



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 205 675.4**

(51) Int Cl.: **B62M 6/55 (2010.01)**

(22) Anmeldetag: **04.04.2017**

(43) Offenlegungstag: **19.10.2017**

(30) Unionspriorität:
2016-082093 15.04.2016 JP

(72) Erfinder:
Matsuda, Hiroshi, Sakai City, Osaka, JP;
Tsuchizawa, Yasuhiro, Sakai City, Osaka, JP;
Kondo, Tomohiro, Sakai City, Osaka, JP

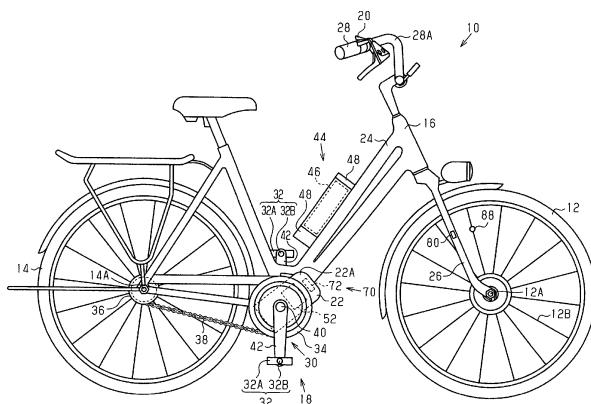
(71) Anmelder:
Shimano Inc., Sakai City, Osaka, JP

(74) Vertreter:
**Grosse, Schumacher, Knauer, von Hirschhausen,
80335 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fahrradsteuerung**

(57) Zusammenfassung: Zur Bereitstellung einer Fahrradsteuerung 70, die entsprechend der Fahrbedingung eines Fahrrads 10 steuert, weist die Fahrradsteuerung 70 eine Steuereinheit 72 auf, die einen Motor 60 steuert. Der Motor 60 unterstützt Muskelkraft T, die dem Fahrrad 10 zugeführt wird. Bei der Betätigung eines Gangwechslers 54, der das Gangverhältnis r des Fahrrads 10 verändert, schaltet die Steuereinheit 72 den Steuerstatus des Motors 60 von einem ersten Steuerstatus in einen zweiten Steuerstatus basierend auf der Rotationsphase RA der Kurbel 30 des Fahrrads 10 und verändert die Taktung, bei der der Steuerstatus des Motors 60 basierend auf der Neigung D des Fahrrad 10 in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung von dem ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus geschaltet wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fahrradsteuerung.

[0002] Eine Fahrradsteuerung, die das Drehmoment eines Motors mit einem vorbestimmten Wert so steuert, dass das Motordrehmoment nicht unter den vorbestimmten Wert in einem vorbestimmten Bereich der Rotationsphase der Kurbel fällt, der den oberen Totpunkt und den unteren Totpunkt umfasst, ist in JP 2013-47 082 A beschrieben. Im Falle einer Gangwechselanfrage, durch die der Gangwechsler des Fahrrads betätigt wird, wird der Gangwechsler bevorzugt betätigt, wenn das auf den Gangwechsler ausgeübte Drehmoment minimal ist. Daher steuert die Fahrradsteuerung beim Empfang der Gangwechselanfrage das Motordrehmoment mit dem vorbestimmten Wert, wenn sich die Rotationsphase in einem vorbestimmten Bereich befindet, in dem das auf den Gangwechsler ausgeübte Drehmoment klein ist.

[0003] Die Beziehung zwischen dem auf den Gangwechsler ausgeübten Drehmoment und dem Drehwinkel der Kurbel verändert sich entsprechend der Fahrbedingung des Fahrrads. Die obige Fahrradsteuerung steuert in Reaktion auf die Gangwechselanfrage basierend auf der Rotationsphase der Kurbel ohne Berücksichtigung der Fahrbedingung. Hier gibt es Raum für Verbesserungen.

