

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6005110号  
(P6005110)

(45) 発行日 平成28年10月12日 (2016. 10. 12)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016. 9. 16)

(51) Int. Cl. F I  
**B 6 2 M 6/45 (2010. 01)** B 6 2 M 6/45  
**B 6 2 M 6/55 (2010. 01)** B 6 2 M 6/55

請求項の数 28 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2014-167488 (P2014-167488)	(73) 特許権者	000002439
(22) 出願日	平成26年8月20日 (2014. 8. 20)		株式会社シマノ
(65) 公開番号	特開2015-110402 (P2015-110402A)		大阪府堺市堺区老松町3丁7番地
(43) 公開日	平成27年6月18日 (2015. 6. 18)	(74) 代理人	110000202
審査請求日	平成26年8月20日 (2014. 8. 20)		新樹グローバル・アイピー特許業務法人
(31) 優先権主張番号	特願2013-224121 (P2013-224121)	(72) 発明者	田内 充
(32) 優先日	平成25年10月29日 (2013. 10. 29)		大阪府堺市堺区老松町3丁7番地 株式
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		会社シマノ内
		(72) 発明者	豊嶋 敬
			大阪府堺市堺区老松町3丁7番地 株式
			会社シマノ内
		(72) 発明者	高 俊
			大阪府堺市堺区老松町3丁7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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人力駆動力を検出する人力駆動力検出部と、  
 クランク軸の回転に関するパラメータを検出する回転パラメータ検出部と、  
 前記人力駆動力および前記回転に関するパラメータが所定の範囲に入るように補助動力を発生する駆動ユニットおよび自転車の変速比を変更する電動変速ユニットの少なくともいずれか一方を制御する制御部と、  
 を備える自転車用制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、  
 前記電動変速ユニットを優先して制御する第1モードと、  
 前記駆動ユニットを優先して制御する第2モードと、を有する、請求項1に記載の自転車用制御装置。

【請求項3】

前記制御部は、  
 前記電動変速ユニットを制御した後、前記駆動ユニットを制御する、請求項1に記載の自転車用制御装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲よりも小さい場合に、変速比が小さくなるように前記電動変速ユニットを制御する、請求項1から3のいずれか1

項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記回転に関するパラメータが所定の範囲よりも大きい場合に、変速比が大きくなるように前記電動変速ユニットを制御する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記所定の範囲よりも大きい場合、前記補助駆動力を増加させる、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記所定の範囲よりも小さい場合、前記補助駆動力を減少させる、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

10

【請求項 8】

前記制御部は、前記駆動ユニットおよび前記電動変速ユニットの両方を制御しても、前記人力駆動力および前記回転に関するパラメータが所定の範囲に入らない場合には、現在の変速比および補助動力を維持するように前記駆動ユニットおよび前記電動変速ユニットの両方を制御する、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記所定の範囲よりも大きく、かつ前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲内となる第 1 範囲にあるとき、前記補助駆動力を増加させる、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

20

【請求項 10】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記第 1 範囲よりも大きく、かつ前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲の中間の回転に関するパラメータよりも小さい第 2 範囲にあるとき、変速比が小さくなるように前記電動変速ユニットを制御する、請求項 9 に記載の自転車用制御装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記第 2 範囲よりも大きく、かつ前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲の中間の回転に関するパラメータよりも低い第 3 範囲にあるとき、変速比が小さくなるように前記電動変速ユニットを制御し、かつ前記補助駆動力を増加させる、請求項 10 に記載の自転車用制御装置。

30

【請求項 12】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記所定の範囲よりも小さく、かつ前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲の中間の回転に関するパラメータよりも大きい第 4 範囲にあるとき、変速比が大きくなるように前記電動変速ユニットを制御し、かつ前記補助駆動力を増加させる、請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 13】

前記制御部は、前記人力駆動力が前記第 4 範囲よりも小さく、かつ前記回転に関するパラメータが前記所定の範囲の中間の回転に関するパラメータよりも大きい第 5 範囲にあるとき、変速比が小さくなるように前記電動変速ユニットを制御する、請求項 12 に記載の自転車用制御装置。

40

【請求項 14】

前記人力駆動力検出部は、クランク軸まわりのトルクを前記人力駆動力として検出する、請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 15】

前記回転パラメータ検出部は、クランク軸の回転速度を前記回転に関するパラメータとして検出する、請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載の自転車用制御装置。

【請求項 16】

前記トルクに関する前記所定の範囲は、10 Nm 以上 50 Nm 以下であり、好ましくは、20 Nm 以上 30 Nm 以下である、請求項 14 に記載の自転車用制御装置。

【請求項 17】

50

前記回転速度に関する前記所定の範囲は、30rpm以上90rpm以下であり、好ましくは45rpm以上70rpm以下である、請求項15に記載の自転車用制御装置。

【請求項18】

前記所定の範囲は、設定または変更可能である、請求項1から15のいずれか1項に記載の自転車用制御装置。

【請求項19】

操作部をさらに備え、

前記制御部は、走行中に前記操作部が操作されると、前記人力駆動力検出部が検出した人力駆動力および前記回転パラメータ検出部が検出した前記回転に関するパラメータの少なくともいずれかに基づいて前記所定の範囲を設定または変更する、請求項1に記載の自転車用制御装置。

10

【請求項20】

前記人力駆動力検出部は、走行中に前記人力駆動力を所定の時間間隔で検出し、

前記制御部は、前記人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力、またはその複数の人力駆動力の平均値に応じて前記所定の範囲を設定または変更する、請求項19に記載の自転車用制御装置。

【請求項21】

前記回転パラメータ検出部は、走行中に前記回転に関するパラメータを所定の時間間隔で検出し、

前記制御部は、前記回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータ、またはその複数の回転に関するパラメータの平均値に応じて前記所定の範囲を設定または変更する、請求項19または20に記載の自転車用制御装置。

20

【請求項22】

前記人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力は、前記操作部が操作された直前に前記人力駆動力検出部によって検出した人力駆動力を少なくとも含む、請求項20に記載の自転車用制御装置。

【請求項23】

前記回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータは、前記操作部が操作された直前に前記回転パラメータ検出部によって検出した回転に関するパラメータを少なくとも含む、請求項21に記載の自転車用制御装置。

30

【請求項24】

前記制御部は、前記複数の人力駆動力の前記平均値が前記所定の範囲の中心に位置するように前記所定の範囲を設定する、請求項20に記載の自転車用制御装置。

【請求項25】

前記制御部は、前記複数の回転に関するパラメータの前記平均値が前記所定の範囲の中心に位置するように前記所定の範囲を設定する、請求項21に記載の自転車用制御装置。

【請求項26】

前記制御部は、走行中に前記操作部が操作された時に、前記人力駆動力検出部が検出した人力駆動力および前記回転パラメータ検出部が検出した前記回転に関するパラメータの少なくともいずれかに基づいて前記所定の範囲を設定する、請求項19に記載の自転車用制御装置。

40

【請求項27】

前記人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力は、前記操作部が操作された直後に前記人力駆動力検出部によって検出した人力駆動力を少なくとも含む、請求項20に記載の自転車用制御装置。

【請求項28】

前記回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータは、前記操作部が操作された直後に前記回転パラメータ検出部によって検出した回転に関するパラメータを少なくとも含む、請求項21に記載の自転車用制御装置。

【発明の詳細な説明】

50

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、制御装置、特に、補助動力を発生する駆動ユニットと電動変速ユニットとを制御する自転車用制御装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

補助動力を発生する駆動ユニットと、電動変速ユニットとを制御する自転車が従来知られている（たとえば、特許文献1参照）。特許文献1では、クランク回転速度が0から上昇して自転車が発進すると、人力駆動力を検出し、検出した駆動力が所定以上になると、駆動ユニットが動作してアシスト力を付与する。このとき、ユニット効率が高くなる所定の範囲のクランク回転速度までは、クランク回転速度に応じてアシスト比を最大値まで上昇させ、所定の範囲のクランク回転速度を超えると、クランク回転速度に応じてアシスト比を最大値から徐々に減少させる。したがって、クランク回転速度が所定の範囲にあるときには、アシスト比は最大値で一定である。

10

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

**【特許文献1】**特開平11-180376号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】**

20

**【0004】**

従来の自転車用制御装置では、クランク回転速度が所定の範囲にあるときは、人力駆動力に関係なくアシスト比が一定になるので、クランク回転速度を安定させて走行する場合には、道路の状態に応じて利用者の人力駆動力の変化が激しくなりやすい。

**【0005】**

本発明の課題は、補助動力を発生する駆動ユニットと電動変速ユニットとを制御する自転車用制御装置において、クランク軸の回転に関するパラメータおよび人力駆動力を変動しにくくすることにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

30

本発明に係る自転車用制御装置は、人力駆動力を検出する人力駆動力検出部と、回転パラメータ検出部と、制御部と、を備える。回転パラメータ検出部は、クランク軸の回転に関するパラメータ（以下、クランク軸の回転に関するパラメータを回転パラメータと記す）を検出する。制御部は、人力駆動力および回転パラメータが所定の範囲に入るように補助駆動力を発生する駆動ユニットおよび電動変速ユニットの少なくともいずれか一方を制御する。

**【0007】**

この自転車用制御装置では、人力駆動力検出部によって検出された人力駆動力と、回転パラメータ検出部によって検出された回転パラメータと、が所定の範囲に入るように駆動ユニットおよび電動変速ユニットの少なくともいずれか一方が制御される。たとえば、回転パラメータは所定の範囲に入っているが、人力駆動力が所定の範囲よりも大きい場合、補助駆動力（補助比率）を上げればよい。逆に人力駆動力が所定の範囲よりも小さい場合は、駆動ユニットを制御して、補助駆動力（補助比率）を下げればよい。一方、人力駆動力は所定の範囲に入っているが、回転パラメータが所定の範囲よりも大きい場合、シフトアップ変速制御を行い、必要に応じて補助駆動力制御を行う。同様に回転パラメータが所定の範囲よりも小さい場合は、シフトダウン変速制御を行い、必要に応じて補助駆動力制御を行う。ここでは、駆動ユニットと電動変速ユニットとの少なくともいずれか一方を制御して、回転パラメータおよび人力駆動力が所定の範囲に入るようにするので、回転パラメータおよび人力駆動力が変動しにくくなる。

40

**【0008】**

50

制御部は、電動変速ユニットを優先して制御する第1モードと、駆動ユニットを優先して制御する第2モードと、を有してもよい。この場合には、電動変速ユニットを優先して制御することによって人力駆動力と回転パラメータとを同時に変更でき、電力消費を抑えることができる。駆動ユニットを優先して制御することによって、回転パラメータを変化させることなく人力駆動力が大きく変化することを抑制することができる。

【0009】

制御部は、電動変速ユニットを制御した後、駆動ユニットを制御してもよい。この場合には、電動変速ユニットを制御することによって、人力駆動力と回転パラメータとを同時に変更させることができる。このため、人力駆動力および回転パラメータが所定の範囲からあまり離れていない場合など、状況によっては、電動変速ユニットを制御するだけで、人力駆動力および回転パラメータを所定の範囲に入れることができる。これによって、制御を効率化することができる。

10

【0010】

制御部は、回転パラメータが所定の範囲よりも小さい場合に、変速比が小さくなるように電動変速ユニットを制御してもよい。この場合には、変速比が小さくなるシフトダウン変速を行うことによって、人力駆動力が減少して回転パラメータを大きくすることができ、回転パラメータを所定の範囲に入れやすい。

【0011】

制御部は、回転パラメータが所定の範囲よりも大きい場合に、変速比が大きくなるように電動変速ユニットを制御してもよい。この場合には、変速比が大きくなるシフトアップ変速を行うことによって、人力駆動力が増加して回転パラメータを小さくすることができ、回転パラメータを所定の範囲に入れやすい。

20

【0012】

制御部は、人力駆動力が所定の範囲よりも大きい場合、補助駆動力を増加させてもよい。この場合には、補助駆動力を増加させることによって、回転パラメータを変更させることなく人力駆動力を小さくすることができ、人力駆動力が所定の範囲に入りやすい。

【0013】

制御部は、人力駆動力が所定の範囲よりも小さい場合、補助駆動力を減少させてもよい。この場合には、補助駆動力を減少させることによって、回転パラメータを変更させることなく人力駆動力を増加することができ、人力駆動力が所定の範囲に入りやすい。

30

【0014】

制御部は、駆動ユニットおよび電動変速ユニットの両方を制御しても、人力駆動力および回転パラメータが所定の範囲に入らない場合には、現在の變速比および補助動力を維持するように駆動ユニットおよび電動変速ユニットの両方を制御してもよい。

【0015】

制御部は、人力駆動力が所定の範囲よりも大きく、かつ回転パラメータが所定の範囲内となる第1範囲にあるとき、補助駆動力を増加させてもよい。この場合には、補助駆動力を増加させても回転パラメータが第1範囲から変動しにくいので、駆動ユニットを制御するだけで、人力駆動力を所定の範囲に入れることができる。

