

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5207769号
(P5207769)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 2 M 9/123 (2010.01) B 6 2 M 9/123

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-42297 (P2008-42297)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年2月25日 (2008.2.25)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-196570 (P2009-196570A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年9月3日 (2009.9.3)	(74) 代理人	100068087
審査請求日	平成23年1月20日 (2011.1.20)		弁理士 森本 義弘
		(74) 代理人	100096437
			弁理士 笹原 敏司
		(74) 代理人	100100000
			弁理士 原田 洋平
		(72) 発明者	中井 義明
			大阪府柏原市片山町13番13号 パナソニックサイクルテック株式会社内
		(72) 発明者	三好 武博
			大阪府柏原市片山町13番13号 パナソニックサイクルテック株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動自転車の自動変速方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ペダルに作用する踏力に応じた補助動力を発生する補助電動機と自動変速装置とを備え、自動変速装置は変速比の異なる複数の変速段に切換え自在な変速機とこの変速機を動作させるアクチュエーターとを有している電動自転車の自動変速方法であって、ペダルによって回転されるクランク軸に作用する踏み込みトルクを検出し、前記検出された踏み込みトルクに基づいて、現在より一定時間遡った時点における所定範囲の時間内の踏み込みトルクの積分値である移動平均トルクを求め、前記移動平均トルクが所定のトルク閾値以上になった場合、その直後に検出された踏み込みトルクの1番目のピークを検出し、前記踏み込みトルクの1番目のピークを検出すると、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してアクチュエーターを駆動させて減速を開始し、前記踏み込みトルクの1番目のピークとその次に検出される2番目のピークとの間の谷間において、変速機が現在の変速段から一段減速側の変速段へ切換えられる切換途中の状態になり、踏み込みトルクの2番目のピークに達する前に変速機の減速動作を終了することを特徴とする電動自転車の自動変速方法。

【請求項2】

走行速度を検出し、前記検出された走行速度が所定の速度閾値以下であり且つ移動平均トルクが所定のトルク

閾値以上になった場合、その直後に検出された踏み込みトルクの 1 番目のピークを検出することを特徴とする請求項 1 記載の電動自転車の自動変速方法。

【請求項 3】

踏み込みトルクの 1 番目のピークを検出すると、補助電動機を停止し、変速機の減速動作を終了した時点で、補助電動機を作動させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の電動自転車の自動変速方法。

【請求項 4】

変速機が現在の变速段から一段減速側の变速段へ切換えられたことを検出した場合、変速機の減速動作を終了したと判断することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電動自転車の自動変速方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動変速装置を備えた電動自転車の自動変速方法に関するものであり、特に、シフトダウンの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、一般に、電動自転車は、補助電動機によって踏力に応じた補助動力を発生し、踏力と補助動力との合力を後車軸に伝達して後車輪を回転駆動させている。このような電動自転車に自動変速装置を設けたものがある。

20

【0003】

このような自動変速装置を備えた電動自転車においては、自動的に減速操作と増速操作が行われるが、自動的に減速操作が行われる時、一定値以上の駆動力が存在すると、自動変速装置に過大な負荷がかかり、減速操作を円滑に行うことができないという問題があった。このような問題を解決する自動変速方法としては、以下のような方法が知られている。

【0004】

すなわち、図 1 1 に示すように、速度と踏力とを検出し、検出された速度と踏力に応じて最適なシフトポジションを算出する（ステップ S 1）。前記最適なシフトポジションと現在のシフトポジションとが同じであるか否かを判断し（ステップ S 2）、同じである場合には再び最適シフトポジションを算出し（ステップ S 1）、異なる場合にはシフト操作が減速操作か否かを判断する（ステップ S 3）。

30

【0005】

前記シフト操作が減速操作である場合には、踏力値が或る値以下に下がるまで待機し（ステップ S 4）、踏力値が或る値以下に下がった時点で、制御装置がシフトチェンジ指示信号（減速信号）をアクチュエータモータに送信してアクチュエータモータを駆動する（ステップ S 5）。アクチュエータモータの駆動により、シフトチェンジ装置（変速機）が作動して所望の減速操作がなされるが、この場合、踏力が低下するタイミングに合わせて減速操作を行うようにしたため、円滑な減速操作が安定してなされる。

【0006】

尚、前記のような自動変速方法については下記特許文献 1 に開示されている。

40

【特許文献 1】特開 2001 - 10581

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら前記の従来形式では、踏力が低下するタイミングに合わせて減速操作を行うのであるが、具体的にどのようなタイミングでどのような減速操作を行うのかが不明である。すなわち、前記ステップ S 4 に示されるように、踏力値が或る値以下に下がった時点で制御装置がシフトチェンジ指示信号をアクチュエータモータに送信した場合、制御装置がシフトチェンジ指示信号をアクチュエータモータに送信してから実際にシフトチェン

50

ジ装置が作動して減速操作が実行されるまでには若干の時間差（時間的ずれ）が生じる。

【0008】

したがって、前記のような時間差によって、タイミングがずれてしまい、踏力値が或る値よりも増大した時に、実際に変速機が作動し始めて、踏力値が最も大きくなるピーク付近で減速操作が実行されてしまう虞れがある。このようにタイミングがずれて減速操作が実行された場合、シフトチェンジ装置に過大な負荷がかかり、減速操作を円滑に行うことができないという課題が生じてしまう。

【0009】

本発明は、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してから実際に変速機が作動して減速操作が実行されるまでの時間差を考慮して、より確実に円滑な減速操作を可能にする電動自転車の自動変速方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記目的を達成するために、本第1発明における電動自転車の自動変速方法は、ペダルによって回転されるクランク軸に作用する踏み込みトルクを検出し、前記検出された踏み込みトルクに基づいて移動平均トルクを求め、前記移動平均トルクが所定のトルク閾値以上になった場合、その直後に検出された踏み込みトルクの1番目のピークを検出し、前記踏み込みトルクの1番目のピークを検出すると、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してアクチュエーターを駆動させて減速を開始し、前記踏み込みトルクの1番目のピークとその次に検出される2番目のピークとの間の谷間において、変速機が現在の変速段から一段減速側の変速段へ切換えられる切換え途中の状態になり、踏み込みトルクの2番目のピークに達する前に変速機の減速動作を終了するものである。

