

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6930865号
(P6930865)

(45) 発行日 令和3年9月1日(2021.9.1)

(24) 登録日 令和3年8月16日(2021.8.16)

(51) Int.Cl.	F 1		
B60L 7/24	(2006.01)	B60L	7/24
B62M 6/45	(2010.01)	B62M	6/45
B62M 6/90	(2010.01)	B62M	6/90
B62M 6/55	(2010.01)	B62M	6/55
B62M 1/10	(2010.01)	B62M	1/10

Z 請求項の数 16 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-118451 (P2017-118451)	(73) 特許権者 000002439
(22) 出願日	平成29年6月16日(2017.6.16)	株式会社シマノ
(65) 公開番号	特開2019-1335 (P2019-1335A)	大阪府堺市堺区老松町3丁77番地
(43) 公開日	平成31年1月10日(2019.1.10)	(74) 代理人 100105957
審査請求日	令和1年7月1日(2019.7.1)	弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人 100068755
		弁理士 恩田 博宣
		(72) 発明者 土澤 康弘
		大阪府堺市堺区老松町3丁77番地 株式会社 シマノ 内
		(72) 発明者 松田 浩史
		大阪府堺市堺区老松町3丁77番地 株式会社 シマノ 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】自転車用制御装置およびこの装置を含む自転車用制動システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自転車を制動する制動力を変更可能な電動アクチュエータを備える制動装置を制御する制御部を含み、

前記制御部は、前記自転車の操作部の第1操作方向における速度または加速度に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御し、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、前記自転車に与えられる動力を検出する検出部によって検出された前記動力に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御し、

前記自転車の操作部は、クランクを含み、

前記加速度は、前記クランクの角加速度を含み、

前記角加速度は、前記自転車を前進させる場合に前記クランクが回転する方向とは反対の第2回転方向における第2角加速度を含み、

前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、前記第2角加速度に応じて前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する、自転車用制御装置。

【請求項 2】

前記電動アクチュエータは、前記自転車の推進をアシストするモータを含み、

前記制御部は、前記モータに制動動作または回生動作をさせることによって、前記制動力を発生させる、請求項1に記載の自転車用制御装置。

【請求項 3】

10

20

前記制動装置は、自転車を制動する制動力を発生させる摩擦部をさらに含み、前記摩擦部は、前記電動アクチュエータによって変位される、請求項1に記載の自転車用制御装置。

【請求項4】

前記角加速度は、前記自転車を前進させる場合に前記クランクが回転する第1回転方向における第1角加速度を含み、

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、前記第1角加速度に応じて前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する、請求項1～3のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項5】

10

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記クランクの前記第1角加速度が0未満の場合、前記第1角加速度が小さくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する、請求項4に記載の自転車用制御装置。

【請求項6】

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記第1角加速度が0以上の場合、前記制動力が0になるように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動装置による制動を行わない、請求項4または5に記載の自転車用制御装置。

【請求項7】

20

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車の変速比を小さくした場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する、請求項4～6のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項8】

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車に入力される人力駆動力が所定トルク以上の場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する、請求項4～7のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項9】

30

前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車の走行負荷が所定値以上の場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する、請求項4～8のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項10】

前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、前記クランクの前記第2角加速度が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する、請求項1～9のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項11】

40

前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、かつ、前記第2角加速度が0よりも大きい場合、前記第2角加速度が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御し、

前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合における前記第1角加速度の減少に対する前記制動力の増加の割合は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合の前記第2角加速度の増加に対する前記制動力の増加の割合よりも小さい、請求項4～9のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項12】

前記制御部は、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、前記自転車を後退させる方向の前記駆動力が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する、請求項1～11のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

50

【請求項 1 3】

前記制御部は、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、かつ、前記自転車を前進させる方向の前記動力が生じた場合、前記制動力が0になるように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動装置による制動を行わない、請求項1～1 2のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 1 4】

前記検出部は、前記自転車に加えられる人力駆動力および道路の勾配の少なくとも一方を検出する、請求項1～1 3のいずれか一項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 1 5】

請求項1～1 4のいずれか一項に記載の自転車用制御装置と、
前記制動装置と含む、自転車用制動システム。

【請求項 1 6】

前記制動装置の制動によって発生する電気エネルギーを充電可能なバッテリをさらに含む、請求項1 5に記載の自転車用制動システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、自転車用制御装置およびこの装置を含む自転車用制動システムに関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

特許文献1に開示される自転車用制御装置は、ブレーキレバーの操作量またはブレーキレバーに搭乗者が与えた力に応じて制動装置による制動力を変更し、自転車の挙動を制御している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0 0 0 3】****【特許文献1】特開2017-43333号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 4】**

ブレーキレバーの操作量およびブレーキレバーに与えられた力以外のパラメータを用いて自転車の挙動を制御した方が好ましい場合がある。上記自転車用制御装置では、この点について考慮されていない。

【0 0 0 5】

本発明の目的は、自転車の挙動を好適に制御できる自転車用制御装置およびこの装置を含む自転車用制動システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 6】**

本発明の第1側面に従う自転車用制御装置の一形態は、自転車を制動する制動力を変更可能な電動アクチュエータを備える制動装置を制御する制御部を含み、前記制御部は、前記自転車の操作部の第1操作方向における速度または加速度に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第1側面に従えば、ユーザの意思を反映した制動力の制御を行うことができるため、自転車の挙動を好適に制御できる。

【0 0 0 7】

前記第1側面に従う第2側面の自転車用制御装置において、前記電動アクチュエータは、前記自転車の推進をアシストするモータを含み、前記制御部は、前記モータに制動動作または回生動作をさせることによって、前記制動力を発生させる。

上記第2側面に従えば、モータの制動動作または回生動作によって制動力を変更するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0008】

前記第1側面に従う第3側面の自転車用制御装置において、前記制動装置は、自転車を制動する制動力を発生させる摩擦部をさらに含み、前記摩擦部は、前記電動アクチュエータによって変位される。

上記第3側面に従えば、摩擦部の変位によって制動力を変更することができる。

【0009】

前記第1～第3側面のいずれか1つに従う第4側面の自転車用制御装置において、前記自転車の操作部は、クランクを含み、前記速度は、前記クランクの回転速度を含み、前記加速度は、前記クランクの角加速度を含む。

上記第4側面に従えば、クランクの操作に反映されるユーザの減速の意思に応じた制動力の制御を行うことができる。

【0010】

前記第1～第3側面のいずれか1つに従う第5側面の自転車用制御装置において、前記自転車の操作部は、クランクおよびブレーキレバーの少なくとも一方を含む。

上記第5側面に従えば、クランクおよびブレーキレバーの操作に反映されるユーザの減速の意図を反映した制動力の制御を行うことができる。

【0011】

本発明の第6側面に従う自転車用制御装置の一形態は、自転車を制動する制動力を発生させる摩擦部、および、前記摩擦部を変位させることによって前記制動力を変更可能な電動アクチュエータを備える制動装置を制御する制御部を含み、前記制御部は、クランクの回転状態に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第6側面に従えば、クランクの回転状態に反映されるユーザの意思に応じた制動力の制御を行うことができるため、自転車の挙動を好適に制御できる。

【0012】

本発明の第7側面に従う自転車用制御装置の一形態は、自転車の推進をアシストするモータを制御する制御部を含み、前記制御部は、前記自転車を前進させる場合にクランクが回転する第1回転方向に前記クランクが回転する場合、かつ、前記クランクの角加速度が0未満の場合、前記モータによるアシストを停止させる。

上記第7側面に従えば、ユーザが自転車を減速するためにクランクの角加速度を0未満にした場合に、モータによるアシストが停止するため、早期に減速できる。このため、ユーザの意思に応じたモータの制御ができ、自転車の挙動を好適に制御できる。

【0013】

前記第7側面に従う第8側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記自転車を制動する制動力を変更可能な電動アクチュエータを備える制動装置を制御し、前記角加速度に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第8側面に従えば、電動アクチュエータを制御することによって、ユーザの意思をより反映した制動力の制御を行うことができる。

【0014】

前記第8側面に従う第9側面の自転車用制御装置において、制御部は、前記クランクの角加速度が0未満の場合、前記角加速度に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第9側面に従えば、ユーザが自転車を減速するためにクランクの角加速度を0未満にした場合に、ユーザの意思を反映した制動力の制御を行うことができる。

【0015】

前記第6側面に従う第10側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクの回転速度または角加速度に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第10側面に従えば、クランクの回転速度または角加速度に反映されるユーザの意思に応じた制動力の制御を行うことができるため、自転車の挙動を好適に制御できる。

10

20

30

40

50

【0016】

前記第4または第10側面に従う第11側面の自転車用制御装置において、前記角加速度は、前記自転車を前進させる場合に前記クランクが回転する第1回転方向における第1角加速度を含み、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、前記第1角加速度に応じて前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第11側面に従えば、クランクの第1角加速度に反映されるユーザの意思に応じた制動力の制御を行うことができる。