【0016】

制御部は、人力駆動力が第1範囲よりも大きく、かつ回転パラメータが所定の範囲の中間の回転パラメータよりも小さい第2範囲にあるとき、変速比が小さくなるように電動変速ユニットを制御してもよい。この場合には、変速比が小さくなるシフトダウン変速をすることによって、第2範囲にある回転パラメータが大きくなり、人力駆動力は減少する。しかし、第2範囲は、所定の範囲の中間の回転パラメータよりも小さい範囲であるので、第2範囲にある回転パラメータが大きくなっても、所定の範囲からは外れにくい。ここでは、電動変速ユニットを変速制御するだけで、回転パラメータおよび人力駆動力を所定の範囲に入れることができる。

40

【0017】

制御部は、人力駆動力が第2範囲よりも大きく、かつ回転パラメータが所定の範囲の中

50

間の回転パラメータよりも低い第3範囲にあるとき、変速比が小さくなるように電動変速ユニットを制御し、かつ補助駆動力を増加させてもよい。この場合には、第2範囲よりも人力駆動力が大きい第3範囲に人力駆動力があり、回転パラメータが所定の範囲の中間の回転パラメータよりも小さい範囲にあるので、電動変速ユニットを変速制御するだけでは、回転パラメータが所定の範囲を超える可能性が高い。そこで、駆動ユニットを制御して、回転パラメータを変化させることなく補助駆動力を増加させることによって、回転螺メータおよび人力駆動力を所定の範囲に入れることができる。

【0018】

制御部は、人力駆動力が所定の範囲よりも小さく、かつ回転パラメータが所定の範囲の中間の回転パラメータよりも大きい第4範囲にあるとき、変速比が大きくなるように電動変速ユニットを制御し、かつ補助駆動力を増加させてもよい。この場合には、変速比が大きくなるシフトアップ変速をすることによって、第4範囲にある回転パラメータが小さくなり、人力駆動力は増加する。第4範囲は、所定の範囲の中間の回転パラメータよりも大きい範囲であるので、第4範囲にある回転パラメータが小さくなくても、回転パラメータは、所定の範囲からは外れにくい。第4範囲の人力駆動力は所定の範囲の人力駆動力と近い範囲であるため、人力駆動力は所定の範囲を超えるおそれがある。ここでは、電動変速ユニットをシフトアップ変速制御するとともに人力駆動力を増加させる制御を行うことで、回転パラメータおよび人力駆動力を所定の範囲に入れることができる。

10

【0019】

制御部は、人力駆動力が第4範囲よりも小さく、かつ回転パラメータが所定の範囲の中間の回転パラメータよりも大きい第5範囲にあるとき、変速比が小さくなるように電動変速ユニットを制御してもよい。この場合には、変速比が大きくなるシフトアップ変速をすることによって、第4範囲にある回転パラメータが小さくなり、人力駆動力は増加する。第5範囲は、所定の範囲の中間の回転パラメータよりも大きい範囲であるので、第5範囲にある回転パラメータが小さくなくても、回転パラメータは、所定の範囲からは外れにくい。また、第5範囲は、第4範囲よりも人力駆動力が小さい範囲であるため、シフトアップ変速によって人力駆動力が増加しても、所定の範囲からは外れにくい。ここでは、電動変速ユニットをシフトアップ変速制御するだけで、回転パラメータおよび人力駆動力を所定の範囲に入れることができる。

20

【0020】

人力駆動力検出部は、クランク軸まわりのトルクを人力駆動力として検出してもよい。この場合には、人力駆動力を容易に検出できる。

30

【0021】

回転パラメータ検出部は、クランク軸の回転速度を回転パラメータとして検出してもよい。この場合には、回転パラメータを容易に検出できる。

【0022】

トルクに関する所定の範囲は、10Nm以上50Nm以下であり、好ましくは、20Nm以上30Nm以下である。この場合には、一般的な使用者の好ましいトルクとなるように所定の範囲が設定される。

【0023】

回転速度に関する所定の範囲は、30rpm以上90rpm以下であり、好ましくは45rpm以上70rpm以下であってもよい。この場合には、一般的な使用者の好ましい回転パラメータとなるように所定の範囲が設定される。

40

【0024】

所定の範囲は、設定または変更可能であってもよい。この場合には、使用者の好みおよび体力などに合わせて所定の範囲を設定または変更できる。

【0025】

自転車用制御装置は、操作部をさらに備えてもよい。制御部は、走行中に操作部が操作されると、人力駆動力検出部が検出した人力駆動力および回転パラメータ検出部が検出した回転に関するパラメータの少なくともいずれかに基づいて所定の範囲を設定または変更

50

してもよい。この場合には、操作部を操作することによって、所定の範囲を使用者の好みおよび体力などに合わせて設定または変更できる。

【0026】

人力駆動力検出部は、走行中に人力駆動力を所定の時間間隔で検出してもよい。制御部は、人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力、またはその複数の人力駆動力の平均値に応じて所定の範囲を設定または変更してもよい。この場合には、直近の使用者の人力駆動力によって所定の範囲を設定または変更できるので、使用者の状態（体調、疲労度など）または走行路の状態（たとえば、走行路の傾斜度合い、走行路の路面状態（たとえば、ターマックまたはグラベル））に合わせて所定の範囲を設定または変更できる。

【0027】

回転パラメータ検出部は、走行中に回転に関するパラメータを所定の時間間隔で検出してもよい。制御部は、回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータ、またはその複数の回転に関するパラメータの平均値に応じて所定の範囲を設定または変更してもよい。この場合には、回転パラメータ、たとえば、ケイデンスに応じて所定の範囲を設定または変更できるので、使用者の状態（体調、疲労度など）および走行路の状態（たとえば、走行路の傾斜度合い、走行路の路面状態（たとえば、ターマックまたはグラベル））などに合わせて所定の範囲を設定または変更できる。

【0028】

人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力は、操作部が操作された直前に人力駆動力検出部によって検出した人力駆動力を少なくとも含んでもよい。この場合には、使用者が操作する直前の人力駆動力に応じて所定の範囲を設定または変更できるので、所定の範囲を設定または変更を迅速に行える。

【0029】

回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータは、操作部が操作された直前に回転パラメータ検出部によって検出した回転に関するパラメータを少なくとも含んでもよい。

【0030】

制御部は、複数の人力駆動力の平均値が所定の範囲の中心に位置するように所定の範囲を設定してもよい。この場合には、所定の範囲が使用者に適したものになる。

【0031】

制御部は、複数の回転に関するパラメータの平均値が所定の範囲の中心に位置するように所定の範囲を設定してもよい。この場合には、所定の範囲が使用者に適したものになる。

【0032】

制御部は、走行中に操作部が操作された時に、人力駆動力検出部が検出した人力駆動力および回転パラメータ検出部が検出した回転に関するパラメータの少なくともいずれかに基づいて所定の範囲を設定してもよい。

【0033】

人力駆動力検出部によって検出した複数の人力駆動力は、操作部が操作された直後に人力駆動力検出部によって検出した人力駆動力を少なくとも含んでもよい。

【0034】

回転パラメータ検出部によって検出した複数の回転に関するパラメータは、操作部が操作された直後に回転パラメータ検出部によって検出した回転に関するパラメータを少なくとも含んでもよい。

【発明の効果】

【0035】

本発明によれば、クランク軸の回転に関するパラメータおよび人力駆動力が変動しにくくなる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る制御装置を組み込んだ電動補助自転車の一部を表す側面図。

【図 2】駆動ユニットの図 1 に示す切断面線 II - II から見た断面図。

【図 3】駆動ユニットを含む制御装置の構成を示すブロック図。

【図 4】人力駆動力およびクランク回転速度を所定の範囲に収束させる動作を示すグラフ

。【図 5】第 1 の実施形態による人力駆動力およびクランク回転速度を所定の範囲に収束させる制御動作を示すフローチャート。

【図 6】第 1 の実施形態の変形例 1 の図 5 に相当するフローチャート。

【図 7】第 1 の実施形態の変形例 2 の制御動作を示すフローチャート。

10

【図 8】第 1 の実施形態の変形例 3 の制御動作を示すフローチャート。

【図 9】第 1 の実施形態の変形例 4 の制御動作を示すフローチャート。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態による区分けされた範囲を示す図。

【図 11】人力駆動力およびクランク回転速度を所定の範囲に収束させる第 2 の実施形態の制御動作を示すフローチャート。

【図 12】本発明の第 3 の実施形態の駆動ユニットを含む制御装置の構成を示すブロック図。

【図 13】第 3 の実施形態の図 4 に相当する図。

【図 14】第 3 の実施形態の所定範囲の設定または変更処理の制御動作を示すフローチャート。

20

【図 15】第 3 の実施形態の変形例 1 の所定範囲の設定または変更処理の制御動作を示すフローチャート。

【図 16】第 3 の実施形態の変形例 2 の所定範囲の設定または変更処理の制御動作を示すフローチャート。

【図 17】本発明の第 4 の実施形態の制御装置の構成を示すブロック図。

【図 18】第 4 の実施形態の人力駆動力およびクランク回転速度を所定の範囲に収束させる動作を示すグラフ。

【図 19】第 4 の実施形態の制御動作を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0037】

30

< 第 1 の実施形態 >

図 1 において、本発明の第 1 の実施形態に係る制御装置 1 を組み込んだ電動補助自転車は、ペダル 100 に作用する踏力を、クランクアーム 101a (または、クランクアーム 101b) クランク軸 102 駆動ユニット 2 フロントスプロケット 103 チェーン 104 リアスプロケット 105 という経路を経て、後車輪の車軸 106 まわりに設けられる内装変速機 107a に伝達する。踏力は、人力駆動力の一例である。電動変速ユニット 107 は、たとえば、変速モータ 107b と、変速モータ 107b によって変速動作する内装変速機 107a と、を有する。また、電動変速ユニット 107 は、内装変速機 107a の変速位置 (変速段) を検出可能な段数センサ 107c (図 3 参照) を有する。

【0038】

40

電動補助自転車は、モータ 20 (図 2 参照) の出力を補助動力として人力駆動力に合成し、走行をアシストする。本実施形態は、センサ 50 でユーザの踏力を検出し、その検出値が設定値を超えたところで、モータ 20 を起動して踏力に応じたトルクを補助動力として発生させる。センサ 50 は、人力駆動力検出部の一例である。アシスト用のモータ 20 を含む駆動ユニット 2 は、一般にフレームのシートチューブの下端部とフレームのダウンチューブの後端部との連結部付近に配置され、図示しないボルトによってフレームに固定される。モータ駆動用のバッテリーは、リアキャリア、ダウンチューブまたはシートチューブに沿って配置される。

【0039】

図 2 に示すように、駆動ユニット 2 は、モータ (電動機) 20 と、第 1 接続部 30 と、

50

第2接続部60と、駆動力伝達部40と、センサ50とを含んで構成される。駆動ユニット2では、クランク軸102がケーシング11の貫通孔11aに内挿される。クランク軸102の軸方向の両端部は、ケーシング11からそれぞれ突出する。クランク軸102のフロントプロケット103とは反対側の端部は、第1軸受12を介してケーシング11に回転自在に支持される。クランク軸102のフロントプロケット103側の端部は、第2軸受13は、フロントプロケット103および第3軸受14を介してケーシング11に回転自在に支持される。第2軸受13は、フロントプロケット103に支持され、フロントプロケット103は、第3軸受14に回転自在に支持される。クランク軸102の軸方向の両端部には、クランクアーム101a, 101b(図1参照)が着脱可能かつ一体的に回転可能に取り付けられる。2つのクランクアーム101a, 101bのうち101a, 101bのうちの一方のクランクアームは、クランク軸102に着脱不能に構成されてもよい。第1~第3軸受12, 13, 14は、たとえばラジアルベアリングによって実現される。

#### 【0040】

##### <アシスト用モータの構成>

モータ20は、その回転軸20cがクランク軸102と平行になるように配置される。モータ20の回転軸20cは、回転軸20c方向に間隔を隔てて配置される第4軸受24aおよび第5軸受24bにより回転自在に支持される。回転軸20cはモータ20のロータ20aに固定される。モータ20のステータ20bは、ロータ20aの外周に設けられ、ケーシング11に固定される。第4軸受24a、第5軸受24bは、それぞれ、ケーシング11に設けられる取付部22a、22bに支持される。第4軸受24a、第5軸受24bは、たとえばラジアルベアリングによって実現される。