20

【0011】

これによると、踏み込みトルクの1番目のピークを検出した時点で、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信することにより、変速機が作動し始め、若干の時間差を経て、踏み込みトルクの1番目のピークと2番目のピークとの間の谷間において、変速機が現在の変速段から一段減速側の変速段へ切換えられる切換え途中の状態になり、踏み込みトルクの2番目のピークに達する前に変速機の減速動作が終了する。

【発明の効果】

【0012】

以上のように本発明によれば、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してから実際に変速機が作動して減速操作が実行されるまでの時間差（タイムラグ）を考慮して、減速操作を制御しているため、変速機にかかる負荷が低下したタイミングに合わせて減速操作が行われ、より確実に円滑な減速操作を行うことができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

前記目的を達成するために、本第1発明は、ペダルに作用する踏力に応じた補助動力を発生する補助電動機と自動変速装置とを備え、自動変速装置は変速比の異なる複数の変速段に切換え自在な変速機とこの変速機を作動させるアクチュエーターとを有している電動自転車の自動変速方法であって、ペダルによって回転されるクランク軸に作用する踏み込みトルクを検出し、前記検出された踏み込みトルクに基づいて、現在より一定時間遡った時点における所定範囲の時間内の踏み込みトルクの積分値である移動平均トルクを求め、前記移動平均トルクが所定のトルク閾値以上になった場合、その直後に検出された踏み込みトルクの1番目のピークを検出し、前記踏み込みトルクの1番目のピークを検出すると、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してアクチュエーターを駆動させて減速を開始し、前記踏み込みトルクの1番目のピークとその次に検出される2番目のピークとの間の谷間において、変速機が現在の変速段から一段減速側の変速段へ切換えられる切換え途中の状態になり、

40

50

踏み込みトルクの２番目のピークに達する前に変速機の減速動作を終了するものである。

【 0 0 1 4 】

これによると、踏み込みトルクの１番目のピークを検出した時点で、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信することにより、変速機が作動し始め、若干の時間差を経て、踏み込みトルクの１番目のピークと２番目のピークとの間の谷間において、変速機が現在の变速段から一段減速側の变速段へ切換えられる切換途中の状態になり、踏み込みトルクの２番目のピークに達する前に変速機の減速動作が終了する。

【 0 0 1 5 】

このように、制御装置が減速信号をアクチュエーターに送信してから実際に変速機が作動して減速操作が実行されるまでの時間差（タイムラグ）を考慮して、減速操作を制御しているため、変速機にかかる負荷が低下したタイミングに合わせて減速操作が行われ、より確実に円滑な減速操作を行うことができる。

10

【 0 0 1 6 】

本第２発明は、走行速度を検出し、前記検出された走行速度が所定の速度閾値以下であり且つ移動平均トルクが所定のトルク閾値以上になった場合、その直後に検出された踏み込みトルクの１番目のピークを検出するものである。

【 0 0 1 7 】

これによると、移動平均トルクが所定のトルク閾値以上になっても、検出された走行速度が所定の速度閾値よりも高ければ、変速機の減速動作は行われぬ。したがって、自転車の走行速度を速くするために、ペダルに対する踏力を増やしてクランク軸の回転速度を急に増やし、自転車の走行速度を所定の速度閾値よりも高くした際、急に変速機の減速操作が行われ、乗員の意図に反して走行速度が急に低下してしまうといった不具合を防止することができる。

20

【 0 0 1 8 】

本第３発明は、踏み込みトルクの１番目のピークを検出すると、補助電動機を停止し、変速機の減速動作を終了した時点で、補助電動機を作動させるものである。

これにより、補助電動機を停止することで、補助電動機よる負荷が変速機にかからないため、変速機にかかる負荷をより一層低下した状態で減速操作が行われ、したがって、より確実に円滑な減速操作を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

30

本第４発明は、変速機が現在の变速段から一段減速側の变速段へ切換えられたことを検出した場合、変速機の減速動作を終了したと判断するものである。

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 0 】

図１～図３に示すように、１１は電動自転車であり、電動自転車１１は、フレーム２１と、フレーム２１の後端部に固定された後輪ハブ軸２２と、前後の車輪２６、２７と、補助動力を発生させる補助電動機１２と、補助電動機１２に電力を供給するバッテリー１３と、自動变速装置１４と、ペダル１５と、ペダル１５によって回転されるクランク軸１６と、クランク軸１６に作用する踏み込みトルク T_{0a} を検出するトルク検出器１７（例えば磁歪センサ等）と、走行速度を検出する速度検出器１８と、制御装置１９と、表示装置２０とを備えている。

40

【 0 0 2 1 】

自動变速装置１４は、变速比の異なる３段（複数の变速段）に切換え自在な内装变速機２３（变速機の一例）と、この内装变速機２３を作動させるアクチュエーター２４と、内装变速機２３とアクチュエーター２４との間に設けられた連動機構２５とを有している。

【 0 0 2 2 】

内装变速機２３は、図４に示すように、後輪ハブの中に組み込まれた歯車を掛けかえることによって变速する方式であり、後輪ハブ軸２２に固定された太陽歯車２８と、後輪ハブ軸２２に回転自在に外嵌されたフリーホイール２９とコントローラー３０と遊星腕３１と、フリーホイール２９とコントローラー３０と遊星腕３１とに回転自在に外嵌された内

50

歯車 3 2 と、遊星腕 3 1 に設けられて太陽歯車 2 8 と内歯車 3 2 とに歯合する複数の遊星歯車 3 3 と、内歯車 3 2 に回転自在に外嵌されたハブシェル 3 4 とを有している。

【 0 0 2 3 】

フリーホイール 2 9 は、内歯車 3 2 に対して係脱自在なフリーホイールワンウェイクラッチ 3 6 を有している。遊星腕 3 1 は、ハブシェル 3 4 に対して係脱自在な遊星腕ワンウェイクラッチ 3 7 を有している。内歯車 3 2 は、ハブシェル 3 4 に対して係脱自在な内歯車ワンウェイクラッチ 3 8 を有している。