【0017】

前記第11側面に従う第12側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記クランクの前記第1角加速度が0未満の場合、前記第1角加速度が小さくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第12側面に従えば、ユーザが自転車を減速させるためにクランクの第1角加速度を小さくするほど、制動力が大きくなるため、早期に減速することができる。

【0018】

前記第11または第12側面に従う第13側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記第1角加速度が0以上の場合、前記制動力が0になるように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動装置による制動を行わない。

上記第13側面に従えば、ユーザが自転車を加速させるためにクランクの角加速度を0以上にした場合、制動力が0になるため、加速が妨げられない。

【0019】

前記第11～第13側面のいずれか1つに従う第14側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車の変速比を小さくした場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第14側面に従えば、変速比が小さくなることによってクランクの回転速度が低下した場合には、制動装置による制動が行われない、または、制動力が低下するように電動アクチュエータが制御されるため、不適切な制動が行われることが抑制される。

【0020】

前記第11～第14側面のいずれか1つに従う第15側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車に入力される人力駆動力が所定トルク以上の場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第15側面に従えば、上り坂等の走行によって人力駆動力が所定トルク以上になっている場合には、制動装置による制動が行われない、または、制動力が低下するように電動アクチュエータが制御されるため、不適切な制動が行われることが抑制される。

【0021】

前記第11～第15側面のいずれか1つに従う第16側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合、かつ、前記自転車の走行負荷が所定値以上の場合、前記制動装置による制動を行わない、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第16側面に従えば、走行負荷が所定値以上の場合には、制動装置による制動が行われない、または、制動力が低下するように電動アクチュエータが制御されるため、不適切な制動が行われることが抑制される。

【0022】

前記第4および第10～第16側面のいずれか1つに従う第17側面の自転車用制御装置において、前記角加速度は、前記自転車を前進させる場合に前記クランクが回転する方向とは反対の第2回転方向における第2角加速度を含み、前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、前記第2角加速度に応じて前記制動力を変更するよう

10

20

30

40

50

に前記電動アクチュエータを制御する。

上記第17側面に従えば、クランクの第2角加速度に反映されるユーザの意思に応じた制動力の制御を行うことができる。

【0023】

前記第17側面に従う第18側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、前記クランクの前記第2角加速度が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第18側面に従えば、ユーザが自転車を減速させるためにクランクの第2角加速度を大きくするほど、制動力が大きくなるため、早期に減速することができる。

【0024】

前記第17側面に従う第19側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合、かつ、前記第2角加速度が0よりも大きい場合、前記第2角加速度が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御し、前記クランクが前記第1回転方向に回転する場合における第1角加速度の減少に対する前記制動力の増加の割合は、前記クランクが前記第2回転方向に回転する場合の前記第2角加速度の増加に対する前記制動力の増加の割合よりも小さい。

上記第19側面に従えば、ユーザの減速の意思が明確なクランクを第2回転方向に回転する場合の制動力を第1回転方向に回転する場合の制動力よりも大きくできる。

【0025】

前記第1～第6、および、第8～第19側面のいずれか1つに従う第20側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、前記自転車に与えられる動力を検出する検出部の出力に応じて、前記制動力を変更するように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第20側面に従えば、車輪の回転が停止している場合に、自転車に与えられる動力に応じて制動力を変更することによって自転車の挙動を安定させることができる。

【0026】

前記第20側面に従う第21側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、前記自転車を後退させる方向の前記動力が大きくなるほど、前記制動力が大きくなるように前記電動アクチュエータを制御する。

上記第21側面に従えば、例えば上り坂等において車輪の回転が停止している場合に、自転車が後退することを抑制できる。

【0027】

前記第20または第21側面に従う第22側面の自転車用制御装置において、前記制御部は、前記自転車の車輪の回転が停止している場合、かつ、前記自転車を前進させる方向の前記動力が生じた場合、前記制動力が0になるように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動力が低下するように前記電動アクチュエータを制御する、または、前記制動装置による制動を行わない。

上記第22側面に従えば、自転車の走行を開始する場合に制動力によって自転車の前進が妨げられにくい。

【0028】

前記第20～第22側面のいずれか1つに従う第23側面の自転車用制御装置において、前記検出部は、前記自転車に加えられる人力駆動力および道路の勾配の少なくとも一方を検出する。

上記第23側面に従えば、検出部によって自転車に与えられる動力を好適に検出できる。

【0029】

本発明の第24側面に従う自転車用制動システムの一形態は、前記第1～第6および第8～第23側面のいずれか1つに記載の自転車用制御装置と、前記制動装置と含む。

上記第24側面に従えば、自転車の挙動を好適に制御できる。

【0030】

10

20

30

40

50

前記第24側面に従う第25側面の自転車用制動システムにおいて、前記制動装置の制動によって発生する電気エネルギーを充電可能なバッテリをさらに含む。

上記第25側面に従えば、制動によって発生する電気エネルギーを有効利用できる。

【発明の効果】

【0031】

本発明の自転車用制御装置およびこの装置を含む自転車用制動システムは、自転車の挙動を好適に制御できる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】第1実施形態の自転車用制動システムおよび自転車用制御装置を含む自転車の側面図。 10

【図2】図1の自転車用制御装置の電気的な構成を示すブロック図。

【図3】図2の記憶部に記憶される第1関係情報の一例を示すグラフ。

【図4】図2の記憶部に記憶される第2関係情報の一例を示すグラフ。

【図5】図2の記憶部に記憶される第3関係情報の一例を示すグラフ。

【図6】図2の記憶部に記憶される第4関係情報の一例を示すグラフ。

【図7】図2の制御部によって実行される自転車の走行時に制動力を変更する制御のフローチャート。

【図8】図2の制御部によって実行される車輪の停止時に制動力を変更する制御のフローチャート。 20

【図9】第2実施形態の制御部によって実行されるモータによるアシストを停止する制御のフローチャート。

【図10】第1変形例の制御部によって実行される自転車の走行時に制動力を変更する制御のフローチャート。

【図11】第2変形例の制御部によって実行される自転車の走行時に制動力を変更する制御のフローチャート。

【図12】第3変形例の制御部によって実行される自転車の走行時に制動力を変更する制御のフローチャート。

【図13】ハンドルバーに取り付けた状態における第4変形例の操作部の平面図。

【図14】第4変形例において制御部によって実行される自転車の走行時に制動力を変更する制御のフローチャート。 30

【図15】フレームに取り付けた状態における第5変形例の制動装置の平面図。

【発明を実施するための形態】

【0033】

(第1実施形態)

図1を参照して、第1の実施形態の自転車用制御装置70を搭載する自転車10について説明する。自転車10は、マウンテンバイクであってもよく、ロードバイクであってもよく、シティバイクであってもよい。また、自転車10は、三輪車であってもよく、カーゴバイクであってもよい。

【0034】

図1に示されるとおり、自転車10は、自転車本体12、車輪14、駆動機構16、および、自転車用制動システム40を含む。

自転車本体12は、フレーム18、フレーム18に接続されるフロントフォーク20、および、フロントフォーク20にステム22Aを介して着脱可能に接続されるハンドルバー22Bを備えている。フロントフォーク20は、フレーム18に支持される。

【0035】

車輪14は、前輪24および後輪26を含む。前輪24の車軸24Aは、フロントフォーク20の端部に接続される。後輪26の車軸26Aは、フレーム18のリアエンドに接続される。

【0036】

20

30

40

50

駆動機構 16 は、クランク 28 およびペダル 34 を含む。クランク 28 は、クランク軸 30 およびクランクアーム 32 を含む。駆動機構 16 は、ペダル 34 に加えられた人力駆動力を後輪 26 に伝達する。駆動機構 16 は、クランク軸 30 にワンウェイクラッチを介して結合されたフロント回転体 36 を含む。ワンウェイクラッチは、クランク 28 が前転した場合に、フロント回転体 36 を前転させ、クランク 28 が後転した場合に、フロント回転体 36 を後転させないように構成される。フロント回転体 36 は、スプロケット、ブーリまたはペベルギアを含む。フロント回転体 36 は、クランク軸 30 にワンウェイクラッチを介さずに結合してもよい。駆動機構 16 は、例えば、チェーン、ベルト、またはシャフトを介して、クランク 28 の回転を後輪 26 に結合されるリア回転体 38 に伝達するように構成される。リア回転体 38 は、スプロケット、ブーリ、または、ペベルギアを含む。後述するように、モータ 46A が、後輪 26 および前輪 24 に設けられず、クランク軸 30 からフロント回転体 36 までの動力伝達経路に結合される場合、リア回転体 38 と後輪 26 との間には、ワンウェイクラッチが設けられず、モータ 46A とフロント回転体 36 との間の動力伝達経路にもワンウェイクラッチが設けられない。後述するように、モータ 46A が、後輪 26 および前輪 24 の少なくともいずれか一方に設けられる場合、リア回転体 38 と後輪 26 との間には、ワンウェイクラッチが設けられている。ワンウェイクラッチは、リア回転体 38 が前転した場合に、後輪 26 を前転させ、後輪 26 が後転した場合に、リア回転体 38 を後転させないように構成される。フロント回転体 36 に結合されたワンウェイクラッチおよびリア回転体 38 に結合されたワンウェイクラッチの少なくとも一方は、省略されてもよい。フロント回転体 36 は、複数のフロントスプロケットを含んでもよい。リア回転体 38 は、複数のリアスプロケットを含んでいてもよい。