#### 【0041】

##### <第1接続部の構成>

モータ20の出力は、第1歯車31 第2歯車32 第1ワンウェイクラッチ33 回転軸34 第3歯車36を介して、駆動力伝達部40に伝達される。第1接続部30は、第1歯車31、第2歯車32、第1ワンウェイクラッチ33、回転軸34および第3歯車36を含んで構成される。回転軸34の回転軸線と、クランク軸102およびモータ20の回転軸20cの回転軸線とは、それぞれ平行に配置される。回転軸34の回転軸線は、クランク軸102およびモータ20の回転軸20cの回転軸線を含む平面から離反した位置に設けられる。これによってクランク軸102とモータ20の回転軸20cとをできるだけ近接して配置することができ、駆動ユニット2を小型に形成することができる。

#### 【0042】

第1歯車31は、回転軸20cと一体回転可能に連結される。これによって、第1歯車31は、回転軸20cと一体となって回転する。

#### 【0043】

第2歯車32は、第1歯車31と噛み合っている。第2歯車32は、第1ワンウェイクラッチ33を介して、回転軸34回りに一方向に回転自在に支持される。第1ワンウェイクラッチ33は、たとえば爪とラチェットとを備えるワンウェイクラッチ、またはローラクラッチによって実現される。第1ワンウェイクラッチ33は、第2歯車32の回転は回転軸34に伝達するが、回転軸34の回転は第2歯車32に伝達しないように設けられる。

#### 【0044】

回転軸34は、回転軸34方向に間隔を隔てて配置される第6軸受35aおよび第7軸受35bにより回転自在に支持される。第6軸受35aおよび第7軸受35bは、ケーシング11に支持される。第6軸受35aおよび第7軸受35bは、たとえばラジアルベアリングによって実現される。

#### 【0045】

第3歯車36は、回転軸34と固着する。これによって、第3歯車36は、回転軸34と一体となって回転する。第3歯車36は、回転軸34と一体に形成されていてもよい。第3歯車36は、後述する駆動力伝達部40と噛み合っている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

ここで、第2歯車32の歯数は、第1歯車31の歯数より多く、駆動力伝達部40の歯数は、第3歯車36の歯数より多い。さらに、第2歯車32の歯数は、第3歯車36の歯数よりも多い。第1歯車31と第2歯車32が噛み合い、第3歯車36と駆動力伝達部40と噛み合うことにより、2段減速を実現する。このように、第1接続部30は減速機構を有する。

## 【 0 0 4 7 】

## &lt; 第2接続部の構成 &gt;

ユーザの踏力は、ペダル100 クランクアーム101a(またはクランクアーム101b) クランク軸102 第2ワンウェイクラッチ60aを介して、駆動力伝達部40に伝達される。第2接続部60は、第2ワンウェイクラッチ60aとワンウェイクラッチ取付部60bを含んで構成される。ワンウェイクラッチ取付部60bは、クランク軸102と一体回転可能に連結される。これによって、ワンウェイクラッチ取付部60bは、クランク軸102と一体となって回転する。第2ワンウェイクラッチ60aは、ワンウェイクラッチ取付部60bの外周部に設けられる。第2ワンウェイクラッチ60aは、たとえば爪とラチェットとを備えるワンウェイクラッチ、またはローラクラッチによって実現される。第2ワンウェイクラッチ60aは、クランク軸102の回転は連結部42に伝達するが、連結部42の回転はクランク軸102に伝達しないように設けられる。

10

## 【 0 0 4 8 】

## &lt; 駆動力伝達部の構成 &gt;

駆動力伝達部40は、モータ20の出力およびクランク軸102の回転力を合成した回転力をフロントスプロケット103に伝達する。駆動力伝達部40は、スプロケット接続部41、連結部42、および、センサ配置部43を備える。好ましくは、駆動力伝達部40は、クランク軸102を挿通する挿通孔44をさらに備えるとよい。ここでは、駆動力伝達部40は、筒状に形成される。駆動力伝達部40は、スプロケット接続部41およびセンサ配置部43を有する第1筒部40aと、連結部42を形成する第2筒部40bと、第1筒部40aおよび第2筒部40bを接続する接続部40cとを含む。第1筒部40a、第2筒部40bおよび接続部40cは、一体に形成される。

20

## 【 0 0 4 9 】

スプロケット接続部41は、フロントスプロケット103を連結可能である。スプロケット接続部41は、たとえば、セレーションまたはスプラインによって、スプロケット103を駆動力伝達部40に一体回転可能に連結する。フロントスプロケット103は、スプロケット接続部41に圧入されてもよい。駆動力伝達部40のスプロケット接続部41側の端部は、フロントスプロケット103および第3軸受14を介してケーシング11に回転可能に支持される。フロントスプロケット103は、スプロケット接続部41に接続される基部103aと、スプロケット本体103bとを備える。基部103aは、筒状に形成され、内周部にスプロケット接続部41が接続される。また基部103aの内周部に第2軸受13が支持され、外周部が第3軸受14に支持される。基部103aは、ケーシング11から貫通孔11aを介して外側に突出する。

30

## 【 0 0 5 0 】

スプロケット本体103bは、基部103aのケーシングから外部に突出する端部から、径方向に延び外周部に歯が形成される。本実施形態では、基部103aと、スプロケット本体103bとは一体に形成されるが、別体で構成されてもよい。本実施形態では、スプロケット本体103bの外周部は、基部103aに結合される基端部に対して、ケーシング11側にオフセットして設けられる。

40

## 【 0 0 5 1 】

連結部42は、第1接続部30と第2接続部60を連結する。つまり、連結部42は、第3歯車36と噛み合う歯車を有し、第2ワンウェイクラッチ60aに接続する。後述するセンサ50が駆動力伝達部40に生じるねじれを検出しやすいように、連結部42は、好ましくは、クランク軸102方向に、スプロケット接続部41と離隔して設けられると

50

よい。

【 0 0 5 2 】

連結部 4 2 を形成する第 2 筒部 4 0 b は、第 1 筒部 4 0 a よりも外径が大きな筒状に形成される。接続部 4 0 c は、第 1 筒部 4 0 a のスプロケット接続部 4 1 とは反対側の端部から径方向外側に延びて、径方向の外周部が第 2 筒部 4 0 b に接続される。第 2 筒部 4 0 b は、接続部 4 0 c からスプロケット接続部 4 1 とは反対側に延びる。

【 0 0 5 3 】

連結部 4 2 の外周部に第 3 歯車 3 6 が接続され、内周部に第 2 ワンウェイクラッチ 6 0 a が接続される。第 3 歯車 3 6 と第 2 ワンウェイクラッチ 6 0 a とは、クランク軸 1 0 2 に垂直な方向で、少なくとも一部が重なるように設けられる。

10

【 0 0 5 4 】

第 1 筒部 4 0 a のスプロケット接続部 4 1 とは反対側の端部は、第 8 軸受 1 5 を介してクランク軸 1 0 2 に回転可能に支持される。第 8 軸受 1 5 は、接続部 4 0 c とクランク軸 1 0 2 との間に配置される。第 8 軸受 1 5 は、たとえばラジアルベアリングによって実現される。

【 0 0 5 5 】

センサ配置部 4 3 には、少なくともセンサ 5 0 の一部が設けられる。センサ 5 0 は、磁歪素子 5 1 と、検出コイル 5 2 とを含んで構成される。センサ配置部 4 3 は、スプロケット接続部 4 1 と連結部 4 2 との間に配置される。さらに、好ましくは、センサ配置部 4 3 は、第 1 筒部 4 0 a の外周部に設けられるとよい。センサ配置部 4 3 には、たとえば、磁歪センサの一部である磁歪素子 5 1 が設けられる。図 2 に示されるように、センサ配置部 4 3 に磁歪素子 5 1 が設けられる場合、第 1 筒部 4 0 a の外周側には、磁歪素子 5 1 の検れを検出するための検出コイル 5 2 が設けられる。この場合、磁歪素子 5 1 と検出コイル 5 2 によって、第 1 筒部 4 0 a の捻れを検出するセンサ 5 0 (磁歪センサ) を形成する。検出コイル 5 2 は、この検出コイル 5 2 を保持するコイル保持部材 (図示せず) に設けられる。コイル保持部材は、ケーシング 1 1 に固定される。第 1 筒部 4 0 a の捻れは、第 1 筒部 4 0 a に生じるトルクに対応する。

20

【 0 0 5 6 】

なお、図 2 に示したセンサトルクの例は、あくまでも一例であり、センサ 5 0 の代わりに歪ゲージ、半導体歪センサがセンサ配置部 4 3 に設けられてもよい。歪ゲージ、半導体歪センサなどをセンサ配置部 4 3 に設ける場合には、たとえばセンサ配置部 4 3 にさらに歪ゲージ、半導体歪センサなどからの信号を無線で送信する送信機を設けて、無線によってその信号またはその信号に基づく情報を外部に出力する。またセンサ 5 0 の代わりに、光を用いてセンサ配置部 4 3 の歪みを検出する光学式センサを設けてもよい。

30

【 0 0 5 7 】

< 電動電氣的な構成 >

図 3 は、駆動ユニット 2 を含む電動補助自転車の電動電氣的な構成を示すブロック図である。電動補助自転車は、制御装置 1、駆動ユニット 2、インバータ部 6、電動変速ユニット 1 0 7、および変速操作部 1 0 を含んで構成される。制御装置 1 およびインバータ部 6 は、駆動ユニット 2 に含まれていても良い。また制御装置 1 およびインバータ部 6 の少なくとも一方は、駆動ユニット 2 のケーシング 1 1 の内部または外周部に設けられてもよい。

40

【 0 0 5 8 】

制御装置 1 は、制御部 4 と、回転速度センサ 8 と、センサ 5 0 と、を含む。回転速度センサ 8 は、回転パラメータ検出部の一例である。制御部 4 は、踏力および回転速度センサ 8 の検出結果に応じて、インバータ部 6 を制御する。また、回転速度センサ 8 の出力および段数センサ 1 0 7 c の検出結果に応じて電動変速ユニット 1 0 7 を制御する。ここで、前述するセンサ 5 0 は、モータ 2 0 の出力およびクランク軸 1 0 2 の回転力を合成した回転力を検出する。制御部 4 は、たとえば演算処理装置 (CPU) と、所定のプログラムが記録されたメモリとを含んで構成される。制御部 4 は、モータ 2 0 を駆動するためにイン

50

バータ部 6 に出力する指令と、この指令に応じてモータ 20 が出力するトルクとの相関情報を有する。相関情報は、テーブルのようなもので表されてもよいし、関係式によって表されてもよい。このため制御部 4 は、モータ 20 の出力トルクを把握することができる。したがって制御部 4 は、センサ 50 が検出したモータ 20 の出力およびクランク軸 102 の回転力を合成した回転力と、モータ 20 の出力トルクとに基づいて、踏力のみを算出することができる。これにより、制御部 4 は、踏力に応じて、駆動ユニット 2 を制御することができる。制御部 4 は、モータ 20 に流れる電流を計測してモータ 20 の駆動力を推定してもよい。

#### 【0059】

モータ 20 は、たとえば 3 相ブラシレス DC モータによって実現され、インバータ部 6 によって駆動される。インバータ部 6 は、制御部 4 の指令に基づいて、スイッチング制御によって直流を 3 相交流に変換する。回転速度センサ 8 は、クランク軸 102 の回転速度を検出する。回転速度センサ 8 は、図 2 に示すように、フロントスプロケット 103 と反対側のクランク軸 102 の周囲において、ケーシング 11 に配置された磁気センサ 8a と、磁気センサ 8a と対向して配置される磁石 8b と、を有する。磁気センサ 8a は、たとえば、磁石 8b の磁束を検出可能なホール素子である。磁石 8b は、たとえば、周方向に S 極と N 極とが交互に複数配置されたリング状のものである。磁石 8b は、たとえば、フロントスプロケット 103 と反対側に配置されるクランクアーム 101b に設けられる。

#### 【0060】

電動変速ユニット 107 は、電動アクチュエータおよび変速機を含んで構成される。本実施の形態では、電動変速ユニット 107 は、内装変速機 107a と変速モータ 107b とを有するが、外装変速機およびモータ以外の電動アクチュエータ（たとえば、ソレノイド）であってもよい。変速モータ 107b は、制御部 4 からの指令に応じて変速機を動作させる。

#### 【0061】

変速操作部 10 は、スイッチを含んで構成され、変速の切換指示を制御部 4 に与える。制御部 4 は、マニュアル変速モードおよびオートマチック変速モードを有する。マニュアル変速モードでは、制御部 4 は変速操作部 10 からの変速の切換指令に応じて、変速モータ 107b を制御する。オートマチック変速モードでは、制御部 4 は、回転速度センサ 8 およびセンサ 50 の検出に応じて、電動変速ユニット 107 および駆動ユニットを制御する。とくに、第 1 の実施形態では、回転速度センサ 8 の検出値（回転パラメータ）とセンサ 50 の検出値（踏力）とに応じて、制御部 4 は、電動変速ユニット 107 と駆動ユニット 2 とを協調制御する。