【 0 0 2 4 】

ハブシェル 3 4 には後車輪 2 7 のスポーク 4 0 が連結されている。また、フリーホイール 2 9 とギヤクランクのサブロケット 4 1 との間にはチェン 4 2 が巻回されている。

10

コントローラ 3 0 は変速ロッド 3 9 に連結され、変速ロッド 3 9 が押し引きされることにより、変速ロッド 3 9 と一体に後輪ハブ軸 2 2 の軸心方向へ移動自在である。後輪ハブ軸 2 2 の軸心上には第 1 ~ 第 3 の切換位置 P 1 ~ P 3 が設定されており、図 4 (c) に示すように、変速ロッド 3 9 の押し引きによって、コントローラ 3 0 が第 1 の切換位置 P 1 に移動した場合、内装変速機 2 3 は最もギヤ比の小さな 1 速段に切換えられ、図 4 (a) に示すように、第 3 の切換位置 P 3 に移動した場合、最もギヤ比の大きな 3 速段に切換えられ、図 4 (b) に示すように、第 2 の切換位置 P 2 に移動した場合、前記 1 速段と 3 速段との中間のギヤ比の 2 速段に切換えられる。

【 0 0 2 5 】

図 4 (a) に示すように、コントローラ 3 0 が第 3 の切換位置 P 3 に移動した場合、フリーホイール 2 9 とコントローラ 3 0 と遊星腕 3 1 とが直結し、遊星歯車 3 3 により増速される増速経路 5 5 が形成される。この際、内歯車 3 2 (ハブシェル 3 4) の回転角速度が遊星腕 3 1 より速くなるので、遊星腕ワンウェイクラッチ 3 7 がフリーになる。

20

【 0 0 2 6 】

図 4 (b) に示すように、コントローラ 3 0 が第 2 の切換位置 P 2 に移動した場合、コントローラ 3 0 が遊星腕 3 1 から外れ、フリーホイール 2 9 と内歯車 3 2 (ハブシェル 3 4) との回転角速度が同じになるノーマル経路 5 6 が形成される。この際、内歯車 3 2 (ハブシェル 3 4) の回転角速度が遊星腕 3 1 より速くなるので、遊星腕ワンウェイクラッチ 3 7 がフリーになる。

【 0 0 2 7 】

図 4 (c) に示すように、コントローラ 3 0 が第 1 の切換位置 P 1 に移動した場合、コントローラ 3 0 が内歯車ワンウェイクラッチ 3 8 に当接して、内歯車ワンウェイクラッチ 3 8 がハブシェル 3 4 から外れ、減速経路 5 7 が形成される。

30

【 0 0 2 8 】

尚、内装変速機 2 3 には、変速ロッド 3 9 をシフトダウンの方向 A へ押し出すように付勢するスプリング (付勢部材 : 図示省略) が内蔵されている。

図 2 , 図 5 に示すように、前記アクチュエータ 2 4 は、減速機構を備えた変速用モータ 2 4 a からなる。また、連動機構 2 5 は、変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b に設けられたピニオン 4 5 と、ピニオン 4 5 に歯合するラック 4 6 と、変速ロッド 3 9 を前記スプリングの付勢力に抗してシフトアップの方向 B へ押し込むベルクランク装置 4 7 と、変速ワイヤー 4 8 とを有している。

40

【 0 0 2 9 】

アクチュエータ 2 4 とラック 4 6 とはフレーム 2 1 側に支持され、ラック 4 6 は、回転軸 2 4 b の回転に応じて、変速ワイヤー 4 8 の長さ方向 (前後方向) に移動する。また、ベルクランク装置 4 7 は、フレーム 2 1 のチェンステー 4 9 に取り付けられた取付板 5 0 と、縦軸 5 1 を介して取付板 5 0 に回転自在に設けられたベルクランク部材 5 2 とを有している。変速ワイヤー 4 8 はラック 4 6 とベルクランク部材 5 2 との間に接続されている。

【 0 0 3 0 】

変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b が一方向 b 1 へ回転することによって、変速ワイヤ

50

ー 4 8 が一方向 b 2 へ引っ張られ、ベルクランク部材 5 2 が一方向 b 3 へ回動して、変速ロッド 3 9 がシフトアップの方向 B へ押し込まれる。これにより、1 速段 2 速段 3 速段の順でシフトアップされる。

【 0 0 3 1 】

また、変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b が逆の他方向 a 1 へ回転することによって、変速ワイヤー 4 8 が他方向 a 2 へ弛められて、変速ロッド 3 9 がスプリング（図示省略）の付勢力によってシフトダウンの方向 A へ押し出される。これにより、3 速段 2 速段 1 速段の順でシフトダウンされる。

【 0 0 3 2 】

尚、変速用モータ 2 4 a には、回転軸 2 4 b の回転角度（又は回転数）を検出する回転角度検出器 5 4（パルスエンコーダー等）が設けられている。変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b の回転角度（又は回転数）とコントローラ 3 0 の第 1～第 3 の各切換位置 P 1～P 3 とが対応しているため、回転角度検出器 5 4 によって回転軸 2 4 b の回転角度（又は回転数）を検出することによって、コントローラ 3 0 が第 1～第 3 のいずれの切換位置 P 1～P 3 に移動しているかが判明し、これに基づいて内装変速機 2 3 が 1 速段～3 速段のいずれの変速段に切換えられているのかを検出することができる。

【 0 0 3 3 】

すなわち、図 6 に示すように、回転角度検出器 5 4 が第 1 の回転角度 C 1（例えば C 1 = 90°）を検出した場合、コントローラ 3 0 が第 1 の切換位置 P 1 に移動して 1 速段に切換えられたことが検出され、回転角度検出器 5 4 が第 2 の回転角度 C 2（例えば C 2 = 180°）を検出した場合、コントローラ 3 0 が第 2 の切換位置 P 2 に移動して 2 速段に切換えられたことが検出され、回転角度検出器 5 4 が第 3 の回転角度 C 3（例えば C 3 = 270°）を検出した場合、コントローラ 3 0 が第 3 の切換位置 P 3 に移動して 3 速段に切換えられたことが検出される。