【0037】

図 1 および図 2 に示されるとおり、自転車用制動システム 40 は、自転車用制御装置 70 と、制動装置 42 と含む。自転車用制動システム 40 は、変速装置 44、操作装置 50、バッテリ 52、トルクセンサ 54、クランク回転センサ 56、車速センサ 58、操作部 60、検出部 62 をさらに含む。

【0038】

制動装置 42 は、電動アクチュエータ 46 を備える。電動アクチュエータ 46 は、自転車 10 を制動する制動力 B を変更可能に構成される。電動アクチュエータ 46 は、自転車 10 の推進をアシストするモータ 46A を含む。モータ 46A および駆動回路 48 は、同一のハウジング（図示略）に設けられることが好ましい。駆動回路 48 は、制御部 72 と有線または無線によって通信可能に接続されている。駆動回路 48 は、例えばシリアル通信線によって制御部 72 と通信可能である。駆動回路 48 は、制御部 72 からの制御信号に応じてモータ 46A を駆動させる。駆動回路 48 は、制御部 72 に制御されて、バッテリ 52 からモータ 46A に供給される電力を制御する。モータ 46A は、自転車 10 の推進をアシストする。モータ 46A は、電気モータを含む。モータ 46A は、ペダル 34 から後輪 26 まで的人力駆動力の伝達経路、または、前輪 24 に回転を伝達するように設けられる。モータ 46A は、自転車 10 のフレーム 18、後輪 26、または、前輪 24 に設けられる。モータ 46A は、自転車 10 のフレーム 18 と前輪 24 との両方に設けられてもよく、後輪 26 および前輪 24 の両方に設けられてもよい。一例では、モータ 46A は、クランク軸 30 からフロント回転体 36 までの動力伝達経路に結合される。モータ 46A とクランク軸 30 との間の動力伝達経路には、クランク軸 30 を自転車 10 が前進する方向に回転させた場合にクランク 28 の回転力によってモータ 46A が回転しないようにワンウェイクラッチ（図示略）が設けられるのが好ましい。モータ 46A および駆動回路 48 が設けられるハウジングには、モータ 46A および駆動回路 48 以外の構成が設けられてもよく、例えばモータ 46A の回転を減速して出力する減速機が設けられてもよい。

【0039】

変速装置 44 は、変速機 44A およびアクチュエータ 44B を含む。変速装置 44 は、自転車用制御装置 70 の制御部 72 によって制御される。制御部 72 は、図示しない変速操作部の操作に応じて、変速装置 44 を制御するように構成される。制御部 72 は、車速

センサ 5 8 の出力信号に応じて、自動で変速装置 4 4 を制御してもよい。アクチュエータ 4 4 B は、変速操作部または制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。アクチュエータ 4 4 B は、例えば P L C (Power Line Communication) によって変速操作部および制御部 7 2 の少なくとも一方と通信可能である。変速機 4 4 A は、自転車 1 0 の変速比 R を変更可能に構成される。変速機 4 4 A は、変速比 R を段階的に変更可能に構成される。アクチュエータ 4 4 B は、変速機 4 4 A に変速動作を実行させる。一例では、変速機 4 4 A は、クランク軸 3 0 に入力された回転を変速して後輪 2 6 に伝達する。この場合、変速機 4 4 A は、内装変速機を含む。内装変速機は、クランク軸 3 0 の近傍、または、後輪 2 6 のハブに設けられる。内装変速機は、クランク 2 8 とフロント回転体 3 6 との間の動力伝達経路に設けられてもよい。別の例では、変速機 4 4 A は、複数のフロントスプロケットまたは複数のリアスプロケットの間でチェーンを掛け替えることによって、クランク軸 3 0 に入力された回転を変速させて後輪 2 6 に伝達させる。この場合、変速機 4 4 A は、外装変速機（ディレイラ）を含む。外装変速機は、複数のフロントスプロケット（図示略）間でチェーンを掛け替えるフロント外装変速機、および、複数のリアスプロケット（図示略）間でチェーンを掛け替えるリア外装変速機の少なくとも一方を含む。アクチュエータ 4 4 B は、電気モータを含む。変速機 4 4 A は、アクチュエータ 4 4 B が駆動されることにより、変速動作を行って自転車 1 0 の変速比 R を段階的に変更する。変速機 4 4 A が内装変速機である場合、変速動作は変速機 4 4 A の内部の遊星歯車機構を構成する歯車の連結状態を変更する動作を含む。変速機 4 4 A が外装変速機である場合、変速動作はスプロケット間ににおけるチェーンの掛け替えの動作を含む。内装変速機は、C V T (Continuously Variable Transmission) 機構を含んでいてもよい。一例では、C V T 機構は、入力体、出力体、および、伝達体を含む遊星機構によって構成され、伝達体が回転させられることによって変速比 R が連続的に変更される。10

【 0 0 4 0 】

操作装置 5 0 は、ユーザが操作可能である。操作装置 5 0 は、自転車 1 0 の推進をアシストするモータ 4 6 A のモードを変更するように構成される。モータ 4 6 A のモードの変更は、人力駆動力をアシストするアシスト力の強さの異なるモード間での変更、および、アシストモードとウォークモードとを切り替える変更の少なくとも一方を含む。操作装置 5 0 は、自転車 1 0 のハンドルバー 2 2 B (図 1 参照) に取り付けられる。操作装置 5 0 は、例えば操作部材と、操作部材の動きを検出するセンサと、センサの出力信号に応じて、制御部 7 2 と通信を行う電気回路とを含む。操作装置 5 0 は、制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。操作装置 5 0 は、例えば P L C によって制御部 7 2 と通信可能である。ユーザによって操作装置 5 0 が操作されることによって、操作装置 5 0 は、制御部 7 2 に出力信号を送信する。操作装置 5 0 は、モータ 4 6 A のモードを変更するための 1 つ以上の操作部材を含む。各操作部材は、プッシュスイッチ、レバー式スイッチ、または、タッチパネルによって構成される。30

【 0 0 4 1 】

バッテリ 5 2 は、制動装置 4 2 の制動によって発生する電気エネルギーを充電可能に構成される。バッテリ 5 2 は、1 または複数のバッテリセルを含むバッテリユニット 5 2 A 、および、バッテリユニット 5 2 A を支持するバッテリホルダ 5 2 B を含む。バッテリセルは、充電池を含む。バッテリ 5 2 は、自転車 1 0 に搭載され、バッテリ 5 2 と有線で電気的に接続されている他の電機部品、例えば、モータ 4 6 A および自転車用制御装置 7 0 に電力を供給する。バッテリ 5 2 は、制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。バッテリ 5 2 は、例えば P L C によって制御部 7 2 と通信可能である。バッテリ 5 2 は、フレーム 1 8 の外部に取り付けられてもよく、少なくとも一部がフレーム 1 8 の内部に収容されてもよい。40

【 0 0 4 2 】

図 2 に示されるトルクセンサ 5 4 は、人力駆動力 T A に応じた信号を出力する。トルクセンサ 5 4 は、図 1 に示すペダル 3 4 を介して駆動機構 1 6 に入力される人力駆動力 T A を検出する。トルクセンサ 5 4 は、クランク軸 3 0 からフロント回転体 3 6 までの間の人50

力駆動力 T A の伝達経路に設けられてもよく、クランク軸 3 0 またはフロント回転体 3 6 に設けられてもよく、クランクアーム 3 2 またはペダル 3 4 に設けられてもよい。トルクセンサ 5 4 は、例えば、歪センサ、光学センサ、および、圧力センサ等を用いて実現することができる。歪センサは、歪ゲージ、磁歪センサ、および、圧電センサを含む。トルクセンサ 5 4 は、クランクアーム 3 2 またはペダル 3 4 に加えられる人力駆動力 T A に応じた信号を出力するセンサであれば、いずれのセンサを採用することもできる。トルクセンサ 5 4 は、図 2 に示す制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。トルクセンサ 5 4 は、人力駆動力 T A に応じた信号を制御部 7 2 に出力する。

【 0 0 4 3 】

クランク回転センサ 5 6 は、クランク 2 8 の回転角度を検出する。クランク回転センサ 5 6 は、自転車 1 0 のフレーム 1 8 またはモータ 4 6 A のハウジングに取り付けられる。 10