#### 【0062】

< 制御部の協調制御 >

次に第 1 の実施形態による制御部 4 の協調制御について図 4 および図 5 に基づいて説明する。

#### 【0063】

図 4 は、縦軸に人力駆動力  $T$  (Nm) をとり、横軸にクランク回転速度  $R$  (rpm) をとったグラフである。クランク回転速度  $R$  は、クランク軸 102 の回転に関するパラメータの一例である。第 1 の実施形態では、人力駆動力  $T$  およびクランク回転速度  $R$  が図 4 に太線で示した所定の範囲に入るように、電動変速ユニット 107 と駆動ユニット 2 とを協調制御する。本実施の形態では、人力駆動力  $T$  が下限人力駆動力  $T_1$  から上限人力駆動力  $T_2$  の範囲で、かつクランク回転速度  $R$  が下限回転速度  $R_1$  から上限回転速度  $R_2$  の範囲である所定の範囲に入るように、電動変速ユニット 107 と駆動ユニット 2 とを協調制御する。なお、人力駆動力  $T$  の範囲は、10 Nm 以上 50 Nm 以下であり、好ましくは 20 Nm 以上 30 Nm 以下である。クランク回転速度  $R$  の範囲は、30 rpm 以上 90 rpm 以下であり、好ましくは、45 rpm 以上 70 rpm 以下である。図 4 に示す所定の範囲では、一例として、人力駆動力  $T$  の範囲は、20 Nm 以上 30 Nm 以下であり、クランク回転速度  $R$  の範囲は、45 rpm 以上 70 rpm 以下である。なお、所定の範囲は、使用

10

20

30

40

50

者の体力などによって任意に変更可能である。このような範囲で所定の範囲を設定すると、一般的な使用者の好ましい踏力および回転パラメータとなるように所定の範囲が設定される。

【 0 0 6 4 】

次に、図 4 に示す所定の範囲に人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を収束させるための制御動作について、図 5 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、図 5 は、制御動作の一例であり、本発明は、図 5 に示す制御動作に限定されない。

【 0 0 6 5 】

図 5 において、ステップ S 1 では、制御部 4 は、回転速度センサ 8 およびセンサ 5 0 からクランク回転速度 R および人力駆動力 T を取り込む。ステップ S 2 では、取り込んだクランク回転速度 R が所定の範囲の下限回転速度 R 1 未満であるか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 3 では、取り込んだクランク回転速度 R が所定の範囲の上限回転速度 R 2 を超えているか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 4 では、取り込んだ人力駆動力 T が所定の範囲の下限人力駆動力 T 1 未満であるか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 5 では、取り込んだ人力駆動力 T が所定の範囲の上限人力駆動力 T 2 を超えているか否かを制御部 4 が判断する。

【 0 0 6 6 】

図 5 に示す協調制御では、制御部 4 は、人力駆動力 T よりもクランク回転速度 R を優先して制御して人力駆動力 T およびクランク回転速度 R が所定の範囲に入るか否かを判断する。すなわち、制御部 4 は、電動変速ユニット 1 0 7 の制御を駆動ユニット 2 の制御に対して優先して行っている。これは、変速制御では、クランク回転速度 R および人力駆動力 T が同時に変化し、アシスト制御では、クランク回転速度 R は変化し難く、主に踏力が変化するからである。したがって、クランク回転速度 R が所定の範囲 ( R 1 R 2 ) に入っていれば、変速制御を行わずにアシスト制御を行うだけで、人力駆動力 T が所定の範囲 ( T 1 T 2 ) に入ることになる。

【 0 0 6 7 】

クランク回転速度 R が下限回転速度 R 1 未満であると制御部 4 が判断した場合は、ステップ S 2 からステップ S 6 に処理を進める。ステップ S 6 では、シフトダウンが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、段数センサ 1 0 7 c のデータを取り込んで制御部 4 が判断する。たとえば、変速段が最も低速段 ( 変速比が最も小さい変速段 ) であれば、この判断は「 N o 」になる。シフトダウンが可能であれば、ステップ S 6 からステップ S 7 に移行し、現在の変速段よりも一段階低速側の変速段に向かってシフトダウンする指令を制御部 4 が電動変速ユニット 1 0 7 に出力し、ステップ S 1 に処理を進める。ステップ S 1 では、制御部 4 が次の制御周期でクランク回転速度 R および人力駆動力 T を取り込む。また、シフトダウンが可能ではない場合は、電動変速ユニット 1 0 7 を制御してもクランク回転速度 R を所定の範囲に入れることができないため、ステップ S 4 に移行し、現在の変速段を維持してアシスト制御を行う。クランク回転速度 R が下限回転速度 R 1 以上の場合は、ステップ S 2 からステップ S 3 に処理を進める。

【 0 0 6 8 】

クランク回転速度 R が上限回転速度 R 2 を超えると制御部 4 が判断した場合は、ステップ S 3 からステップ S 8 に処理を進める。ステップ S 8 では、シフトアップが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、シフトダウンの場合と同様に段数センサ 1 0 7 c のデータを取り込んで判断する。たとえば、変速段が最も高速段 ( 変速比が最も大きい変速段 ) であれば、この判断は「 N o 」になる。シフトアップが可能であれば、ステップ S 8 からステップ S 9 に移行し、現在の変速段よりも一段階高速側の変速段に向かってシフトアップする指令を制御部 4 が電動変速ユニット 1 0 7 に出力し、ステップ S 1 に処理を進める。ステップ S 1 では、制御部 4 が次の制御周期でクランク回転速度 R および人力駆動力 T を取り込む。また、シフトアップが可能ではない場合は、電動変速ユニット 1 0 7 を制御してもクランク回転速度 R を所定の範囲に入れることができないため、ステップ S 4 に移行し、現在の変速段を維持してアシスト制御を行う。クランク回転速度 R が上限回転

10

20

30

40

50

速度 R 2 を以下の場合、ステップ S 3 からステップ S 4 に処理を進める。したがって、ステップ S 1 からステップ S 9 までの処理では、制御部 4 はクランク回転速度 R が所定の範囲内になるまで変速制御を繰り返し、クランク回転速度 R が所定の範囲に入ると、ステップ S 4 に処理を進める。

【 0 0 6 9 】

人力駆動力 T が下限人力駆動力 T 1 未満であると制御部 4 が判断した場合は、ステップ S 4 からステップ S 1 0 に処理を進める。ステップ S 1 0 では、アシストダウンが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、現在のモータ 2 0 の出力状態（モータ 2 0 への制御指令値）または現在のアシスト比（人力駆動力に対するモータ 2 0 の出力）を参照して判断する。たとえば、モータ 2 0 の出力が 0 またはアシスト比が 0 であれば、モータ 2 0 が動作していないので、ステップ S 1 0 での判断は「No」になる。アシストダウンとは、人力駆動力に対するモータ 2 0 の出力の割合を下げることである。アシストダウンが可能であれば、ステップ S 1 0 からステップ S 1 1 に移行し、現在のモータ 2 0 の出力よりも所定割合低い出力（たとえば 1 0 % 低い出力）または現在のアシスト比よりも所定割合低いアシスト比（たとえば 1 0 % 低いアシスト比）とする指令を制御部 4 がインバータ部 6 に出力するアシストダウン処理をおこない、ステップ S 1 に処理を進める。また、アシストダウンが可能ではないと制御部 4 が判断した場合は、駆動ユニット 2 を制御しても人力駆動力 T を所定の範囲に入れることができないため、ステップ S 1 に戻って現在のアシスト比を維持する。人力駆動力 T が下限人力駆動力 T 1 以上の場合は、ステップ S 4 からステップ S 5 に処理を進める。

【 0 0 7 0 】

人力駆動力 T が上限人力駆動力 T 2 を超えたと制御部 4 が判断した場合は、ステップ S 5 からステップ S 1 2 に処理を進める。ステップ S 1 2 では、アシストアップが可能か否かを制御部 4 が判断する。アシストアップとは、人力駆動力に対するモータ 2 0 の出力の割合を上げることである。この判断は、ステップ S 1 0 と同様に現在のアシスト比を参照して制御部 4 が判断する。たとえば、アシスト比が 2 0 0 パーセントであれば、この判断は「No」になる。アシストアップが可能であれば、ステップ S 1 2 からステップ S 1 3 に移行し、現在のモータ 2 0 の出力よりも所定割合高い出力（たとえば 1 0 % 高い出力）または現在のアシスト比よりも所定割合高いアシスト比（たとえば 1 0 % 高いアシスト比）とする指令を制御部 4 がインバータ部 6 に出力するアシストアップ処理をおこない、ステップ S 1 に処理を進める。また、アシストアップが可能ではない場合は、駆動ユニット 2 を制御しても人力駆動力 T を所定の範囲に入れることができないため、ステップ S 1 に戻って現在のアシスト比を維持する。

【 0 0 7 1 】

次に、図 4 に四角、三角、丸、二重丸、星のマークで示す状態 A 1 , A 2 , A 3 , A 4 , A 5 で現在のクランク回転速度 R および踏力が検出された場合を例に、上記の制御動作を具体的に説明する。

【 0 0 7 2 】

たとえば、図 4 に三角印で示す状態 A 1 で自転車が走行していた場合は、ステップ S 2 による判断が「Yes」になって、ステップ S 7 で変速処理（シフトダウン）するだけで人力駆動力 T が所定の範囲に下がったことを示す。また、四角印で示す状態 A 2 で自転車が走行していた場合は、ステップ S 3 による判断が「Yes」になって、ステップ S 7 でシフトダウンしても人力駆動力 T が所定の範囲にまで下がらなかった場合である。この場合には、さらにステップ S 5 での判断が「Yes」になって、ステップ S 1 2 のアシスト処理（アシストアップ）が行われて人力駆動力 T が所定の範囲に入る。丸印で示す状態 A 3 で自転車が走行している場合は、クランク回転速度 R はすでに所定の範囲に入っているので、ステップ S 2 およびステップ S 3 の判断がいずれも「No」になる。そして、ステップ S 1 3 においてアシスト処理（アシストアップ）するだけで人力駆動力 T が所定の範囲に入る。

【 0 0 7 3 】

二重丸印の場合は、状態 A 4 から変速処理（シフトアップ）だけでクランク回転速度 R および人力駆動力 T が所定の範囲に入った例を示している。また星印の場合は、状態 A 5 から変速処理（シフトアップ）してからアシスト処理（アシストアップ）することによって所定の範囲に入った例を示す。なお、図 4 には描かれていないが、クランク回転速度 R が所定の範囲に入っている場合に人力駆動力 T が所定の範囲未満の場合は、丸印と同様にアシスト処理（アシストダウン）だけで、人力駆動力 T が所定の範囲に入る。

【 0 0 7 4 】

このように、第 1 の実施形態では、クランク回転速度（クランク軸の回転に関するパラメータ）R と踏力（人力駆動力）T とを検出し、クランク回転速度 R を所定の範囲に入るように変速制御してからアシスト制御によって人力駆動力 T が所定の範囲に入るように制御する。これによって、電力消費を抑えることができる。また、変速機およびモータ 20 の少なくともいずれかを制御して、クランク回転速度 R および人力駆動力 T が所定の範囲に入るようにするので、ライダーのペダリングパワーの変動を抑制することができる。さらに、状況によっては、電動変速ユニット 107 を制御するだけで、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を所定の範囲に入れることができる。これによって、制御を効率化することができる。

【 0 0 7 5 】

< 第 1 の実施形態の変形例 1 >

第 1 の実施形態では、変速制御（電動変速ユニット 107 の制御）をアシスト制御（駆動ユニット 2 の制御）に優先して行ったが、図 6 に示す変形例 1 では、アシスト制御を変速制御に優先して行う。変形例 1 では、図 6 のステップ S 2 2 およびステップ S 2 3 において、人力駆動力 T が所定の範囲に入っているか否かを制御部 4 が判断する。また、ステップ S 2 7 およびステップ S 2 9 でアシストダウンおよびアシストアップの処理を各別に制御部 4 が行う。そして、人力駆動力 T が所定の範囲に入ると、ステップ S 2 4 およびステップ S 2 5 において、クランク回転速度 R が所定の範囲に入っているか否かを制御部 4 が判断し、ステップ S 3 1 およびステップ S 3 3 でシフトアップおよびシフトダウンの処理を制御部 4 が各別に行う。このように、アシスト制御を優先して行うと、特に内装変速機を用いる場合で、踏力が所定の範囲よりも大きい場合に、内装変速機に与えられるトルクを小さくすることができるので、後から変速しやすくなる。その他の制御手順は第 1 の実施形態の図 4 の制御手順と同様であるので、図 6 に示して説明を省略する。