【 0 0 3 4 】

また、表示装置 2 0 は前記検出された内装変速機 2 3 の変速段やバッテリー 1 3 の残量等を表示するものである。図 3 に示すように、制御装置 1 9 は補助電動機用制御部 1 9 a と自動変速装置用制御部 1 9 b とからなる。

【 0 0 3 5 】

補助電動機用制御部 1 9 a は、トルク検出器 1 7 で検出された踏み込みトルクのデータに基づいて補助電動機 1 2 を制御し、且つ、前記踏み込みトルクのデータを自動変速装置用制御部 1 9 b に送信する。

【 0 0 3 6 】

自動変速装置用制御部 1 9 b は、前記補助電動機用制御部 1 9 a から送信された踏み込みトルクのデータと速度検出器 1 8 で検出された走行速度のデータと回転角度検出器 5 4 で検出された変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b の回転角度のデータとに基づいて、アクチュエーター 2 4 と表示装置 2 0 とを制御するものである。

【 0 0 3 7 】

また、自動変速装置用制御部 1 9 b は、シフトダウンを行う場合、減速信号をアクチュエーター 2 4 に送信し、シフトアップを行う場合、増速信号をアクチュエーター 2 4 に送信し、アクチュエーター 2 4 を停止させる場合、停止信号をアクチュエーター 2 4 に送信し、さらに、補助電動機用制御部 1 9 a に対して、補助電動機 1 2 を停止させる補助電動機停止信号と補助電動機 1 2 を駆動させる補助電動機駆動信号とを送信する。

【 0 0 3 8 】

次に、前記のような構成を有する電動自転車 1 1 の自動変速方法（シフトダウンの制御方法）について、図 7～図 9 のグラフと図 10 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 3 9 】

乗員が電動自転車 1 1 を運転している際、ペダル 1 5 によって回転されるクランク軸 1 6 に作用する踏み込みトルク T O a（図 7 の実線参照）をトルク検出器 1 7 によって検出

10

20

30

40

50

する。検出された踏み込みトルク T_{Oa} のデータを、補助電動機用制御部 19a に送信し、さらに、補助電動機用制御部 19a から自動変速装置用制御部 19b にも送信する。

【0040】

補助電動機用制御部 19a は、補助電動機 12 を駆動し、検出された踏み込みトルク T_{Oa} と同じ大きさの補助トルク T_{Ob} (図7の点線参照) を発生させる。

自動変速装置用制御部 19b は、検出された踏み込みトルク T_{Oa} に基づいて、移動平均トルク T_{Oc} (図7の二点鎖線参照) を求める(ステップ-1)。尚、移動平均トルク T_{Oc} とは、図8に示すように、現在より一定時間 t_1 (例えば0.5秒間) 遡った時点における所定範囲の時間 t_2 (例えば0.4秒間) 内の踏み込みトルク T_{Oa} の積分値(斜線部分)である。ここで、所定範囲の時間 t_2 は一定時間 t_1 以下 ($t_2 < t_1$) である。

10

【0041】

さらに、電動自転車 11 の走行速度を速度検出器 18 によって検出する(ステップ-2)。自動変速装置用制御部 19b は、前記検出された走行速度が所定の速度閾値以下かどうかを判断し(ステップ-3)、所定の速度閾値よりも高い場合は前記(ステップ-1)に戻る。

【0042】

また、所定の速度閾値以下の場合、自動変速装置用制御部 19b は、前記移動平均トルク T_{Oc} が所定のトルク閾値 T_{Od} (図7参照) 以上かどうかを判断し(ステップ-4)、所定のトルク閾値 T_{Od} よりも低い場合は前記(ステップ-1)に戻る。

20

【0043】

また、図7の点(イ)に示すように、移動平均トルク T_{Oc} が所定のトルク閾値 T_{Od} 以上になった場合、自動変速装置用制御部 19b は、その直後に検出された踏み込みトルク T_{Oa} の1番目のピーク P_1 を検出したかを判断する(ステップ-5)。尚、図9に示すように、自動変速装置用制御部 19b は、検出された踏み込みトルク T_{Oa} の3つのデータを比較し、2番目に検出された踏み込みトルク値 T_{Oa2} が1番目に検出された踏み込みトルク値 T_{Oa1} 以上であり、且つ、3番目に検出された踏み込みトルク値 T_{Oa3} が2番目に検出された踏み込みトルク値 T_{Oa2} よりも小さい場合、踏み込みトルク T_{Oa} のピーク P_1 を検出したと判断する。

【0044】

30

1番目のピーク P_1 を検出した場合、自動変速装置用制御部 19b は、回転角度検出器 54 によって検出される変速用モータ 24a の回転軸 24b の回転角度に基づいて、内装変速機 23 の現在の变速段を求め、現在の变速段が1速段かどうかを判断する(ステップ-6)。

【0045】

現在の变速段が例えば3速段の場合、図7の点(ロ)に示すように、自動変速装置用制御部 19b は、アクチュエーター 24 に減速信号を送信するとともに、補助電動機用制御部 19a に補助電動機停止信号を送信する(ステップ-7)。

【0046】

これにより、補助電動機 12 が停止し、補助電動機 12 から発生していた補助トルク T_{Ob} が0になる。また、図6に示すように、アクチュエーター 24 の変速用モータ 24a の回転軸 24b が第3の回転角度 C_3 (3速段に対応) から第2の回転角度 C_2 (2速段に対応) に他方向 a_1 へ回転する(ステップ-8)。これにより、図2に示すように、変速ワイヤー 48 が他方向 a_2 へ弛められて、変速ロッド 39 がスプリング(図示省略)の付勢力によってシフトダウンの方向 A へ押し出され、図4(b)に示すように、コントローラ 30 が遊星腕 31 から外れて第3の切換位置 P_3 から第2の切換位置 P_2 に移動し、3速段から2速段へシフトダウンされる。

40

【0047】

このように、前記踏み込みトルク T_{Oa} の1番目のピーク P_1 を検出した時点で、自動変速装置用制御部 19b がアクチュエーター 24 に減速信号を送信することによって、図