クランク回転センサ 5 6 は、磁界の強度に応じた信号を出力する磁気センサを含んで構成される。周方向に磁界の強度が変化する環状の磁石が、クランク軸 3 0 またはクランク軸 3 0 からフロント回転体 3 6 までの間の動力伝達経路に設ける。磁界の強度に応じた信号を出力する磁気センサを用いることによって、1つのセンサで、クランク 2 8 の回転速度およびクランク 2 8 の回転角度を検出することができ、構成および組立を簡略化することができる。クランク回転センサ 5 6 は、クランク 2 8 の回転角度に加えて、クランク 2 8 の回転速度を検出することもできる。クランク回転センサ 5 6 は、制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。クランク回転センサ 5 6 は、クランク 2 8 の回転角度に応じた信号を制御部 7 2 に出力する。 20

【 0 0 4 4 】

クランク回転センサ 5 6 は、磁気センサに代えて、クランク軸 3 0 またはクランクアーム 3 2 に設けられる加速度センサを含んでいてもよい。加速度センサの出力は、加速度センサの傾斜角度を含む。制御部 7 2 は、加速度センサの傾斜角度に応じてクランク 2 8 の回転角度を演算する。

【 0 0 4 5 】

クランク回転センサ 5 6 は、クランク軸 3 0 からフロント回転体 3 6 までの人力駆動力 T A の伝達経路において、クランク軸 3 0 と一緒に回転する部材に設けられてもよい。例えば、クランク回転センサ 5 6 は、クランク軸 3 0 とフロント回転体 3 6 との間にワンウェイクラッチが設けられない場合、フロント回転体 3 6 に設けられてもよい。 30

【 0 0 4 6 】

図 1 に示される車速センサ 5 8 は、車輪 1 4 の回転速度を検出する。車速センサ 5 8 は、有線または無線によって制御部 7 2 と電気的に接続されている。車速センサ 5 8 は、フレーム 1 8 のチェーンステイに取り付けられる。車速センサ 5 8 は、制御部 7 2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。車速センサ 5 8 は、後輪 2 6 に取り付けられる磁石 M と車速センサ 5 8 との相対位置の変化に応じた信号を制御部 7 2 に出力する。制御部 7 2 は、車輪 1 4 の回転速度に基づいて自転車 1 0 の車速を演算する。車速センサ 5 8 は、リードスイッチを構成する磁性体リード、または、ホール素子を含むことが好ましい。車速センサ 5 8 は、フロントフォーク 2 0 に設けられ、前輪 2 4 に取り付けられる磁石を検出する構成としてもよい。 40

【 0 0 4 7 】

図 2 に示されるとおり、自転車用制御装置 7 0 は、制御部 7 2 を含む。一例では、自転車用制御装置 7 0 は、記憶部 7 4 をさらに含む。制御部 7 2 は、予め定められる制御プログラムを実行する演算処理装置を含む。演算処理装置は、例えば C P U (Central Processing Unit) または M P U (Micro Processing Unit) を含む。制御部 7 2 は、1 または複数のマイクロコンピュータを含んでいてもよい。制御部 7 2 は、さらにタイマを含む。記憶部 7 4 には、各種の制御プログラムおよび各種の制御処理に用いられる情報が記憶される。記憶部 7 4 は、例えば不揮発性メモリおよび揮発性メモリを含む。制御部 7 2 および記憶部 7 4 は、例えばモータ 4 6 A の設けられるハウジングに収容される。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

制御部72は、制動装置42を制御する。制御部72は、自転車10の操作部60の第1操作方向における速度Vまたは加速度Dに応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。制御部72は、モータ46Aに回生動作をさせることによって、制動力Bを発生させる。または、制御部72は、モータ46Aに制動動作をさせることによって、制動力Bを発生させる。

【0049】

本実施形態では、操作部60は、クランク28を含む。操作部60の第1操作方向は、自転車10を前進させる場合にクランク28が回転する第1回転方向A1と対応する。速度Vは、クランク28の回転速度VAを含む。回転速度VAは、第1回転方向A1における第1角速度VA1を含む。回転速度VAは、第1回転方向A1とは反対の第2回転方向A2における第2角速度VA2を含む。制御部72は、クランク回転センサ56の出力に基づいて第1角速度VA1および第2角速度VA2を演算する。加速度Dは、クランク28の角加速度DAを含む。角加速度DAは、第1回転方向A1における第1角加速度DA1を含む。角加速度DAは、第1回転方向A1とは反対の第2回転方向A2における第2角加速度DA2を含む。制御部72は、クランク回転センサ56の出力に基づいて第1角加速度DA1および第2角加速度DA2を演算する。制御部72は、第1角速度VA1を微分することによって第1角加速度DA1を演算し、第2角速度VA2を微分することによって第2角加速度DA2を演算してもよい。

【0050】

制御部72は、クランク28の回転状態に応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。クランク28の回転状態は、クランク28の回転方向、回転速度VA、および、角加速度DAに関連する状態を含む。制御部72は、回転速度VAまたは角加速度DAに応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。制御部72は、角加速度DAに応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。制御部72は、クランク28の角加速度DAが0未満の場合、角加速度DAに応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。

【0051】

制御部72は、クランク28が第1回転方向A1に回転する場合、第1角加速度DA1に応じて制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。

制御部72は、クランク28が第1回転方向A1に回転する場合、かつ、クランク28の第1角加速度DA1が0未満の場合、第1角加速度DA1が小さくなるほど、制動力Bが大きくなるように電動アクチュエータ46を制御する。記憶部74は、クランク28が第1回転方向A1に回転する場合、かつ、第1角加速度DA1が0未満の場合の、第1角加速度DA1と制動力Bとの第1関係情報を記憶している。図3の実線L1は、第1関係情報の一例を示す。第1関係情報は、第1角加速度DA1が小さくなるほど、制動力Bが大きくなるように規定される。第1関係情報は、第1角加速度DA1と制動力Bとが正比例するように規定されていてもよい。第1関係情報は、第1角加速度DA1が小さくなると、制動力Bがステップ状に大きくなるように規定されていてもよい。第1関係情報は、第1角加速度DA1が小さくなるほど、制動力Bの変化率が大きくなるように、制動力Bを大きくしてもよい。第1関係情報は、第1角加速度DA1が小さくなるほど、制動力Bの変化率が小さくなるように、制動力Bを大きくしてもよい。第1関係情報は、外部の装置によって変更または選択されるように構成されてもよい。第1関係情報は、記憶部74にマップとして記憶されてもよく、テーブルとして記憶されてもよく、関係式として記憶されてもよい。制御部72は、クランク28が第1回転方向A1に回転する場合、かつ、第1角加速度DA1が0未満の場合、第1関係情報に応じた制動力Bとなるように電動アクチュエータ46を制御する。

【0052】

制御部72は、クランク28が第1回転方向A1に回転する場合、かつ、第1角加速度DA1が0以上の場合、制動力Bが0になるように電動アクチュエータ46を制御する、または、制動装置42による制動を行わない。記憶部74は、クランク28が第1回転方

10

20

30

40

50

向 A 1 に回転する場合、かつ、第 1 角加速度 D A 1 が 0 以上の場合の、第 1 角速度 V A 1 と制動力 B との第 2 関係情報を記憶している。図 4 の実線 L 2 は、第 2 関係情報の一例を示す。第 2 関係情報は、第 1 角速度 V A 1 に関わらず、制動力 B が 0 になるように規定される。第 2 関係情報は、記憶部 7 4 にマップとして記憶されてもよく、テーブルとして記憶されてもよく、関係式として記憶されてもよい。制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 1 回転方向 A 1 に回転する場合、かつ、第 1 角加速度 D A 1 が 0 以上の場合、第 2 関係情報に応じた制動力 B となるように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。

【 0 0 5 3 】

制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、第 2 角加速度 D A 2 に応じて制動力 B を変更するように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。

10

制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、クランク 2 8 の第 2 角加速度 D A 2 が大きくなるほど、制動力 B が大きくなるように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 2 角加速度 D A 2 が 0 よりも大きい場合、第 2 角加速度 D A 2 が大きくなるほど、制動力 B が大きくなるように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。記憶部 7 4 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 2 角加速度 D A 2 が 0 よりも大きい場合の、第 2 角加速度 D A 2 と制動力 B との第 3 関係情報を記憶している。図 5 の実線 L 3 は、第 3 関係情報の一例を示す。第 3 関係情報は、第 2 角加速度 D A 2 と制動力 B とが正比例するように規定されていてもよい。第 3 関係情報は、第 2 角加速度 D A 2 が小さくなると、制動力 B がステップ状に大きくなるように規定されていてもよい。第 3 関係情報は、第 2 角加速度 D A 2 が小さくなるほど、制動力 B の変化率が大きくなるように、制動力 B を大きくしてもよい。第 3 関係情報は、第 2 角加速度 D A 2 が小さくなるほど、制動力 B の変化率が小さくなるように、制動力 B を大きくしてもよい。第 3 関係情報は、外部の装置によって変更または選択されるように構成されてもよい。第 3 関係情報は、記憶部 7 4 にマップとして記憶されてもよく、テーブルとして記憶されてもよく、関係式として記憶されてもよい。制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 2 角加速度 D A 2 が 0 以上の場合、第 3 関係情報に応じた制動力 B となるように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。