【 0 0 7 6 】

< 第 1 の実施形態の変形例 2 >

第 1 の実施形態および変形例 1 では、変速処理では一変速段ずつ、またアシスト処理では所定量（10 パーセント）ずつ変更して人力駆動力 T およびクランク回転速度 R が所定の範囲に入るように制御した。変形例 2 および 3 では、取り込んだ踏力およびクランク回転速度 R と所定の範囲との差分（たとえば、所定の範囲の中央の値）に応じて演算によって変速処理およびアシスト処理を行う。なお、各変速段のシフトアップおよびシフトダウン毎の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の変化は、予めメモリなどの記憶手段に記憶される。また、モータ 20 の出力またはアシスト比の変化と、人力駆動力 T の変化と、の関係は予めメモリなどの記憶手段に記憶される。なお、図 7 に示す変形例 2 では、第 1 の実施形態と同様に変速処理をアシスト処理に対して優先して処理する。

【 0 0 7 7 】

図 7 において、ステップ S 4 1 では、制御部 4 は、回転速度センサ 8 およびセンサ 5 0 からクランク回転速度 R および人力駆動力 T を取り込む。ステップ S 4 2 では、取り込んだクランク回転速度 R が所定の範囲の下限回転速度 R 1 未満であるか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 4 3 では、取り込んだクランク回転速度 R が所定の範囲の上限回転速度 R 2 を超えているか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 4 4 では、取り込んだ人力駆動力 T が所定の範囲の下限人力駆動力 T 1 未満であるか否かを制御部 4 が判断する。ステップ S 4 5 では、取り込んだ人力駆動力 T が所定の範囲の上限人力駆動力 T 2 を超えているか否かを制御部 4 が判断する。

## 【 0 0 7 8 】

クランク回転速度  $R$  が下限回転速度  $R_1$  未満であると制御部 4 が判断した場合は、ステップ  $S_{42}$  からステップ  $S_{46}$  に処理を進める。ステップ  $S_{46}$  では、シフトダウンが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、第 1 の実施形態と同様である。シフトダウンが可能であれば、ステップ  $S_{46}$  からステップ  $S_{47}$  に処理を進める。ステップ  $S_{47}$  では、取り込んだクランク回転速度  $R$  と、所定の範囲の中央のクランク回転速度  $(R_1 + R_2) / 2$  との差分に応じてどれだけシフトダウンをおこなったらよいかを演算によって求める。そして、演算結果によって、低速側の変速段に 1 または複数回シフトダウンする指令を制御部 4 が電動変速ユニット 107 に出力し、ステップ  $S_{44}$  に処理を進める。これによって、クランク回転速度  $R$  が所定の範囲に入る。また、シフトダウンが可能ではない場合は、電動変速ユニット 107 を制御してもクランク回転速度  $R$  を所定の範囲に入れることができないため、ステップ  $S_{44}$  に移行し、現在の変速段を維持してアシスト制御を行う。クランク回転速度  $R$  が下限回転速度  $R_1$  以上の場合は、ステップ  $S_{42}$  からステップ  $S_{43}$  に処理を進める。

10

## 【 0 0 7 9 】

クランク回転速度  $R$  が上限回転速度  $R_2$  を超えると制御部 4 が判断して場合は、ステップ  $S_{43}$  からステップ  $S_{48}$  に処理を進める。ステップ  $S_{48}$  では、シフトアップが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、第 1 の実施形態と同様である。シフトアップが可能であれば、ステップ  $S_{48}$  からステップ  $S_{49}$  に処理を進める。ステップ  $S_{49}$  では、取り込んだクランク回転速度  $R$  と、所定の範囲の中央のクランク回転速度  $(R_1 + R_2) / 2$  との差分に応じてどれだけシフトアップをおこなったらよいかを演算によって求める。そして、演算結果によって、高速側の変速段に 1 または複数回シフトアップする指令を制御部 4 が電動変速ユニット 107 に出力し、ステップ  $S_{44}$  に処理を進める。これによって、クランク回転速度  $R$  が所定の範囲に入る。また、シフトアップが可能ではない場合は、電動変速ユニット 107 を制御してもクランク回転速度  $R$  を所定の範囲に入れることができないため、ステップ  $S_{44}$  に移行し、現在の変速段を維持してアシスト制御を行う。

20

## 【 0 0 8 0 】

人力駆動力  $T$  が下限人力駆動力  $T_1$  未満であると制御部 4 が判断した場合は、ステップ  $S_{44}$  からステップ  $S_{50}$  に処理を進める。ステップ  $S_{50}$  では、アシストダウンが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、第 1 の実施形態と同様である。アシストダウンが可能であれば、ステップ  $S_{50}$  からステップ  $S_{51}$  に移行し、取り込んだ現在の人力駆動力  $T$  と所定の範囲の中央の踏力  $(T_1 + T_2) / 2$  との差分に応じてどれだけアシストダウンをおこなったらよいかを演算によって求める。そして演算結果によって、現在のモータ 20 の出力よりも低い出力または現在のアシスト比よりも低いアシスト比とする指令を制御部 4 がインバータ部 6 に出力するアシストダウン処理をおこない、ステップ  $S_{41}$  に処理を進める。また、アシストダウンが可能ではないと制御部 4 が判断した場合は、駆動ユニット 2 を制御しても人力駆動力  $T$  を所定の範囲に入れることができないため、ステップ  $S_{41}$  に戻って現在のアシスト比を維持する。人力駆動力  $T$  が下限人力駆動力  $T_1$  以上の場合は、ステップ  $S_{44}$  からステップ  $S_{45}$  に処理を進める。

30

40

## 【 0 0 8 1 】

人力駆動力  $T$  が上限人力駆動力  $T_2$  を超えたとき制御部 4 が判断した場合は、ステップ  $S_{45}$  からステップ  $S_{52}$  に処理を進める。ステップ  $S_{52}$  では、アシストアップが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、第 1 の実施形態と同様である。アシストアップが可能であれば、ステップ  $S_{52}$  からステップ  $S_{53}$  に移行し、取り込んだ現在の人力駆動力  $T$  と所定の範囲の中央の踏力  $(T_1 + T_2) / 2$  との差分に応じてどれだけアシストアップをおこなったらよいかを演算によって求める。そして演算結果によって、現在のモータ 20 の出力よりも高い出力または現在のアシスト比よりも高いアシスト比とする指令を制御部 4 がインバータ部 6 に出力するアシストアップ処理をおこない、ステップ  $S_{41}$  に処理を進める。また、アシストアップが可能ではないと制御部 4 が判断した場合

50

は、駆動ユニット 2 を制御しても人力駆動力 T を所定の範囲に入れることができないため、ステップ S 4 1 に戻って現在のアシスト比を維持する。

【 0 0 8 2 】

< 第 1 の実施形態の変形例 3 >

変形例 2 では、変速制御（電動変速ユニット 1 0 7 の制御）をアシスト制御（駆動ユニット 2 の制御）に優先して行ったが、図 8 に示す変形例 3 では、アシスト制御を変速制御に優先して行う。変形例 3 では、図 8 のステップ S 6 2 およびステップ S 6 3 において、人力駆動力 T が所定の範囲に入っているか否かを制御部 4 が判断する。また、ステップ S 6 7 およびステップ S 6 9 で変形例 2 と同様なアシストダウンおよびアシストアップの処理を各別に制御部 4 が行う。そして、人力駆動力 T が所定の範囲に入ると、ステップ S 6 4 およびステップ S 6 5 において、クランク回転速度 R が所定の範囲に入っているか否かを制御部 4 が判断し、所定の範囲に入っていない場合は、変形例 2 と同様なステップ S 7 1 およびステップ S 7 3 で変形例 2 と同様なシフトダウンおよびシフトアップの処理を制御部 4 が各別に行う。このように、アシスト制御を優先して行くと、特に内装変速機を用いる場合で、踏力が所定の範囲よりも大きい場合に、内装変速機に与えられるトルクを小さくすることができるので、後から変速しやすくなる。その他の制御手順は変形例 2 の図 7 の制御手順と同様であるので、図 8 に示して説明を省略する。

10

【 0 0 8 3 】

< 第 1 の実施形態の変形例 4 >

変形例 4 では、変速制御を優先して行う第 1 モードとアシスト制御を優先して行う第 2 モードとを選択できるようにする。この場合、図 9 に示すように、ステップ S 8 5 において、たとえば、変速操作部 1 0 のスイッチの長押し操作などによって、第 1 モードと第 2 モードとを選択できるようにしてもよい。図 9 のステップ S 8 5 では、制御部 4 は変速操作部 1 0 のスイッチが長押しされるのを待つ。変速操作部 1 0 のスイッチが長押し操作されるとステップ S 8 6 に移行し、現在の制御モードが第 1 モードか否かを制御部 4 が判断する。第 1 モードの場合は、ステップ S 8 6 からステップ S 8 7 に移行し、制御モードを第 2 モードに制御部 4 がセットする。これによって、図 6 または図 8 に示したアシスト制御優先の協調制御が実行される。また、第 1 モードではない、すなわち第 2 モードであると判断されるとステップ S 8 6 からステップ S 8 8 に移行し、制御モードを第 1 モードに制御部 4 がセットする。これによって、図 5 または図 7 に示した変速制御優先の協調制御が実行される。

20

30

【 0 0 8 4 】

このように制御モードを選択できるようにすることによって、電動変速ユニット 1 0 7 を優先して制御することによって人力駆動力 T とクランク回転速度 R とを同時に変更でき、電力消費を抑えることができる。駆動ユニット 2 を優先して制御することによって、クランク回転速度 R を変化させることなく人力駆動力 T が大きく変化することを抑制することができる。

【 0 0 8 5 】

< 第 2 の実施形態 >

第 2 の実施形態では、図 1 0 に示すように、クランク回転速度 R および人力駆動力 T を所定の範囲を基準にして複数の範囲に分けて制御する。ここでは、便宜的に第 1 範囲 B 1 から第 5 範囲 B 5 の 5 つの範囲に分けているが、制御用の範囲の数および範囲はこれに限定されない。

40

【 0 0 8 6 】

第 1 範囲 B 1 は、人力駆動力 T が所定の範囲よりも所定量 N 1（たとえば、1 0 N m）大きく、かつクランク回転速度 R が所定の範囲内となる範囲である。すなわち、第 1 範囲 B 1 は、 $T_2 < T$ （ $T_2 + N_1$ ）であり、かつ  $R_1 \leq R \leq R_2$  の範囲である。第 2 範囲 B 2 は、人力駆動力 T が第 1 範囲 B 1 よりも所定量 N 2（たとえば、1 0 N m）大きく、かつクランク回転速度 R が所定の範囲の中間のクランク回転速度 R よりも小さい範囲である。すなわち、第 2 範囲 B 2 は、 $(T_2 + N_1) < T$ （ $T_2 + N_1 + N_2$ ）であり、か

50

つ0  $R < ((R_1 + R_2) / 2)$  の範囲である。第3範囲B3は、人力駆動力Tが第2範囲B2よりも大きく、かつクランク回転速度Rが所定の範囲の中間のクランク回転速度Rよりも低い範囲である。すなわち、第3範囲B3は、 $T > (T_2 + N_1 + N_2)$  であり、かつ  $R < ((R_1 + R_2) / 2)$  の範囲である。第4範囲B4は、人力駆動力Tが所定の範囲よりも所定量N3（たとえば、10 Nm）小さく、かつクランク回転速度Rが所定の範囲の中間のクランク回転速度よりも大きい範囲である。すなわち、第4範囲B4は  $(T_1 - N_3) < T < T_1$  であり、かつ  $R > ((R_1 + R_2) / 2)$  の範囲である。第5範囲B5は、人力駆動力Tが第4範囲B4よりも小さく、かつクランク回転速度Rが所定の範囲の中間のクランク回転速度よりも大きい範囲である。すなわち、第5範囲B5は、 $T < (T_1 - N_3)$  であり、かつ  $R > ((R_1 + R_2) / 2)$  の範囲である。

10

## 【0087】

次に、第2の実施形態の制御部4の制御動作について図11に示すフローチャートに基づいて説明する。

## 【0088】

図11のステップS91では、制御部4が回転速度センサ8およびセンサ50からクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tを取り込む。ステップS92では、取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第1範囲B1に入っているか否かを制御部4が判断する。ステップS93では、取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第2範囲B2に入っているか否かを制御部4が判断する。ステップS94では、取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第3範囲B3に入っているか否かを制御部4が判断する。ステップS95では、取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第4範囲B4に入っているか否かを制御部4が判断する。ステップS96では、取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第5範囲B5に入っているか否かを制御部4が判断する。

20

## 【0089】

取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第1範囲B1に入っていると制御部4が判断すると、ステップS42からステップS97に処理を進める。第1範囲B1は、所定の範囲とクランク回転速度Rの範囲が同じで、人力駆動力Tが所定の範囲大きい範囲である。このため、アシストアップ制御によって人力駆動力Tを小さくすれば、人力駆動力Tを所定の範囲に収めることができる可能性が高い。ステップS97では、人力駆動力Tを小さくするアシストアップが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、第1の実施形態の図5のステップS12と同じである。アシストアップが可能であると判断すると、ステップS97からステップS98に移行し、制御部4がアシスト比を上げる指令をインバータ部6に出力するアシストアップ処理を行い、ステップS91に処理を進める。

