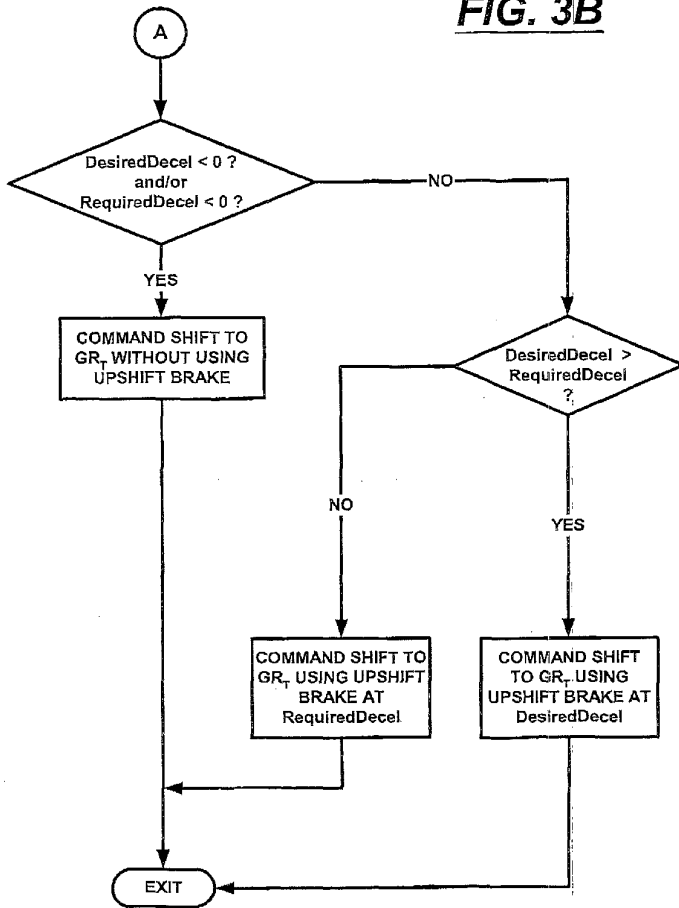


FIG. 3B



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inte of Application No PCT/IB 02/01934
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F16H61/02 F16H3/12		
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) IPC 7 F16H F16D B60K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 52 916 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 25 June 1998 (1998-06-25) abstract; figures column 3, line 4 - line 7	1, 6, 7
A	DE 198 51 341 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 11 May 2000 (2000-05-11) abstract; figures page 4, line 28 - line 31	1, 6, 7
A	DE 196 12 928 A (MAZDA MOTOR) 24 October 1996 (1996-10-24) abstract; figures page 6, line 15 - line 17	1, 6, 7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claims) 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 *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 September 2002		Date of mailing of the international search report 07/10/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2340, Tx. 81 851 epo nl, Fac. (+31-70) 340-3016		Authorized officer Wagner, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No. PCT/IB 02/01934	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19652916	A	25-06-1998	DE 19652916 A1		25-06-1998
DE 19851341	A	11-05-2000	DE 19851341 A1		11-05-2000
			WO 0028231 A1		18-05-2000
			EP 1127226 A1		29-08-2001
DE 19612928	A	24-10-1996	JP 8326895 A		10-12-1996
			DE 19612928 A1		24-10-1996
			US 5788601 A		04-08-1998

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
 F 1 6 H 103:10 F 1 6 H 103:10

(81) 指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72) 発明者 アラン デイビス
 アメリカ合衆国 ミシガン 49080-9541 プレインウェル マーシュ ロード 649
 (72) 発明者 ドン ロッツィ
 アメリカ合衆国 ミシガン 49068 マーシャル マディソン ストリート 315 ノース
 (72) 発明者 ジョン スティービー
 イギリス国 チェシャ ダブリューエー13 0エージェイ リム レクトリー レイン 9
 Fターム(参考) 3J552 MA04 MA13 NA01 NB01 PA51 PA61 RA03 SA60 SB09 SB40
 VA32W VA47X VA74W VA76W VB01W VC01W