50

7の点(八)に示すように、若干の時間差 t_3 を経て、前記踏み込みトルク T_{Oa} の1番目のピーク P_1 とその次に検出される2番目のピーク P_2 との間の谷間59において、内装変速機23が3速段(現在の変速段)から2速段(一段減速側の変速段)へ切換えられる切換途中の状態になる。この場合、前記切換途中の状態とは、コントローラ30が第3の切換位置 P_3 と第2の切換位置 P_2 との間に位置して遊星腕31から外れた瞬間の状態である。

【0048】

自動変速装置用制御部19bは、回転角度検出器54によって検出された回転軸24bの回転角度が第2の切換位置 P_2 に対応した第2の回転角度 C_2 に達したかを判断し(ステップ-9)、第2の回転角度 C_2 に達した場合、アクチュエータ24から送信される変速完了信号によって、3速段から2速段へシフトダウンされたと判断し、アクチュエータ24に停止信号を送信するとともに、補助電動機用制御部19aに補助電動機駆動信号を送信する(ステップ-10)。これにより、アクチュエータ24の変速用モータ24aが停止して、図7の点(二)に示すように、踏み込みトルク T_{Oa} の2番目のピーク P_2 に達する前に内装変速機23の3速段から2速段への減速動作が終了するとともに、補助電動機12が作動して補助トルク T_{Ob} を発生させる(ステップ-11)。

10

【0049】

また、前記ステップ-6において、現在の変速段が例えば2速段の場合、同様に、図7の点(口)に示すように、自動変速装置用制御部19bは、アクチュエータ24に減速信号を送信するとともに、補助電動機用制御部19aに補助電動機停止信号を送信する(ステップ-7)。

20

【0050】

これにより、補助電動機12が停止し、補助電動機12から発生していた補助トルク T_{Ob} が0になる。また、図6に示すように、アクチュエータ24の変速用モータ24aが第2の回転角度 C_2 (2速段に対応)から第1の回転角度 C_1 (1速段に対応)に他方向 a_1 へ回転する(ステップ-8)。これにより、図2に示すように、変速ワイヤ48が他方向 a_2 へ弛められて、変速ロッド39がスプリング(図示省略)の付勢力によってシフトダウンの方向Aへ押し出され、図4(c)に示すように、コントローラ30が第2の切換位置 P_2 から第1の切換位置 P_1 に移動して内歯車ワンウェイクラッチ38に当接し、内歯車ワンウェイクラッチ38がハブシェル34から外れて、2速段から1速段へシフトダウンされる。

30

【0051】

この際、図7の点(八)に示すように、若干の時間差 t_3 を経て、前記踏み込みトルク T_{Oa} の1番目のピーク P_1 とその次に検出される2番目のピーク P_2 との間の谷間59において、内装変速機23が2速段(現在の変速段)から1速段(一段減速側の変速段)へ切換えられる切換途中の状態になる。この場合、前記切換途中の状態とは、コントローラ30が第2の切換位置 P_2 と第1の切換位置 P_1 との間に位置して内歯車ワンウェイクラッチ38に接触した瞬間の状態である。

【0052】

自動変速装置用制御部19bは、回転角度検出器54によって検出された回転軸24bの回転角度が第1の切換位置 P_1 に対応した第1の回転角度 C_1 に達したかを判断し(ステップ-9)、第1の回転角度 C_1 に達した場合、アクチュエータ24から送信される変速完了信号によって、2速段から1速段へシフトダウンされたと判断し、アクチュエータ24に停止信号を送信するとともに、補助電動機用制御部19aに補助電動機駆動信号を送信する(ステップ-10)。これにより、アクチュエータ24の変速用モータ24aが停止して、図7の点(二)に示すように、踏み込みトルク T_{Oa} の2番目のピーク P_2 に達する前に内装変速機23の2速段から1速段への減速動作が終了するとともに、補助電動機12が作動して補助トルク T_{Ob} を発生させる(ステップ-11)。

40

【0053】

このように、自動変速装置用制御部19bが減速信号をアクチュエータ24に送信し

50

てから実際に内装変速機 2 3 が作動して減速操作が実行されるまでの時間差 t_3 (タイムラグ) を考慮して、減速操作を制御しているため、内装変速機 2 3 にかかる負荷が低下したタイミングで減速操作が行われ、より確実に円滑な減速操作を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、前記ステップ - 6 において、現在の変速段が例えば 1 速段の場合、これ以上シフトダウンできないため、一連の制御を終了する。

また、前記ステップ - 1 において、移動平均トルク T_{Oc} を求めることにより、路面の状態をある程度まで検知することができる。例えば、急な上り坂を走行する場合等において、移動平均トルク T_{Oc} が増大する。

【 0 0 5 5 】

また、前記ステップ - 3 , 4 において、検出された走行速度が所定の速度閾値よりも高ければ、移動平均トルク T_{Oc} が所定のトルク閾値 T_{Od} 以上になっても、内装変速機 2 3 の減速動作は行われぬ。したがって、電動自転車 1 1 の走行速度を速くするために、ペダル 1 5 に対する踏力を増やしてクランク軸 1 6 の回転速度を急に増やし、電動自転車 1 1 の走行速度を所定の速度閾値よりも高くした場合等において、急に内装変速機 2 3 の減速動作が行われ、乗員の意図に反して走行速度が急に低下してしまうといった不具合を防止することができる。

【 0 0 5 6 】

また、前記ステップ - 5 , 7 において、踏み込みトルク T_{Oa} の 1 番目のピーク P_1 を検出した場合、補助電動機 1 2 が停止し、ステップ - 1 1 において、内装変速機 2 3 の減速動作を終了した時点で、補助電動機 1 2 が作動するため、補助電動機 1 2 による負荷が内装変速機 2 3 にかからない状態で減速操作が行われる。したがって、内装変速機 2 3 にかかる負荷をより一層低下した状態で減速操作が行われ、より確実に円滑な減速操作を行うことができる。

【 0 0 5 7 】

以上がシフトダウンの制御方法であり、また、シフトアップの制御方法は例えば下記のように行われる。

(1) 前記速度検出器 1 8 によって検出された走行速度の移動平均値を微分して加速度を求め、電動自転車 1 1 の加減速の状態を検知する。

【 0 0 5 8 】

(2) 電動自転車 1 1 の走行状態が加速状態である場合、検出された現在の走行速度が第 1 の速度設定値以上になると、自動変速装置用制御部 1 9 b がアクチュエーター 2 4 に増速信号を送信する。