30

## 【0090】

取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第2範囲B2に入っていると制御部4が判断すると、ステップS93からステップS99に処理を進める。第2範囲B2は、所定の範囲の中間クランク回転速度  $((R_1 + R_2) / 2)$  よりも低くかつ踏力が第1範囲B1よりも大きい範囲である。このため、シフトダウン制御によって、人力駆動力Tの減少とクランク回転速度Rの増加とを同時に行うことで、人力駆動力Tを所定の範囲に収めることができる可能性が高い。このため、ステップS99では、シフトダウンが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、第1の実施形態の図5のステップS6と同じである。シフトダウンが可能であると制御部4が判断すると、ステップS99からステップS100に移行し、現在の変速段よりも1段低速側の変速段へのシフトダウン処理を行い、ステップS91に処理を進める。

40

## 【0091】

取り込んだクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが第3範囲B3に入っていると制御部4が判断すると、ステップS94からステップS101に処理を進める。第3範囲B3は、所定の範囲の中間クランク回転速度  $((R_1 + R_2) / 2)$  よりも低くかつ踏力が第

50

2 範囲 B 2 よりも大きい範囲である。このため、シフトダウン制御によって、人力駆動力 T の減少とクランク回転速度 R の増加とを同時に行うことだけでは、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を所定の範囲に収めることがむずかしい。したがって、シフトダウン制御とアシストアップ制御との 2 つの処理を行う。ステップ S 1 0 1 では、シフトダウンおよびアシストアップが可能か否かを判断する。この判断は、第 1 の実施形態の図 5 のステップ S 7 およびステップ S 1 2 と同じである。シフトダウンおよびアシストアップが可能であると制御部 4 が判断すると、ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 2 に移行し、現在の变速段を 1 段低速側の变速段へのシフトダウン処理を行うとともに、アシスト比を上げるアシストアップ処理を行い、ステップ S 9 1 に処理を進める。

#### 【 0 0 9 2 】

取り込んだクランク回転速度 R および人力駆動力 T が第 4 範囲 B 4 に入っていると制御部 4 が判断すると、ステップ S 9 5 からステップ S 1 0 3 に処理を進める。第 4 範囲 B 4 は、所定の範囲の中間クランク回転速度  $(R_1 + R_2) / 2$  よりも高くかつ踏力が所定の範囲よりも小さい範囲である。このように、人力駆動力 T が所定の範囲に近接しているため、シフトアップ制御によって人力駆動力 T の増加とクランク回転速度 R の減少とを同時に行うと、人力駆動力 T が所定の範囲よりも大きくなるおそれがある。このため、制御部 4 はシフトアップ制御とアシストアップ制御との 2 つの処理を行う。ステップ S 1 0 3 では、シフトアップおよびアシストアップが可能か否かを制御部 4 が判断する。この判断は、第 1 の実施形態の図 5 のステップ S 8 およびステップ S 1 2 と同じである。シフトアップおよびアシストアップが可能であると判断すると、ステップ S 1 0 3 からステップ S 1 0 4 に移行し、現在の变速段を 1 段高速側の变速段へのシフトアップ処理を行うとともに、アシスト比を上げるアシストアップ処理を行い、ステップ S 9 1 に処理を進める。

#### 【 0 0 9 3 】

取り込んだクランク回転速度 R および人力駆動力 T が第 5 範囲 B 5 に入っていると判断すると、ステップ S 9 6 からステップ S 1 0 5 に処理を進める。第 5 範囲 B 5 は、所定の範囲の中間クランク回転速度  $(R_1 + R_2) / 2$  よりも高くかつ踏力が第 4 範囲 B 4 よりも小さい範囲である。このように、人力駆動力 T が所定の範囲から少し離れているため、シフトアップ制御によって人力駆動力 T の増加とクランク回転速度 R の減少とを同時に行うと、人力駆動力 T が所定の範囲に収まる可能性が高い。このため、シフトアップ制御だけを行う。ステップ S 1 0 5 では、シフトアップ可能か否かを判断する。この判断は、第 1 の実施形態の図 5 のステップ S 8 と同じである。シフトアップが可能であると制御部 4 が判断すると、ステップ S 1 0 5 からステップ S 1 0 6 に移行し、現在の变速段を 1 段高速側の变速段へのシフトアップ処理を行い、ステップ S 9 1 に処理を進める。

#### 【 0 0 9 4 】

ここでは、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を複数の範囲（たとえば第 1 範囲 B 1 から第 5 範囲 B 5）に分けて電動变速ユニット 1 0 7 および駆動ユニット 2 の少なくともいずれかを制御している。このため、範囲毎に制御内容が設定でき、制御を簡素化できる。

#### 【 0 0 9 5 】

##### < 第 3 の実施形態 >

第 3 実施形態では、所定の範囲の設定および変更についての処理を行う。

図 1 2 は、第 3 の実施形態を実施するための駆動ユニット 2 を含む電動補助自転車の電動電氣的な構成を示すブロック図である。図 1 2 では、図 3 に示した電動補助自転車の構成に、操作スイッチ 1 6 とメモリ 1 8 が追加される。操作スイッチ 1 6 は、所定の範囲を設定または変更するとき使用される操作部である。なお、操作スイッチ 1 6 に代えて、变速操作部 1 0 の变速操作に使用する通常の操作と異なる操作（例えば、長押しまたはダブルクリック）によって所定の範囲の設定または変更の操作を行ってもよい。メモリ 1 8 は、回転速度センサ 8 の検出値（回転パラメータ）とセンサ 5 0 の検出値（人力駆動力）とを、記憶するために設けられる。例えば、制御部 4 は、所定時間間隔で検出された検出値を直近のものから順に M 個（たとえば、M は、5 - 5 0 の整数）メモリ 1 8 に記憶させ

10

20

30

40

50

る。その他の構成は、第 1 の実施形態と同様なため説明を省略する。

【 0 0 9 6 】

本実施の形態では、図 4 に示す第 1 の実施形態の所定の範囲を、回転速度センサ 8 の検出値（回転パラメータ R）とセンサ 5 0 の検出値（人力駆動力 T）の少なくともいずれかに応じて設定または変更する。一例としては、図 1 3 に示す、第 3 の実施形態の場合、操作スイッチ 1 6 の操作後または操作前に、取り込んだ人力駆動力 T および回転パラメータ R に応じて、所定の範囲の中心値 A P を決めて所定の範囲を設定または変更する。

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 3 に示す所定の範囲の設定または変更する制御動作について、図 1 4 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、図 1 4 は、制御動作の一例であり、本発明は、図 1 4 に示す制御動作に限定されない。また、所定の範囲の設定または変更とは、最初に所定の範囲を決めるのが設定であり、決められた所定の範囲を代えるのが変更である。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 において、ステップ S 1 1 1 では、制御部 4 は、操作スイッチ 1 6 が操作されるのを待つ。操作スイッチ 1 6 が操作されると、制御部 4 はステップ S 1 1 1 からステップ S 1 1 2 に処理を進める。ステップ S 1 1 2 では、制御部 4 は、センサ 5 0 の人力駆動力 T および回転速度センサ 8 の回転パラメータ（クランク回転速度 R）を取り込み、ステップ S 1 1 3 に処理を進める。ステップ S 1 1 3 では、制御部 4 は、検出値を取り込む回数を規定する回数 n を 1 増加させ、ステップ S 1 1 4 に処理を進める。ステップ S 1 1 4 では、制御部 4 は、検出値を取り込んだ回数 n が規定の回数 N（たとえば、N は、5 - 20 の整数）になったか否かを判断する。規定の回数 N になっていないと判断すると、制御部 4 は、ステップ S 1 1 5 に処理を進める。ステップ S 1 1 5 では、制御部 4 は、いままで取り込んだ人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を積算し、ステップ S 1 1 6 に処理を進め、所定時間 t の経過を待つ。所定時間 t は、たとえば、1 秒から 1 分の間の時間である。所定時間 t が経過すると、制御部 4 は、ステップ S 1 1 2 に処理を進め、次のタイミングで人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を取り込む。

【 0 0 9 9 】

取り込んだ回数 n が規定の回数 N になったと判断すると、制御部 4 は、ステップ S 1 1 4 からステップ S 1 1 7 に処理を進める。ステップ S 1 1 7 では、制御部 4 は、回数 n を「0」にリセットし、ステップ S 1 1 8 に処理を進める。ステップ S 1 1 8 では、制御部 4 は、取り込んだ N 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の積算値（ $T_n$ 、 $R_n$ ）を回数 N で除算し、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の平均値（ $A_T = T_n / N$ 、 $A_R = R_n / N$ ）を算出する。そして、制御部 4 は、ステップ S 1 1 9 に処理を進め、算出された平均値（ $A_T$ 、 $A_R$ ）が所定の範囲の中心値 A P（図 1 3）となるように設定し、ステップ S 1 2 0 に処理を進める。ステップ S 1 2 0 では、所定の範囲を設定または変更し、所定の範囲の設定または変更処理を終了する。具体的には、検出された人力駆動力 T および回転パラメータ R の平均値（ $A_T$ 、 $A_R$ ）を、所定の範囲の中心値 A P とし、中心値 A P に所定の範囲の上限値（ $T_2$ 、 $R_2$ ）と下限値（ $T_1$ 、 $R_1$ ）の半分の値（ $(T_2 - T_1) / 2$ ）、 $(R_2 - R_1) / 2$ ）を加算および減算して新たな所定の範囲を設定または変更する。これによって、使用者の状態（体調、疲労度など）、および走行路の状態（たとえば、走行路の傾斜度合い、走行路の路面状態（たとえば、ターマックまたはグラベル））などに合わせて所定の範囲を設定または変更できる。

【 0 1 0 0 】

< 第 3 の実施形態の変形例 1 >

第 3 の実施形態の変形例 1 では、図 1 5 に示すように、操作スイッチ 1 6 を操作した後の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R によって、所定の範囲の設定または変更を行う。図 1 5 では、図 1 4 に示したステップ S 1 1 1、ステップ S 1 1 2、ステップ S 1 1 9 およびステップ S 1 2 0 の処理を、制御部 4 は順次実行する。なお、ステップ S 1 1 9 では、所定の範囲の中心値 A P を平均値ではなく、取り込んだ人力駆動力 T およびクランク回転速度 R をそのまま用いる（ $A_P = (T, R)$ ）。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 1 】

## &lt; 第 3 実施形態の変形例 2 &gt;

第 3 の実施形態の変形例 2 では、制御部 4 は、取り込んだ人力駆動力 T およびクランク回転速度 R をメモリ 1 8 に記憶し、操作スイッチ 1 6 が操作されたときに、記憶した人力駆動力 T およびクランク回転速度 R によって、所定の範囲を設定または変更する。図 1 6 では、制御部 4 は直近の取り込んだ M 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R をメモリ 1 8 に記憶し、記憶された M 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の平均値 ( A T 、 A R ) に応じて、所定の範囲を設定または変更する。

## 【 0 1 0 2 】

図 1 6 のステップ S 1 2 1 では、制御部 4 は、直近の M 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R をメモリ 1 8 に記憶し、ステップ S 1 2 2 に処理を進める。ステップ S 1 2 2 では、制御部 4 は、操作スイッチ 1 6 が操作されるのを待つ。操作スイッチ 1 6 が操作されると、制御部 4 はステップ S 1 2 2 からステップ S 1 2 3 に処理を進める。ステップ S 1 2 3 では、制御部 4 は、メモリ 1 8 が記憶した M 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を読み出し、ステップ S 1 2 3 からステップ S 1 2 4 に処理を進める。ステップ S 1 2 4 では、制御部 4 は、メモリ 1 8 から読み出した人力駆動力 T およびクランク回転速度 R を積算し、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の積算値 (  $T_n$  、  $R_n$  ) を個数 M で除算して人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の平均値 (  $A T = T_n / M$  、  $A R = R_n / M$  ) を算出する。そして、制御部 4 は、ステップ S 1 2 5 に処理を進め、算出された平均値 ( A T , A R ) が所定の範囲の中心値 A P ( 図 1 3 ) となるように設定し、ステップ S 1 2 6 に処理を進める。ステップ S 1 2 6 では、制御部 4 は、算出された平均値 ( A T , A R ) が所定の範囲の中心値 A P ( 図 1 3 ) となるように、所定の範囲を設定または変更し、所定の範囲の設定または変更処理を終了する。ステップ S 1 2 6 の具体的な処理は、ステップ S 1 2 0 と実質的に同じである。