20

【 0 0 5 4 】

一例では、クランク 2 8 が第 1 回転方向 A 1 に回転する場合における第 1 角加速度 D A 1 の減少に対する制動力 B の増加の割合は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合の第 2 角加速度 D A 2 の増加に対する制動力 B の増加の割合よりも 小さい。この場合、第 3 関係情報は、第 2 角加速度 D A 2 が大きくなるほど、制動力 B が大きくなるように規定される。

30

【 0 0 5 5 】

制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 1 角加速度 D A 1 が 0 未満の場合、第 2 角速度 V A 2 が大きくなるほど制動力 B が大きくなるように電動アクチュエータ 4 6 を制御する。記憶部 7 4 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 2 角加速度 D A 2 が 0 以下の場合の、第 2 角速度 V A 2 と制動力 B との第 4 関係情報を記憶している。図 6 の実線 L 4 は、第 4 関係情報の一例を示す。第 4 関係情報は、第 2 角速度 V A 2 が大きくなるほど制動力 B が大きくなるように規定される。第 4 関係情報は、第 2 角速度 V A 2 と制動力 B とが正比例するように規定されていてもよい。第 4 関係情報は、第 2 角速度 V A 2 が小さくなると、制動力 B がステップ状に大きくなるように規定されていてもよい。第 4 関係情報は、第 2 角速度 V A 2 が小さくなるほど、制動力 B の変化率が大きくなるように、制動力 B を大きくしてもよい。第 4 関係情報は、第 2 角速度 V A 2 が小さくなるほど、制動力 B の変化率が小さくなるように、制動力 B を大きくしてもよい。第 4 関係情報は、外部の装置によって変更または選択されるように構成されてもよい。第 4 関係情報は、記憶部 7 4 にマップとして記憶されてもよく、テーブルとして記憶されてもよく、関係式として記憶されてもよい。制御部 7 2 は、クランク 2 8 が第 2 回転方向 A 2 に回転する場合、かつ、第 2 角加速度 D A 2 が 0 以下の場合

40

50

、第4関係情報に応じた制動力Bとなるように電動アクチュエータ46を制御する。

【0056】

図7を参照して、自転車10の走行時に制動力Bを変更する制御について説明する。制御部72は、電源が投入されると、処理を開始して図7に示すフローチャートのステップS11に移行する。制御部72は、電源が投入されている限り、所定周期ごとにステップS11からの処理を実行する。

【0057】

制御部72は、ステップS11において、クランク28が回転中か否かを判定する。例えば、制御部72は、クランク回転センサ56から信号が入力されているか否かを判定する。制御部72は、クランク28が回転中ではないと判定した場合、処理を終了する。制御部72は、クランク28が回転中の場合、ステップS12に移行する。

【0058】

制御部72は、ステップS12において、クランク28が第1回転方向A1に回転しているか否かを判定する。制御部72は、クランク28が第1回転方向A1に回転していると判定した場合、ステップS13において、第1角加速度DA1が0未満か否かを判定する。制御部72は、第1角加速度DA1が0未満と判定した場合、ステップS14において記憶部74に記憶されている第1関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS15において、ステップS14において演算した制動力Bが発生するように電動アクチュエータ46を制御する。

【0059】

制御部72は、ステップS13において、第1角加速度DA1が0以上と判定した場合、ステップS16において記憶部74に記憶されている第2関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS15において、ステップS16において演算した制動力Bが発生するように電動アクチュエータ46を制御する。

【0060】

制御部72は、ステップS12において、クランク28が第1回転方向A1に回転していないと判定した場合、すなわち、クランク28が第2回転方向A2に回転していると判定した場合、ステップS17に移行し、第2角加速度DA2が0よりも大きいか否かを判定する。制御部72は、第2角加速度DA2が0よりも大きいと判定した場合、ステップS18において、記憶部74に記憶されている第3関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS15において、ステップS18において演算した制動力Bが発生するように電動アクチュエータ46を制御する。

【0061】

制御部72は、ステップS17において、第2角加速度DA2が0以下と判定した場合、ステップS19において記憶部74に記憶されている第4関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS15において、ステップS19において演算した制動力Bが発生するように電動アクチュエータ46を制御する。

【0062】

制御部72は、自転車10の車輪14の回転が停止している場合、自転車10に与えられる動力Pを検出する検出部62の出力に応じて、制動力Bを変更するように電動アクチュエータ46を制御する。検出部62は、自転車10に加えられる人力駆動力TAおよび道路の勾配の少なくとも一方を検出する。本実施形態では、検出部62は、トルクセンサ54を含み、人力駆動力TAを検出する。検出部62は、自転車10に設けられる傾斜センサ、GPS(global positioning system)受信装置、および、インターネット等を介して道路の勾配を検出する通信機の少なくとも1つを含み、道路の勾配を検出してよい。動力Pは、自転車10を前進させる方向の動力P1、および、自転車10を後退させる方向の動力P2を含む。

【0063】

制御部72は、自転車10の車輪14の回転が停止している場合、自転車10を後退させる方向の動力P2が大きくなるほど、制動力Bが大きくなるように電動アクチュエータ

10

20

30

40

50

46を制御する。記憶部74は、自転車10の車輪14の回転が停止している場合、かつ、自転車10を後退させる方向の動力P2が発生した場合の、動力P2と制動力Bとの第5関係情報を記憶している。第5関係情報は、自転車10を後退させる方向の動力P2が大きくなるほど、制動力Bが大きくなるように規定される。第5関係情報は、記憶部74にマップとして記憶されてもよく、テーブルとして記憶されてもよく、関係式として記憶されてもよい。検出部62が道路の勾配を検出する場合、記憶部74には、自転車10を後退させる方向の動力P2と、道路の勾配との関係とが記憶されている。制御部72は、検出部62によって検出される道路の勾配に関する情報と、記憶部74に記憶される情報とに応じて、自転車10を後退させる方向の動力P2を求め、求めた動力P2と第5関係情報に基づいて制動力Bを演算する。自転車10を後退させる方向の動力P2が発生している場合、制御部72は、第5関係情報に応じた制動力Bとなるように電動アクチュエータ46を制御する。
10

【0064】

制御部72は、自転車10の車輪14の回転が停止している場合、かつ、自転車10を前進させる方向の動力P1が生じた場合、制動力Bが0になるように電動アクチュエータ46を制御する、または、制動力Bが低下するように電動アクチュエータ46を制御する、または、制動装置42による制動を行わない。記憶部74は、自転車10の車輪14の回転が停止している場合、かつ、自転車10を前進させる方向の動力P1が発生した場合の、動力P1と制動力Bとの第6関係情報を記憶している。第6関係情報は、自転車10を前進させる方向の動力P1が発生すると、制動力Bが0になるように規定される。第6関係情報は、自転車10を後退させる方向の動力P2と、自転車10を前進させる方向の動力P1とが等しくなると、制動力Bが0になるように規定されていてもよい。
20

【0065】

図8を参照して、自転車10の停車時に制動力Bを変更する制御について説明する。制御部72は、電源が投入されると、処理を開始して図8に示すフローチャートのステップS21に移行する。制御部72は、電源が投入されている限り、所定周期ごとにステップS21からの処理を実行する。

【0066】

制御部72は、ステップS21において、車輪14の回転が停止しているか否かを判定する。制御部72は、ステップS21において、車輪14が停止しておらず、回転していると判定した場合、処理を終了する。制御部72は、車輪14の回転が停止していると判定した場合、ステップS22に移行する。
30

【0067】

制御部72は、ステップS22において、自転車10を後退させる方向の動力P2が発生しているか否かを判定する。制御部72は、例えば、道路の勾配が所定勾配以上の上り坂であると判定した場合、自転車10を後退させる方向の動力P2が発生したと判定する。制御部72は、自転車10を後退させる方向の動力P2が発生したと判定した場合、ステップS23に移行する。制御部72は、動力P2が発生していないと判定した場合、処理を終了する。

【0068】

制御部72は、ステップS23において、自転車10を前進させる方向の動力P1が発生しているか否かを判定する。制御部72は、例えば、人力駆動力TAが0よりも大きくなった場合、動力P1が発生していると判定する。制御部72は、動力P1が発生していると判定した場合、ステップS24に移行する。制御部72は、ステップS24において、第6関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS25において演算した制動力Bに基づいて電動アクチュエータ46を制御する。
40

【0069】

制御部72は、ステップS23において、自転車10を前進させる方向の動力P1が発生していないと判定した場合、ステップS26に移行し、第5関係情報に基づいて制動力Bを演算し、ステップS25において演算した制動力Bが発生するように電動アクチュエータ46を制御する。
50

ータ 4 6 を制御する。

【 0 0 7 0 】

(第 2 実施形態)