【 0 0 5 9 】

これにより、例えば現在の変速段が 1 段速の場合、図 6 に示すように、アクチュエーター 2 4 の変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b が第 1 の回転角度 C_1 から第 2 の回転角度 C_2 に一方向 b_1 へ回転する。これにより、図 2 に示すように、変速ワイヤー 4 8 が一方向 b_2 へ引っ張られて、変速ロッド 3 9 がスプリングの付勢力に抗してシフトアップの方向 B へ押し込まれ、図 4 (b) に示すように、コントローラ 3 0 が第 1 の切換位置 P_1 から第 2 の切換位置 P_2 に移動して、内装変速機 2 3 が 1 段速から 2 段速へ切換えられる。

【 0 0 6 0 】

また、現在の変速段が 2 段速の場合、図 6 に示すように、アクチュエーター 2 4 の変速用モータ 2 4 a の回転軸 2 4 b が第 2 の回転角度 C_2 から第 3 の回転角度 C_3 に一方向 b_1 へ回転する。これにより、図 2 に示すように、変速ワイヤー 4 8 が一方向 b_2 へ引っ張られて、変速ロッド 3 9 がスプリングの付勢力に抗してシフトアップの方向 B へ押し込まれ、図 4 (a) に示すように、コントローラ 3 0 が第 2 の切換位置 P_2 から第 3 の切換位置 P_3 に移動して、内装変速機 2 3 が 2 段速から 3 段速へ切換えられる。

【 0 0 6 1 】

尚、現在の変速段が 3 段速の場合、これ以上シフトアップできないため、一連の制御を終了する。

10

20

30

40

50

(3) また、電動自転車 11 の走行状態が加速状態ではなく一定速度で走行している状態である場合、検出された現在の走行速度が第 2 の速度設定値以上になり且つ算出された移動平均トルク T_{Oc} が所定のトルク設定値以下になると、自動変速装置用制御部 19b がアクチュエーター 24 に増速信号を送信する。

【0062】

これにより、例えば現在の変速段が 1 段速の場合、図 6 に示すように、アクチュエーター 24 の変速用モータ 24a の回転軸 24b が第 1 の回転角度 C_1 から第 2 の回転角度 C_2 に一方向 b_1 に回転する。これにより、図 2 に示すように、変速ワイヤー 48 が一方向 b_2 へ引っ張られて、変速ロッド 39 がスプリングの付勢力に抗してシフトアップの方向 B へ押し込まれ、図 4 (b) に示すように、コントローラ 30 が第 1 の切換位置 P_1 から第 2 の切換位置 P_2 に移動して、内装変速機 23 が 1 段速から 2 段速へ切換えられる。

10

【0063】

また、現在の変速段が 2 段速の場合、図 6 に示すように、アクチュエーター 24 の変速用モータ 24a の回転軸 24b が第 2 の回転角度 C_2 から第 3 の回転角度 C_3 へ一方向 b_1 に回転する。これにより、変速ワイヤー 48 が一方向 b_2 へ引っ張られて、変速ロッド 39 がスプリングの付勢力に抗してシフトアップの方向 B へ押し込まれ、図 4 (a) に示すように、コントローラ 30 が第 2 の切換位置 P_2 から第 3 の切換位置 P_3 に移動して、内装変速機 23 が 2 段速から 3 段速へ切換えられる。

【0064】

尚、現在の変速段が 3 段速の場合、これ以上シフトアップできないため、一連の制御を終了する。

20

(4) また、電動自転車 11 の走行状態が減速状態である場合、自動変速装置用制御部 19b はアクチュエーター 24 に増速信号を送信せず、シフトアップは行われない。

【0065】

尚、前記実施の形態では、変速機の一例として、3 段の内装変速機 23 を挙げたが、3 段に限定されるものではなく、3 段以外の複数段であってもよい。また、内装変速機 23 に限定されるものではなく、外装変速機を用いたものであってもよい。

【0066】

また、前記実施の形態では、変速用モータ 24a の回転軸 24b の回転角度 (又は回転数) を回転角度検出器 54 で検出することによって、内装変速機 23 が 1 速段 ~ 3 速段のいずれの変速段に切換えられているのかを検出しているが、変速ロッド 39 の先端の位置を検出することによって、内装変速機 23 が 1 速段 ~ 3 速段のいずれの変速段に切換えられているのかを検出してもよい。

30

【0067】

また、前記実施の形態では、図 8 に示すように、移動平均トルク T_{Oc} を、現在より一定時間 t_1 (例えば 0.5 秒間) 遡った時点における所定範囲の時間 t_2 (例えば 0.4 秒間) 内の踏み込みトルク T_{Oa} の積分値 (斜線部分) と定義しているが、この場合、前記一定時間 $t_1 =$ 所定範囲の時間 t_2 としてもよい。すなわち、 $t_1 = t_2$ とした場合は、移動平均トルク T_{Oc} は、現在より一定時間 t_1 (例えば 0.5 秒間) 遡った時点から現在までの踏み込みトルク T_{Oa} の積分値 (斜線部分) となる。

40

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は、自動変速装置を備えた電動自転車の自動変速方法に関するものであり、特に、シフトダウンの制御方法に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】本発明の実施の形態における電動自転車の側面図