## 【 0 1 0 3 】

ここでは、予めメモリ 1 8 に記憶された直近の M 個の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の平均値で所定の範囲の設定または変更を行えるので、操作スイッチ 1 6 を操作すると迅速に所定の範囲を設定または変更できる。

## 【 0 1 0 4 】

なお、変形例 2 では、平均値ではなく、直近に記憶した人力駆動力 T およびクランク回転速度 R によって、制御部 4 が所定の範囲を設定または変更してもよい。

## 【 0 1 0 5 】

## &lt; 第 4 の実施形態 &gt;

図 1 7 に示す第 4 実施形態では、駆動ユニット 2 およびインバータ部 6 は設けられない。人力駆動力を検出するセンサ 5 0 は、たとえば、クランク軸の周囲に設けられる。その他の構成は第 1 の実施形態と同様である。したがって、制御部 4 は、電動変速ユニット 1 0 7 を制御して、人力駆動力 T およびクランク回転速度 R が、図 1 8 に示すように、所定の範囲に入るように制御する。ただし、駆動ユニットが設けられないため、電動変速ユニット 1 0 7 をシフトダウンまたはシフトアップすると、クランク回転速度 R と人力駆動力 T が、同時に変化する。具体的には、シフトダウンすると、クランク回転速度 R が速くなり、人力駆動力 T は小さくなる。また、シフトアップすると、逆に、クランク回転速度 R が遅くなり、人力駆動力 T は大きくなる。

## 【 0 1 0 6 】

したがって、図 1 8 から明らかなように、現在の人力駆動力 T およびクランク回転速度 R の組み合わせにおいて、A 5 および A 6 のように、クランク回転速度 R が所定の範囲から大きく離れると、変速制御しても所定の範囲に入らない場合がある。このような場合には、人力駆動力 T を優先し、人力駆動力が所定の範囲に入るように制御してもよい。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 9 において、ステップ S 1 3 1 では、制御部 4 は、回転速度センサ 8 およびセンサ 5 0 からクランク回転速度 R および人力駆動力 T を取り込む。ステップ S 1 3 2 では、取

り込んだ人力駆動力Tが所定の範囲の下限人力駆動力T1未満であるか否かを制御部4が判断する。ステップS133では、取り込んだ人力駆動力Tが所定の範囲の上限人力駆動力T2を超えているか否かを制御部4が判断する。ステップS134では、取り込んだクランク回転速度Rが所定の範囲の下限回転速度R1未満であるか否かを制御部4が判断する。ステップS135では、取り込んだクランク回転速度Rが所定の範囲の上限回転速度R2を超えているか否かを制御部4が判断する。

**【0108】**

人力駆動力Tが下限人力駆動力T1未満であると制御部4が判断した場合は、制御部4は、ステップS132からステップS136に処理を進める。ステップS136では、シフトアップが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、段数センサ107cのデータを取り込んで制御部4が判断する。たとえば、変速段が最も高速段（変速比が最も大きい変速段）であれば、この判断は「No」になる。シフトアップが可能であれば、制御部4は、ステップS136からステップS137に処理を進め、現在の変速段よりも一段階高速側の変速段に向かってシフトアップする指令を制御部4が電動変速ユニット107に出力し、ステップS131に処理を進める。ステップS131では、制御部4が次の制御周期でクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tを取り込む。また、シフトアップが可能ではない場合は、電動変速ユニット107を制御してもクランク回転速度Rを所定の範囲に入れることができないため、ステップS131に処理を進め、現在の変速段を維持する。

**【0109】**

人力駆動力Tが上限人力駆動力T2を超えると制御部4が判断した場合は、ステップS133からステップS138に処理を進める。ステップS138では、シフトダウンが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、シフトアップの場合と同様に段数センサ107cのデータを取り込んで判断する。たとえば、変速段が最も低速段（変速比が最も小さい変速段）であれば、この判断は「No」になる。シフトダウンが可能であれば、制御部4は、ステップS138からステップS139に処理を進め、現在の変速段よりも一段階低速側の変速段に向かってシフトダウンする指令を制御部4が電動変速ユニット107に出力し、ステップS131に処理を進める。ステップS131では、制御部4が次の制御周期でクランク回転速度Rおよび人力駆動力Tを取り込む。また、シフトアップが可能ではない場合は、電動変速ユニット107を制御してもクランク回転速度Rを所定の範囲に入れることができないため、ステップS131に処理を進め、現在の変速段を維持する。

**【0110】**

クランク回転速度Rが下限回転速度R1未満であると制御部4が判断した場合は、ステップS134からステップS140に処理を進める。ステップS140では、シフトダウンが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、上記と同じである。シフトダウンが可能であれば、制御部4は、ステップS140からステップS141に処理を進め、現在の変速段よりも一段階低速側の変速段に向かってシフトダウンする指令を制御部4が電動変速ユニット107に出力し、ステップS131に処理を進める。また、シフトダウンが可能ではないと制御部4が判断した場合は、ステップS131に処理を進め、現在の変速段を維持する。

**【0111】**

クランク回転速度Rが上限回転速度R2を超えたとき制御部4が判断した場合は、ステップS135からステップS142に処理を進める。ステップS142では、シフトアップが可能か否かを制御部4が判断する。この判断は、上記と同様である。シフトアップが可能であれば、制御部4は、ステップS142からステップS143に処理を進め、現在の変速段よりも一段階高速側の変速段に向かってシフトアップする指令を制御部4が電動変速ユニット107に出力し、ステップS131に処理を進める。また、シフトアップが可能ではない場合は、電動変速ユニット107を制御してもクランク回転速度Rを所定の範囲に入れることができないため、ステップS131に処理を進め、現在の変速段を維持する。

**【0112】**

このように、第4の実施形態では、クランク回転速度Rと人力駆動力Tとを検出し、変速制御によって人力駆動力Tおよびクランク回転速度Rが所定の範囲に入るように制御する。これによって、電力消費を抑えることができる。また、変速機を制御して、クランク回転速度Rおよび人力駆動力Tが所定の範囲に入るようにするので、ライダーのペダリングパワーの変動を抑制することができる。

【0113】

<他の実施形態>

以上、本発明の複数の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態および変形例は必要に応じて任意に組合せ可能である。

10

【0114】

(a) 上記実施形態では、クランク軸102の回転に関する回転パラメータとして、クランク軸102の回転速度であるクランク回転速度Rを例に説明したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、上記の実施形態のように変速機の変速段を検出可能な場合には、自転車の車速と変速段とタイヤの周長とに基づいてか、または車輪の回転数と変速段とに基づいて回転パラメータを設定してもよい。

【0115】

(b) 上記実施形態では、人力駆動力を、センサ50が検出したモータ20の出力とクランク軸102の回転力とを合成した回転力とモータ20の出力とから得た人力駆動力Tを例に説明したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、人力駆動力Tをクランク軸102のねじれ、チェーン104の伸び、フロントスプロケット103のひずみ、およびクランクアーム101a(またはクランクアーム101b)のまげ等を直接検出することによって人力駆動力Tを得てもよい。

20

【0116】

(c) 上記実施形態では、所定の範囲を一般の使用者にとって好ましい範囲に設定したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、運動負荷を高くしたい場合には、所定の範囲の人力駆動力Tおよびクランク回転速度Rを高くしてもよい。また運動負荷を低くしたい場合には、所定の範囲の人力駆動力Tおよびクランク回転速度Rを低くしてもよい。

【0117】

(d) 上記第4の実施形態では、シフトアップおよびシフトアップしても所定の範囲に入らないときに、人力駆動力Tを優先し、人力駆動力が所定の範囲に入るようにしていたが本発明はこれに限定されない。たとえば、クランク回転速度Rを優先し、クランク回転速度Rが所定の範囲に入るようにしてもよい。

30

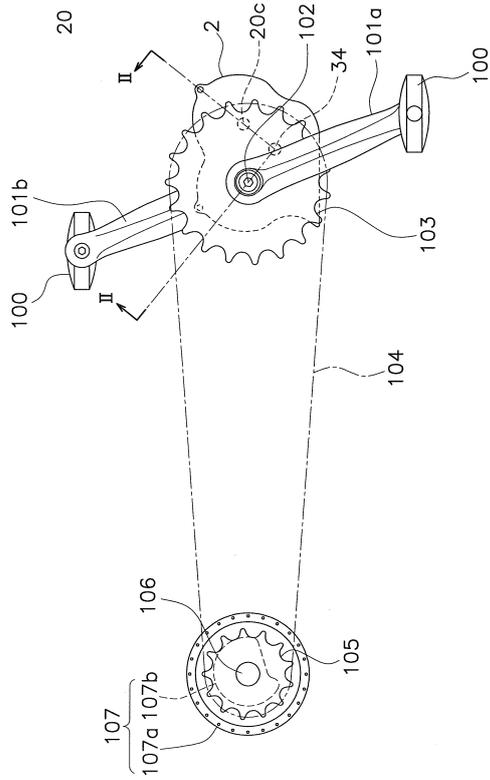
【符号の説明】

【0118】

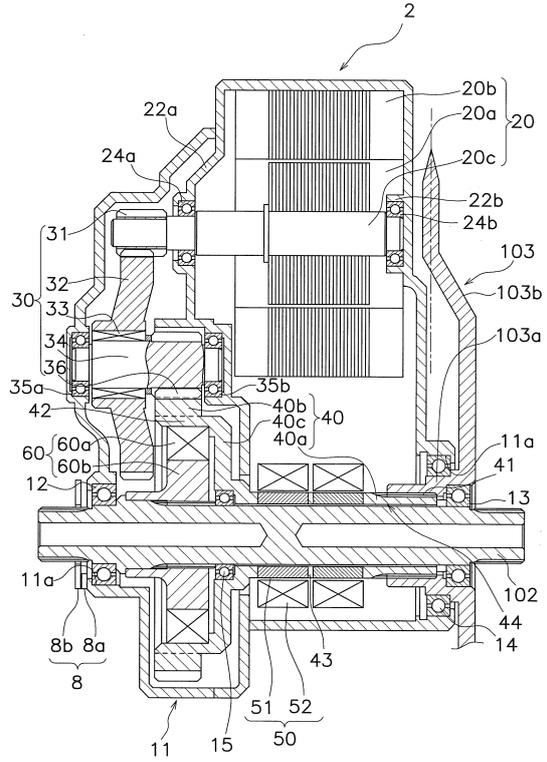
- 1 制御装置
- 2 駆動ユニット
- 4 制御部
- 8 回転速度センサ(回転パラメータ検出部の一例)
- 20 モータ
- 50 センサ(人力駆動力検出部の一例)
- 102 クランク軸
- 107 電動変速ユニット
- T 人力駆動力
- R クランク回転速度(クランク軸の回転に関するパラメータの一例)