図 2 および図 9 を参照して、第 2 実施形態の自転車用制御装置 7 0 について説明する。第 2 実施形態の自転車用制御装置 7 0 は、自転車 1 0 の走行時に操作部 6 0 の操作に応じてモータ 4 6 A によるアシストを停止する制御を行う点以外は第 1 実施形態の自転車用制御装置 7 0 と同様であるので、第 1 実施形態と共に構成については、第 1 実施形態と同一の符号を付し、重複する説明を省略する。第 2 実施形態のモータ 4 6 A は、制動動作および回生動作が不能に構成されていてもよい。

【 0 0 7 1 】

10

制御部 7 2 は、第 1 回転方向 A 1 にクラシク 2 8 が回転する場合、かつ、クラシク 2 8 の角加速度 D A が 0 未満の場合、モータ 4 6 A によるアシストを停止させる。制御部 7 2 は、アシストモードの選択時に、第 1 回転方向 A 1 にクラシク 2 8 が回転する場合、かつ、クラシク 2 8 の角加速度 D A が 0 未満になった場合、人力駆動力 T A に関わらず、モータ 4 6 A の駆動を停止、または、モータ 4 6 A の出力トルクを 0 にする。

【 0 0 7 2 】

20

図 9 を参照して、自転車 1 0 の走行時にモータ 4 6 A によるアシストを停止させる制御について説明する。制御部 7 2 は、電源が投入されると、処理を開始して図 9 に示すフローチャートのステップ S 3 1 に移行する。制御部 7 2 は、電源が投入されている限り、または、アシストモードが選択されている限り、所定周期ごとにステップ S 3 1 からの処理を実行する。

【 0 0 7 3 】

制御部 7 2 は、ステップ S 3 1 において、クラシク 2 8 が回転中か否かを判定する。制御部 7 2 は、クラシク 2 8 が回転していないと判定した場合には、処理を終了する。制御部 7 2 は、ステップ S 3 1 においてクラシク 2 8 が回転していると判定した場合、ステップ S 3 2 に移行する。

【 0 0 7 4 】

30

制御部 7 2 は、ステップ S 3 2 において、クラシク 2 8 が第 1 回転方向 A 1 に回転しているか否かを判定する。制御部 7 2 は、クラシク 2 8 が第 1 回転方向 A 1 に回転していないと判定した場合、処理を終了する。制御部 7 2 は、クラシク 2 8 が第 1 回転方向 A 1 に回転していると判定した場合、ステップ S 3 3 に移行する。

【 0 0 7 5 】

40

制御部 7 2 は、ステップ S 3 3 において、第 1 角加速度 D A 1 が 0 未満か否かを判定する。制御部 7 2 は、ステップ S 3 3 において、第 1 角加速度 D A 1 が 0 以上と判定した場合、処理を終了する。制御部 7 2 は、ステップ S 3 3 において、第 1 角加速度 D A 1 が 0 未満と判定した場合、ステップ S 3 4 においてモータ 4 6 A によるアシストを停止させて処理を終了する。この結果、制御部 7 2 は、ステップ S 3 1、ステップ S 3 2、および、ステップ S 3 3 のいずれかで否定判定した場合は、モータ 4 6 A によるアシストを継続する。制御部 7 2 は、ステップ S 3 1、ステップ S 3 2、および、ステップ S 3 3 の全てで肯定判定した場合は、ステップ S 3 1、ステップ S 3 2、および、ステップ S 3 3 のいずれかで否定判定されるまでモータ 4 6 A によるアシストを停止する。

【 0 0 7 6 】

(変形例)

上記各実施形態に関する説明は、本発明に従う自転車用制御装置および自転車用制動システムが取り得る形態の例示であり、その形態を制限することを意図していない。本発明に従う自転車用制御装置および自転車用制動システムは、例えば以下に示される上記各実施形態の変形例、および、相互に矛盾しない少なくとも 2 つの変形例が組み合わせられた形態を取り得る。以下の変形例において、各実施形態の形態と共に構成については、各実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 7 7 】

50

・制御部 7_2 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 の変速比 R を小さくした場合、制動装置 4_2 による制動を行わない、または、制動力 B が低下するように電動アクチュエータ 4_6 を制御してもよい。例えば、記憶部 7_4 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 の変速比 R を小さくした場合の制動力 B を規定した第 7 関係情報を記憶している。第 7 関係情報は、例えば、自転車 1_0 の変速比 R を小さくした場合、制動装置 4_2 による制動力 B が 0 になることを規定している。制御部 7_2 は、図 7 のステップ S_1_3 の処理において肯定判定した場合、図 1_0 に示すように、ステップ S_4_1 に移行し、変速比 R が小さくなつたか否かを判定する。制御部 7_2 は、例えば、変速機 4_4_A に変速比 R を小さくするための変速動作を実行させたか否かを判定する。制御部 7_2 は、変速機 4_4_A の状態を検出する検出部の検出結果に応じて変速機 4_4_A の変速比 R が小さくなつたと判定してもよい。検出部によって変速機 4_4_A の状態を検出する場合、アクチュエータ 4_4_B を省略して、変速機 4_4_A をユーザが操作可能なケーブルによって変速動作させることもできる。制御部 7_2 は、変速比 R を小さくしたと判定した場合、ステップ S_4_2 において第 7 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステップ S_4_2 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。制御部 7_2 は、ステップ S_4_1 において変速機 4_4_A が変速比 R を小さくするための変速動作を実行していないと判定した場合、ステップ S_1_4 に移行し、第 1 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステップ S_1_4 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。

【0078】

10

・制御部 7_2 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 に入力される人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上の場合、制動装置 4_2 による制動を行わない、または、制動力 B が低下するように電動アクチュエータ 4_6 を制御してもよい。例えば、記憶部 7_4 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 に入力される人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上の場合の制動力 B を規定した第 8 関係情報を記憶している。第 8 関係情報は、例えば、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 に入力される人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上の場合、制動装置 4_2 による制動力 B が 0 になることを規定している。制御部 7_2 は、図 7 のステップ S_1_3 の処理において肯定判定した場合、図 1_1 に示すように、ステップ S_5_1 に移行し、人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上か否かを判定する。制御部 7_2 は、人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上と判定した場合、ステップ S_5_2 において第 8 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステップ S_5_2 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。制御部 7_2 は、ステップ S_5_1 において人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 未満と判定した場合、ステップ S_1_4 に移行し、第 1 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステップ S_1_4 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。

【0079】

30

・制御部 7_2 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 の走行負荷 C が所定値 C_1 以上の場合、制動装置 4_2 による制動を行わない、または、制動力 B が低下するように電動アクチュエータ 4_6 を制御してもよい。例えば、記憶部 7_4 は、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、走行負荷 C が所定値 C_1 以上の場合の制動力 B を規定した第 9 関係情報を記憶している。第 9 関係情報は、例えば、クランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転する場合、かつ、自転車 1_0 の走行負荷 C が所定値 C_1 以上の場合、制動装置 4_2 による制動力 B が 0 になることを規定している。制御部 7_2 は、図 7 のステップ S_1_3 の処理において肯定判定した場合、図 1_2 に示すように、ステップ S_6_1 に移行し、走行負荷 C が所定値 C_1 以上か否かを判定する。制御部 7_2 は、例えば、路面の勾配が所定勾配以上の上り坂である場合、走行路の凹凸や摩擦係数が大きい場合、および、風速が所定風速よりも大きい場合に走行負荷 C が所定値 C_1 以上であると判定する。制御部 7_2 は、走行負荷 C が所定値 C_1 以上と判定した場合、ステップ S_6_2 において第 9 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステップ S_6_2 において第 9 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S_1_5 において、ステ

40

50

ステップ S 6_2 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。制御部 7_2 は、ステップ S 6_1 において走行負荷 C が所定値 C_1 未満と判定した場合、ステップ S 1_4 に移行し、第 1 関係情報に基づいて制動力 B を演算し、ステップ S 1_5 において、ステップ S 1_4 で演算した制動力 B になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。

【0080】

・図 10 ~ 図 12 に示す変形例のうちの少なくとも 2 つの変形例を組み合わせてもよい。例えば、図 10 ~ 図 12 に示す 3 つの変形例を組み合わせる場合、自転車 1_0 の変速比 R を小さくした場合、自転車 1_0 に入力される人力駆動力 T_A が所定トルク T_A_1 以上の場合、および、自転車 1_0 の走行負荷 C が所定値 C_1 以上の場合のうちの少なくとも 1 つが成立する場合には、制動装置 4_2 による制動を行わない、または、制動力 B が低下する 10 ように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。

【0081】

・第 1 実施形態の図 7 および図 10 ~ 12 に示す変形例の処理から、ステップ S 1_7、S 1_8、および、S 1_9 を省略してもよい。この場合、ステップ S 1_2 においてクラランク 2_8 が第 2 回転方向 A_2 に回転していると判定した場合は、処理を終了する。

【0082】

・第 1 実施形態の図 7 の処理から、ステップ S 1_3、S 1_4、および、S 1_6 を省略してもよい。この場合、ステップ S 1_2 においてクラランク 2_8 が第 1 回転方向 A_1 に回転していると判定した場合は、処理を終了する。