【図 2】同、電動自転車の自動変速装置の平面図

【図 3】同、電動自転車の自動変速装置の制御系のブロック図

【図 4】同、電動自転車の自動変速装置の変速機の切換動作を示す断面図

50

【図5】同、電動自転車の自動変速装置の連動機構の構成を示す模式図

【図6】同、電動自転車の自動変速装置のアクチュエーターの回転軸の回転角度と変速機の変速段との対応関係を示す図

【図7】同、電動自転車の自動変速方法（シフトダウン）を示すグラフ

【図8】同、電動自転車の自動変速方法における移動平均トルクを示すグラフ

【図9】同、電動自転車の自動変速方法における踏み込みトルクのピークを検出する方法を説明する図

【図10】同、電動自転車の自動変速方法（シフトダウン）を示すフローチャート

【図11】従来の電動自転車の自動変速方法（シフトダウン）を示すフローチャート

【符号の説明】

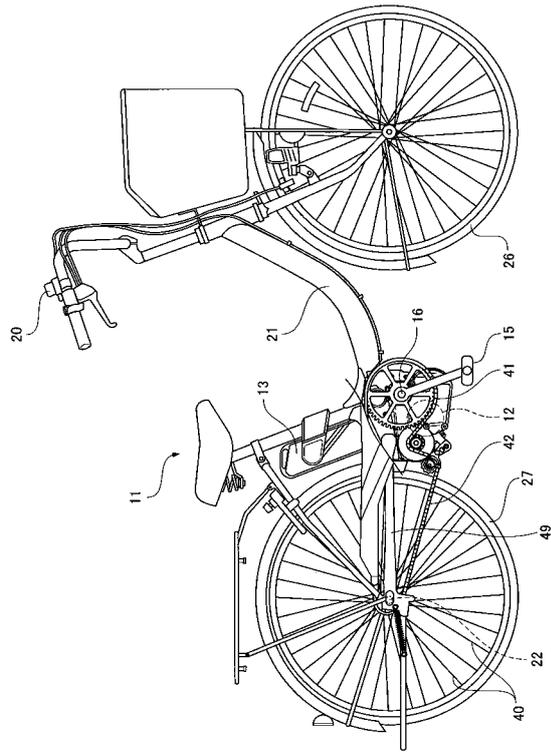
10

【0070】

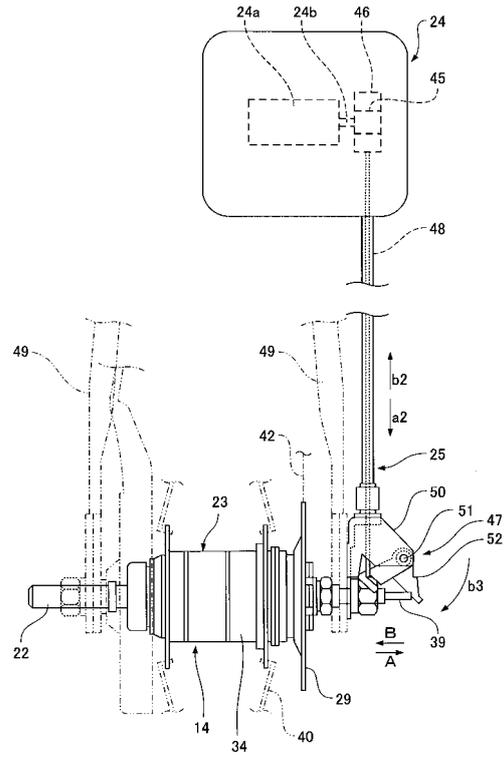
- 1 1 電動自転車
- 1 2 補助電動機
- 1 4 自動変速装置
- 1 5 ペダル
- 1 6 クランク軸
- 1 9 制御装置
- 2 3 内装変速機
- 2 4 アクチュエーター
- 5 9 谷間
- TO a 踏み込みトルク
- TO c 移動平均トルク
- TO d トルク閾値
- t 1 一定時間
- t 2 所定範囲の時間
- P 1 1番目のピーク
- P 2 2番目のピーク