40

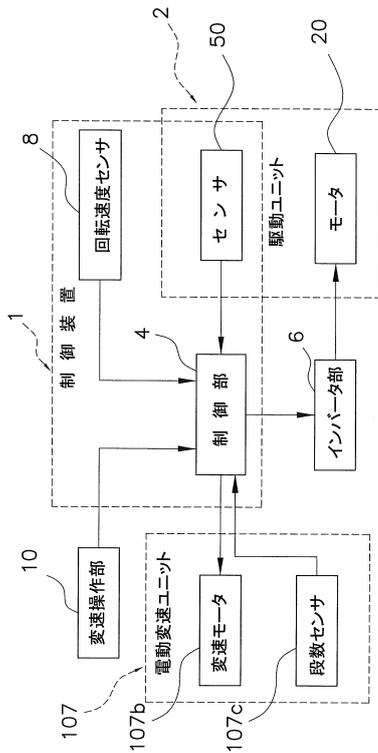
【図1】



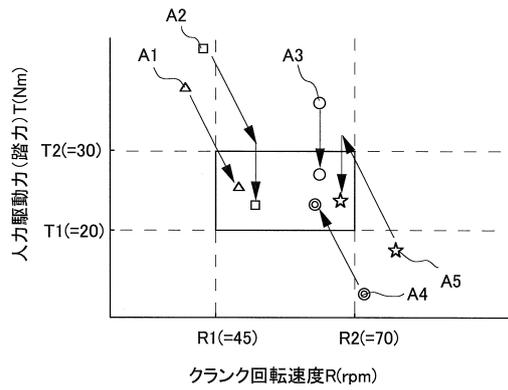
【図2】



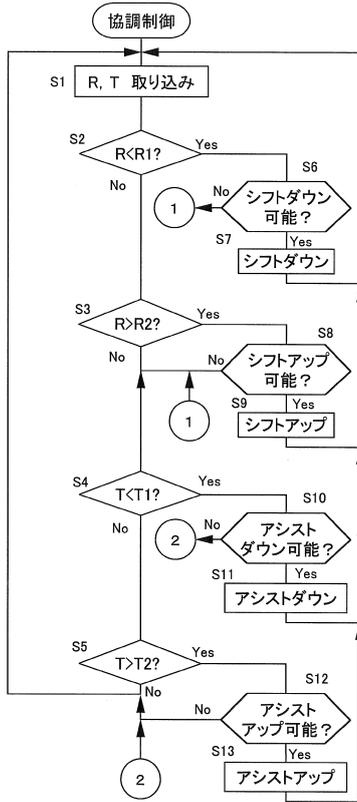
【図3】



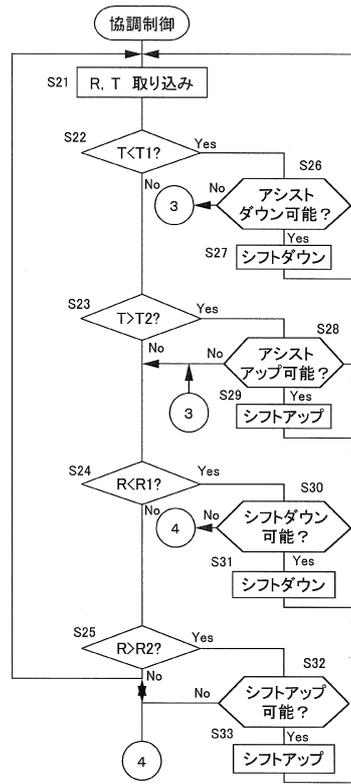
【図4】



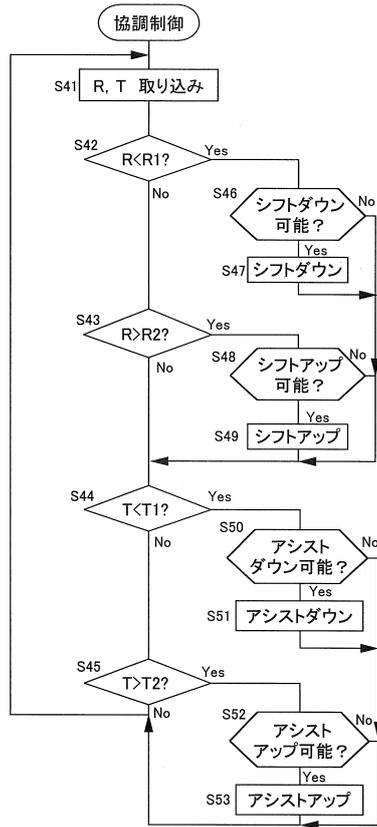
【 図 5 】



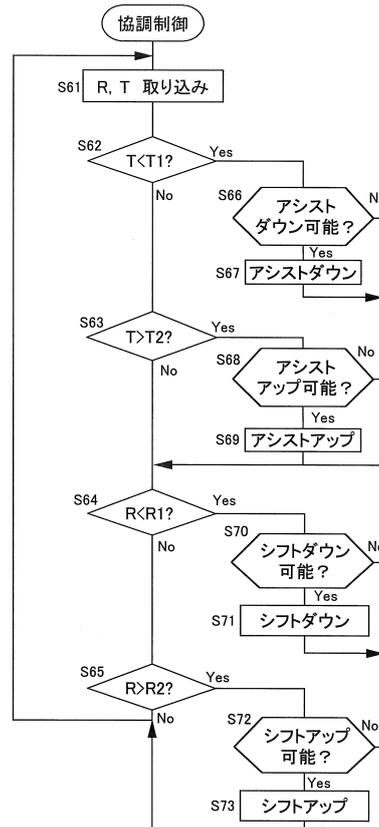
【 図 6 】



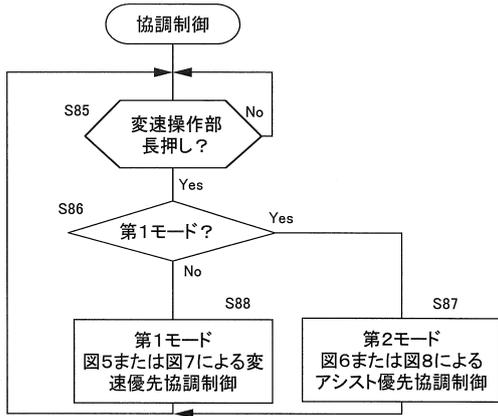
【 図 7 】



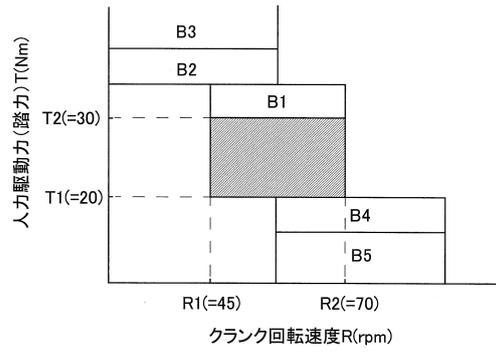
【 図 8 】



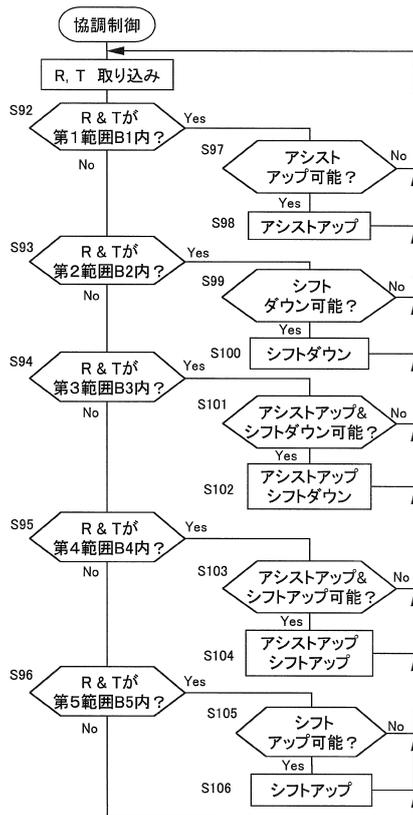
【図9】



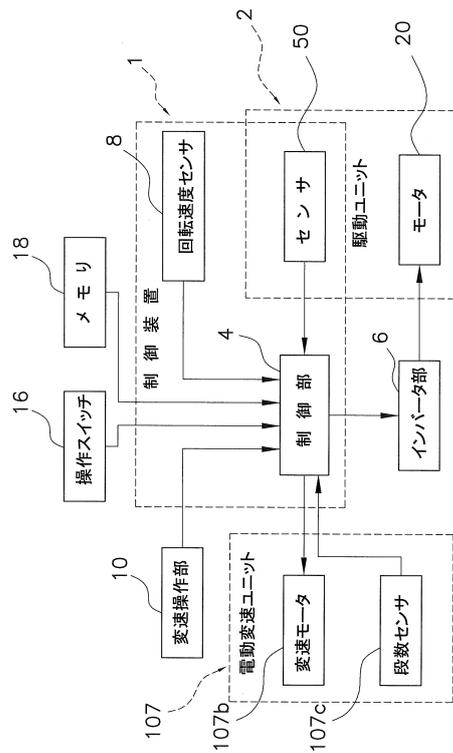
【図10】



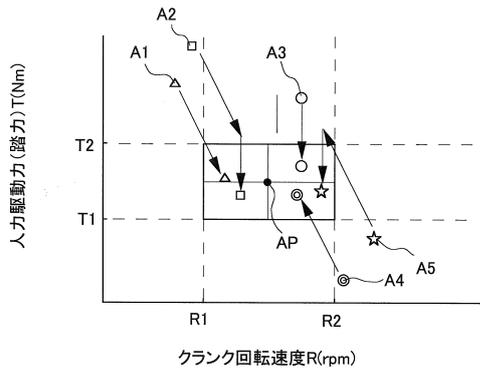
【図11】



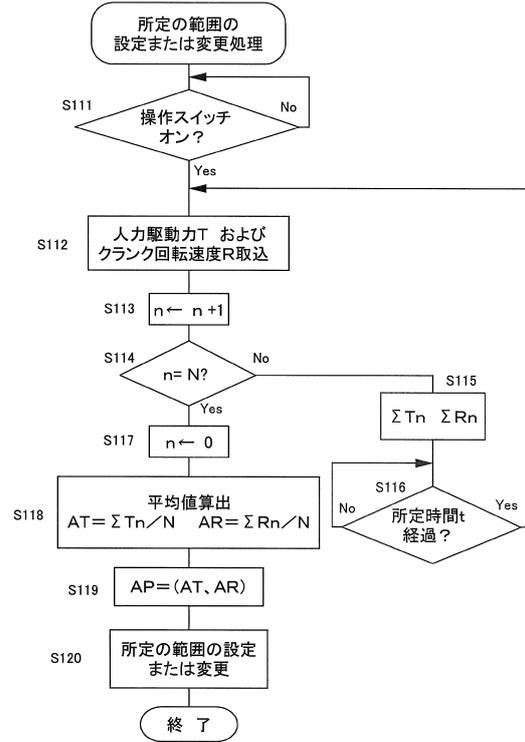
【図12】



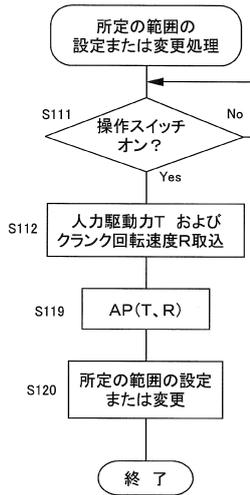
【図13】



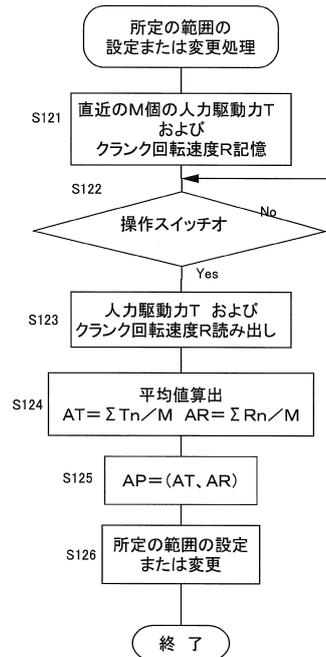
【図14】



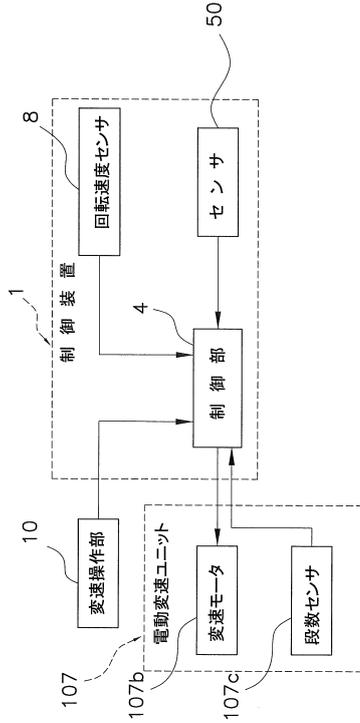
【図15】



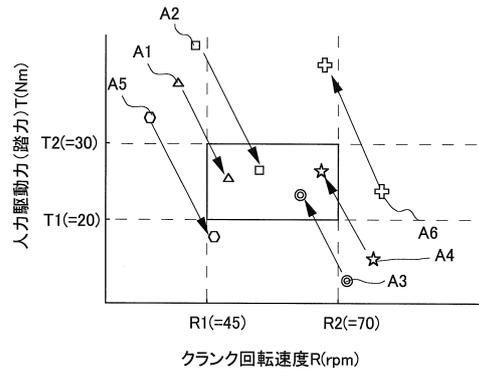
【図16】



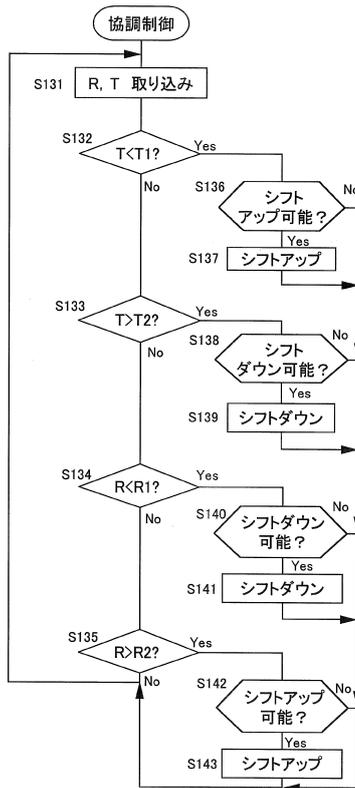
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

審査官 岸 智章

- (56)参考文献 特開平11-180376(JP,A)  
特開2003-231491(JP,A)  
特開2004-038722(JP,A)  
特開2003-104278(JP,A)  
特開2003-120799(JP,A)  
特開2013-047084(JP,A)  
特開2013-216176(JP,A)  
特許第3463494(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62M 6/45, 6/55