【0083】

・各実施形態及び変形例において、操作部 8_0 を、図 13 に示すブレーキレバー 8_2 を含む操作部 8_0 にしてもよい。この場合、制御部 7_2 は、操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X における速度 V または加速度 D に応じて、制動力 B を変更するように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。操作部 8_0 は、さらにハンドルバー 2_2_B に取付可能なベース部 8_4 を含む。ブレーキレバー 8_2 は、ピボット軸 8_6 の軸心まわりに角変位可能にベース部 8_4 に設けられる。操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X は、ブレーキレバー 8_2 がハンドルバー 2_2_B に近づく方向である。制御部 7_2 は、さらに、操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X の操作量が大きくなるほど、制動力 B が大きくなるように電動アクチュエータ 4_6 を制御する。操作部 8_0 には、ブレーキレバー 8_2 の回転角度および回転速度を検出する回転センサ 8_8 が設けられる。回転センサ 8_8 は、クラランク回転センサ 5_6 と同様の構成によって実現され、ベース部 8_4 に設けられる磁気センサと、ブレーキレバー 8_2 に設けられる磁石とを含む。回転センサ 8_8 は、制御部 7_2 と有線または無線によって通信可能に接続されている。ブレーキレバー 8_2 の回転角度は、ブレーキレバー 8_2 の操作量に対応する。記憶部 7_4 は、操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X における角加速度 D_A と、制動力 B との関係を規定した第 1_0 関係情報を記憶している。制御部 7_2 は、操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X における速度 V または加速度 D に応じた制動力 B_1 と操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X の操作量に応じた制動力 B_2 とのうち、大きい方の制動力 B_1, B_2 になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御してもよい。記憶部 7_4 は、操作部 8_0 の第 1 操作方向 A_X の操作量と制動力 B との関係を規定した第 1_1 関係情報を記憶している。この場合、制御部 7_2 は、図 14 に示す処理を実行することもできる。制御部 7_2 は、ステップ S 7_1 において、操作部 8_0 が第 1 操作方向 A_X に操作されたか否かを判定する。制御部 7_2 は、操作部 8_0 が第 1 操作方向 A_X に操作されていないと判定した場合、処理を終了する。制御部 7_2 は、操作部 8_0 が第 1 操作方向 A_X に操作された後、第 1 操作方向 A_X とは反対方向に戻っている場合には、操作部 8_0 が第 1 操作方向 A_X に操作されていないと判定することが好みしい。制御部 7_2 は、操作部 8_0 が第 1 操作方向 A_X に操作されたと判定した場合、ステップ S 7_2 において第 1_0 関係情報に基づいて制動力 B_1 を演算し、ステップ S 7_3 において第 1_1 関係情報に基づいて制動力 B_2 を演算し、ステップ S 7_4 に移行する。制御部 7_2 は、ステップ S 7_4 において、制動力 B_1 が制動力 B_2 よりも大きいか否かを判定する。制御部 7_2 は、制動力 B_1 が制動力 B_2 よりも大きいと判定した場合、ステップ S 7_5 において制動力 B_1 になるように電動アクチュエータ 4_6 を制御し、処理を終了す 40 50

る。制御部 7 2 は、制動力 B 1 が制動力 B 2 以下と判定した場合、ステップ S 7 6 において制動力 B 2 になるように電動アクチュエータ 4 6 を制御し、処理を終了する。

【 0 0 8 4 】

・図 1 3 に示す変形例において、制動力 B 1 および制動力 B 2 のうち、大きい方の制動力 B 1 , B 2 になるように電動アクチュエータ 4 6 を制御するのではなく、制動力 B 1 に制動力 B 2 を加算することもできる。例えば、制御部 7 2 は、図 1 4 のステップ S 7 3 の処理の後、制動力 B 1 と制動力 B 2 とを加算した制動力 B 3 を演算し、制動力 B 3 になるように電動アクチュエータ 4 6 を制御して処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

・各実施形態及び変形例において、制動装置 4 2 を、図 1 5 に示す摩擦部 9 2 を含む制動装置 9 0 に変更してもよい。摩擦部 9 2 は、自転車 1 0 を制動する制動力 B を発生させる。摩擦部 9 2 は、電動アクチュエータ 9 4 によって変位される。電動アクチュエータ 9 4 は、摩擦部 9 2 を変位させることによって制動力 B を変更可能に構成される。制御部 7 2 は、制動装置 9 0 を制御する。この変形例においては、モータ 4 6 A が、クラシク軸 3 0 からフロント回転体 3 6 までの動力伝達経路に結合される場合、リア回転体 3 8 と後輪 2 6 との間にワンウェイクラッチが設けられてもよく、モータ 4 6 A とフロント回転体 3 6 との間の動力伝達経路にもワンウェイクラッチが設けられてもよい。この変形例においては、モータ 4 6 A 、トルクセンサ 5 4 、クラシク回転センサ 5 6 、車速センサ 5 8 、および、駆動回路 4 8 等の、自転車 1 0 の推進をアシストするために必要な構成については省略されてもよい。制動装置 9 0 は、自転車用制動システムがクラシク 2 8 を含む操作部 6 0 を備える場合には、後輪 2 6 を制動してもよく、前輪 2 4 を制動してもよく、後輪 2 6 および前輪 2 4 の両方を制動してもよい。自転車用制動システムが図 1 3 に示す変形例のようにブレーキレバー 8 2 を含む操作部 8 0 を備える場合には、ブレーキレバー 8 2 と接続されている制動装置 9 0 が自転車 1 0 を制動する。ブレーキレバー 8 2 と制動装置 9 0 とが電気ケーブルによって接続される場合、電動アクチュエータ 9 4 は、例えば電気モータを含む。ブレーキレバー 8 2 と制動装置 9 0 とが油圧ケーブルによって接続される場合、電動アクチュエータ 9 4 は、例えば電動ポンプを含み、油圧ケーブル内の作動油を移動させて摩擦部 9 2 を変位させる。後輪 2 6 および前輪 2 4 の両方を制動する場合、後輪 2 6 および前輪 2 4 の制動力 B の割合は、一定であってもよく、走行状況に応じて変更されてもよく、モータ 4 6 A が搭載される位置に応じて予め割合が定めされていてもよい。制動装置 9 0 は、一例では、ディスクブレーキ装置を含む。制動装置 9 0 は、リムブレーキであってもよい。摩擦部 9 2 は、たとえばブレーキパッドおよびブレーキシューを含む。

【 0 0 8 6 】

・各実施形態および変形例において、制動装置 4 2 に加えて、図 1 5 に示す摩擦部 9 2 を含む制動装置 9 0 をさらに追加してもよい。この場合、モータ 4 6 A と、摩擦部 9 2 とによって、制動力 B を発生させる。モータ 4 6 A と、摩擦部 9 2 とによって発生する制動力 B の割合は、一定であってもよく、走行状況に応じて変更されてもよく、モータ 4 6 A が搭載される位置に応じて予め割合が定められていてもよい。

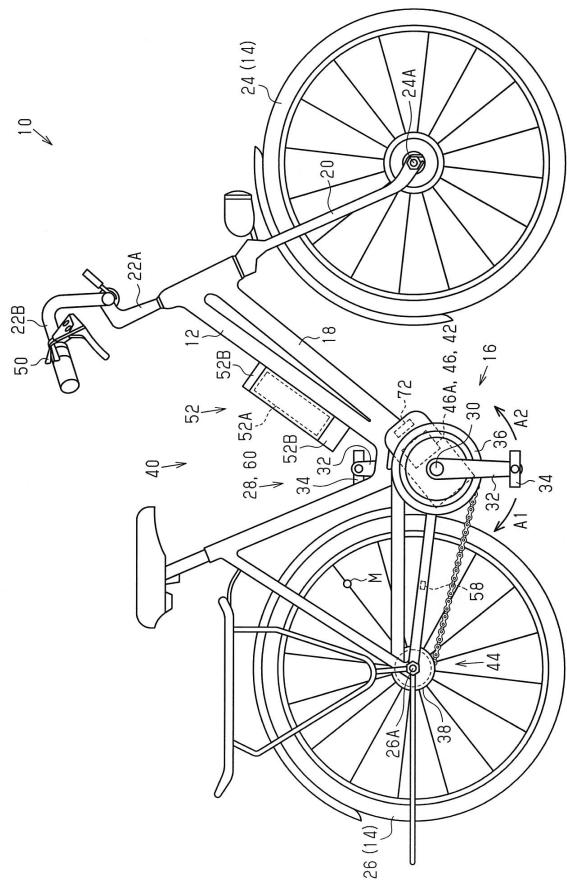
・各実施形態および変形例において、変速装置 4 4 を省略してもよい。

【 符号の説明 】

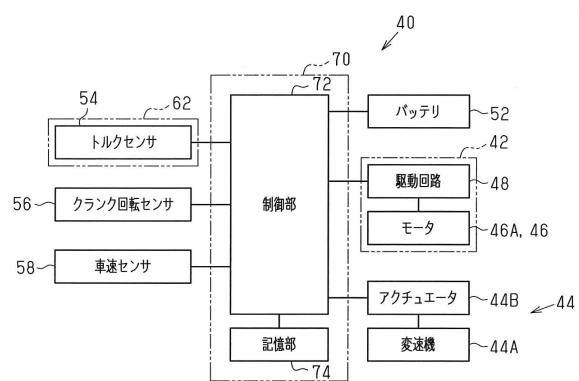
【 0 0 8 7 】

1 0 ... 自転車、 2 8 ... クラシク、 4 0 ... 自転車用制動システム、 4 2 , 9 0 ... 制動装置、 4 6 ... 電動アクチュエータ、 4 6 A ... モータ、 6 0 , 8 0 ... 操作部、 7 0 ... 自転車用制御装置、 7 2 ... 制御部、 8 2 ... ブレーキレバー、 9 2 ... 摩擦部。