20

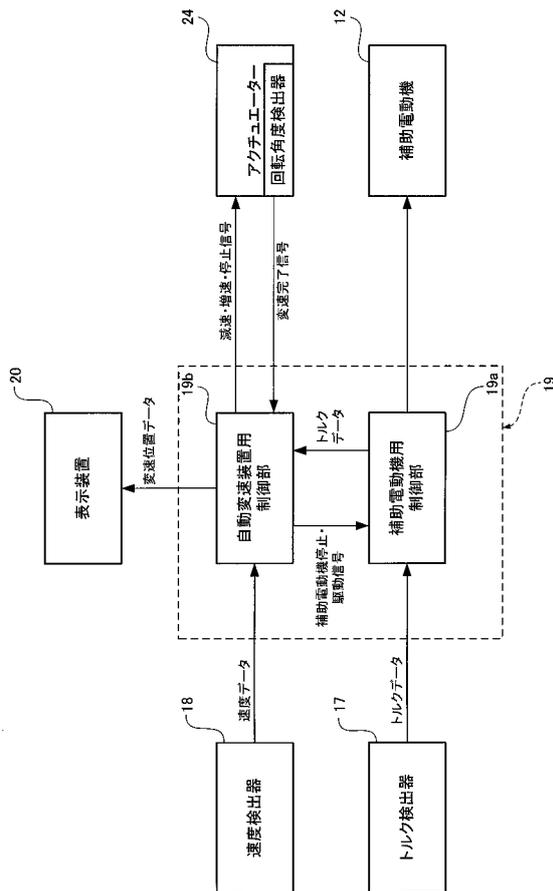
【図1】



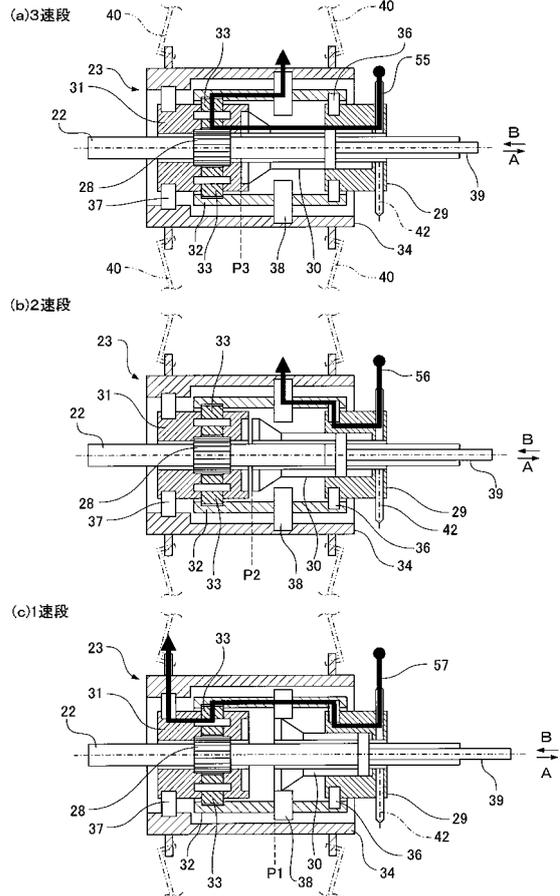
【図2】



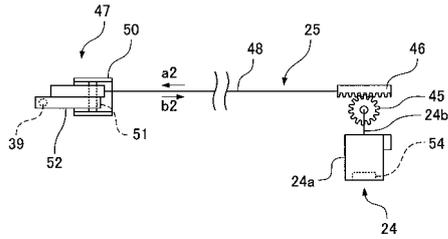
【図3】



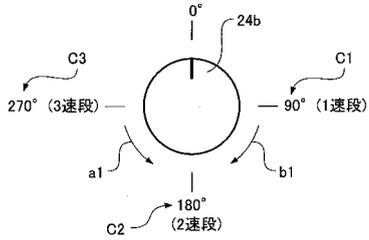
【図4】



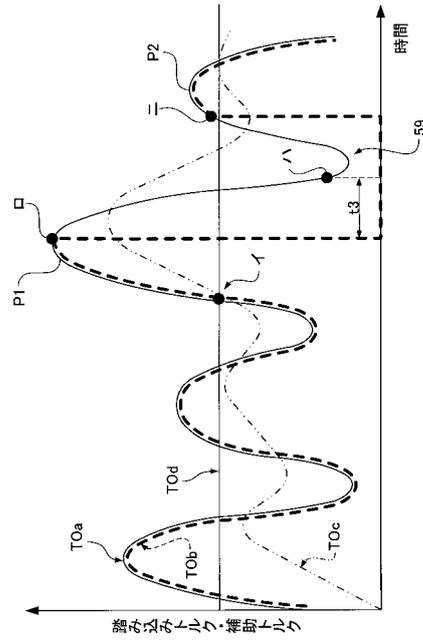
【図5】



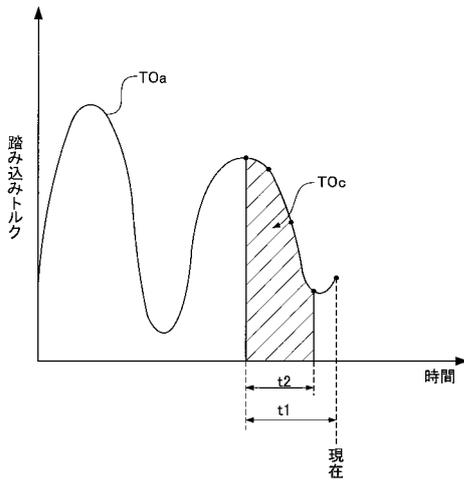
【図6】



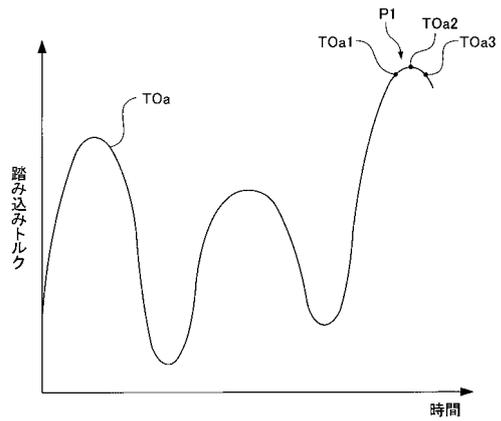
【図7】



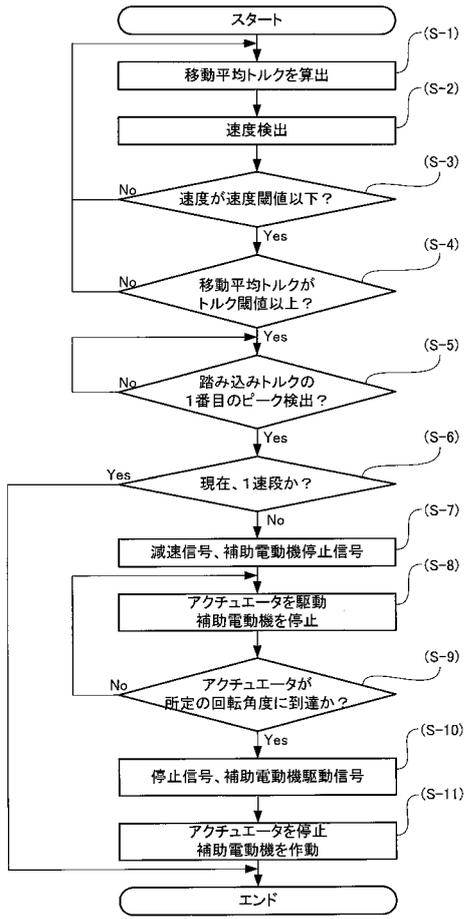
【図8】



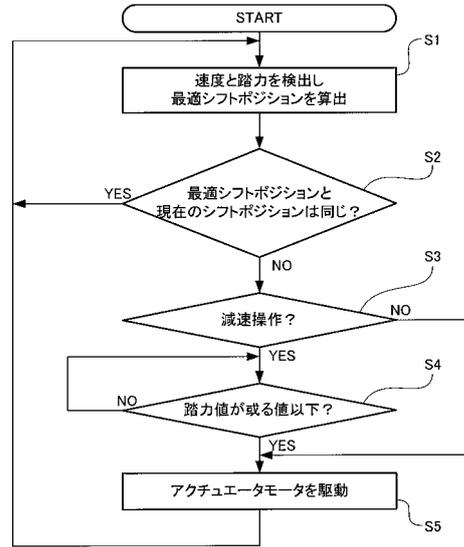
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 福岡 裕二

大阪府柏原市片山町13番13号 パナソニックサイクルテック株式会社内

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 特開平10-194185(JP,A)

特開平11-147494(JP,A)

特開2001-010581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62M 9/12 - 9/138,

23/02, 6/45