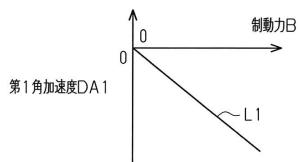
【 义 1 】



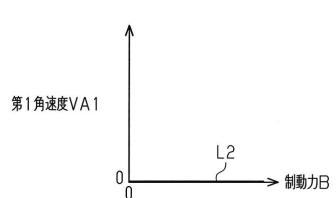
【 図 2 】



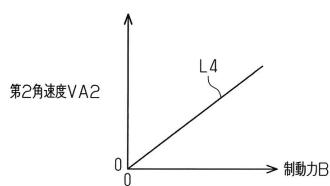
【 図 3 】



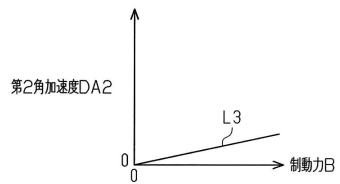
【 四 4 】



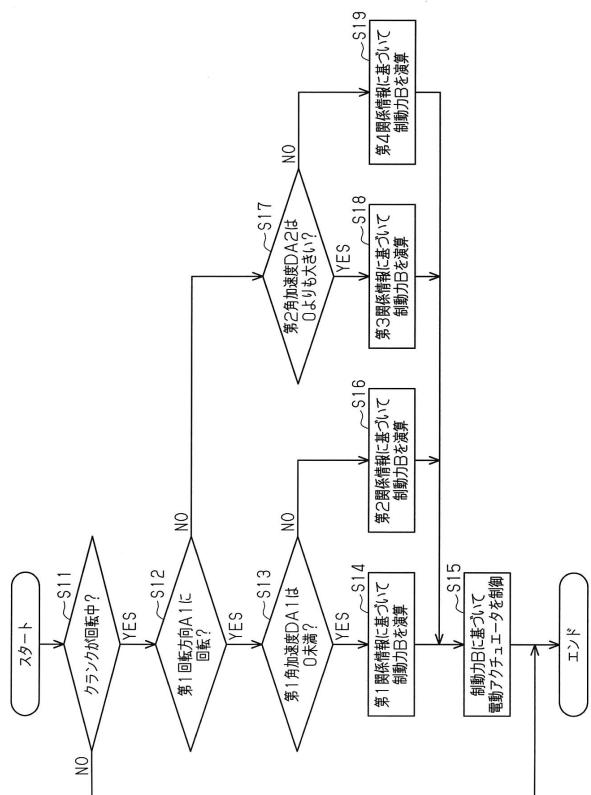
【 四 6 】



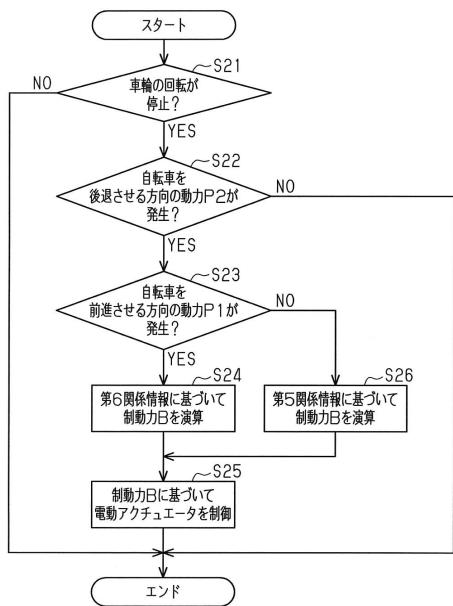
【 四 5 】



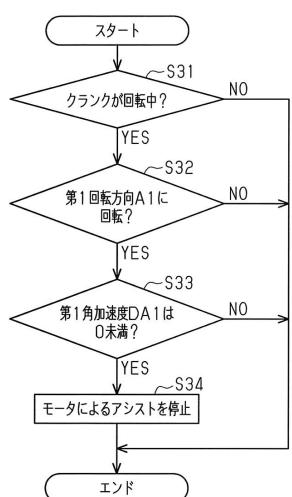
【図7】



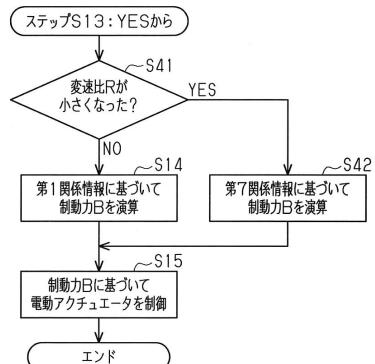
【図8】



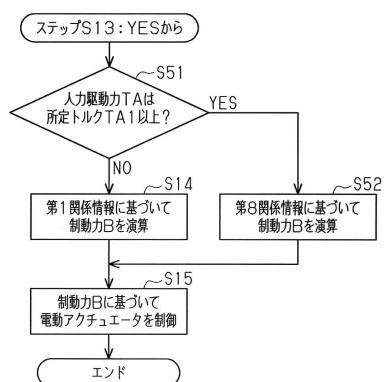
【図9】



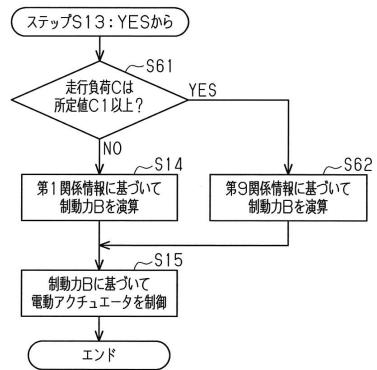
【図10】



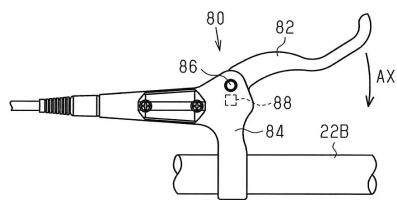
【図11】



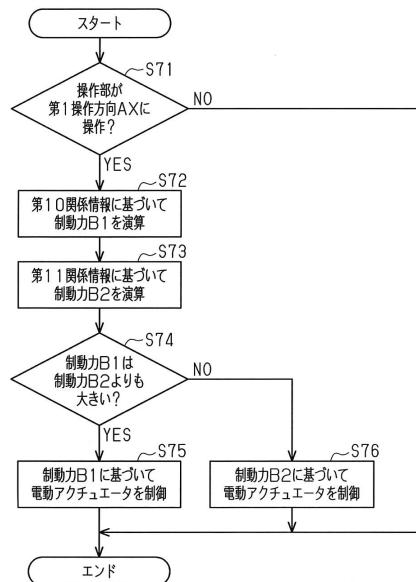
【図12】



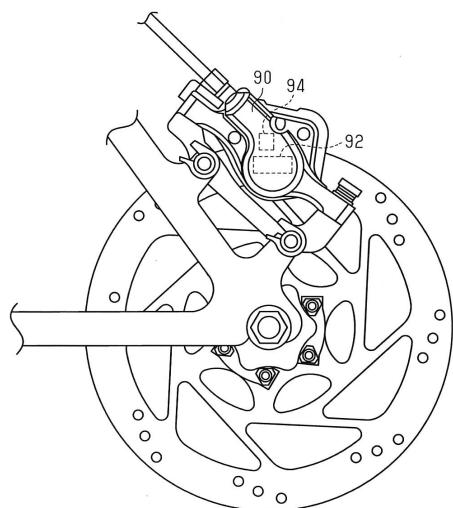
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	
B 6 0 T 7/12 (2006.01)	B 6 0 T 7/12	B
B 6 0 T 13/74 (2006.01)	B 6 0 T 13/74	G
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20	J

(72)発明者 勝木 琢也
大阪府堺市堺区老松町3丁77番地 株式会社 シマノ 内

審査官 今井 貞雄

(56)参考文献 特開2017-088155 (JP, A)
特開平08-150982 (JP, A)
特開2017-043333 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L	7 / 2 4
B 6 2 M	6 / 4 5