[0004] Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Fahrradsteuerung, die entsprechend der Fahrbedingung eines Fahrrads steuert.

[0005] Eine Fahrradsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Steuereinheit auf, die einen Motor steuert. Der Motor unterstützt die Muskelkraft, die dem Fahrrad zugeführt wird. Beim Betätigen eines Gangwechslers, der das Gangverhältnis des Fahrrad verändert, schaltet die Steuereinheit den Steuerstatus des Motors, basierend auf der Rotationsphase der Kurbel des Fahrrads, von einem ersten Steuerstatus in einen zweiten Steuerstatus und verändert die Taktung, bei der der Steuerstatus des Motors, basierend auf der Neigung des Fahrrads in einer Vorwärts-Rückwärts-Richtung, vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus geschaltet wird.

[0006] Ist die Rotationsphase der Kurbel des Fahrrads eine erste Phase, schaltet die Steuereinheit den Steuerstatus des Motors bevorzugt vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus.

[0007] Beträgt die Neigung mehr als 0° und zeigt eine Steigung, verzögert die Steuereinheit bevorzugt die erste Phase ausgehend von jener, die für die Neigung von 0° festgelegt ist.

[0008] Beträgt die Neigung weniger als 0° und zeigt ein Gefälle, zieht die Steuereinheit bevorzugt die erste Phase ausgehend von jener, die für die Neigung von 0° festgelegt ist, vor.

[0009] Bevorzugt verzögert die Steuereinheit die erste Phase weiter, wenn die Neigung zunimmt.

[0010] Erreicht die Rotationsphase der Kurbel eine dritte Phase, während sich der Motor im zweiten Steuerstatus befindet, schaltet die Steuereinheit bevorzugt den Steuerstatus des Motors vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus.

[0011] Ist eine vorbestimmte Zeit ab dem Schalten des Steuerstatus des Motors vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus abgelaufen, schaltet die Steuereinheit bevorzugt den Steuerstatus des Motors vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus.

[0012] Ist die Betätigung des Gangwechslers beendet, während sich der Motor im zweiten Steuerstatus befindet, schaltet die Steuereinheit bevorzugt den Steuerstatus des Motors vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus.

[0013] Die Steuereinheit stellt das Verhältnis der Leistung des Motors zur Muskelkraft, wenn sich der Motor im zweiten Steuerstatus befindet, bevorzugt geringer ein als das Verhältnis der Leistung des Motors zur Muskelkraft, wenn sich der Motor im ersten Steuerstatus befindet.

[0014] Verringert sich die Muskelkraft, während sich der Motor im ersten Steuerstatus befindet, stellt die Steuereinheit das Verhältnis der Leistung des Motors zur Muskelkraft bevorzugt höher ein als das, das erhalten wird, wenn sich die Muskelkraft erhöht, während sich der Motor im ersten Steuerstatus befindet.

[0015] Beim Empfang eines Gangwechselsignals von einer Betätigungseinheit betätigt die Steuereinheit den Gangwechsler bevorzugt, wenn die Rotationsphase der Kurbel eine zweite Phase ist.

[0016] Bevorzugt verändert die Steuereinheit die zweite Phase basierend auf der Neigung.

[0017] Ferner weist gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung eine Fahrradsteuerung eine Steuereinheit auf, die die Betätigung eines Gangwechslers steuert. Der Gangwechsler verändert das Gangverhältnis des Fahrrads basierend auf einem von einer Betätigungseinheit empfangenen Gangwechsel-Signal. Die Steuereinheit betätigt den Gangwechsler, wenn die Rotationsphase der Kurbel eine zweite Phase ist, und verändert die zweite Phase basierend auf der Neigung des Fahrrads in einer Vorwärts-Rückwärts-Richtung.

[0018] Beträgt die Neigung 0° , ist die zweite Phase bevorzugt im Wesentlichen gleich der Rotationsphase der Kurbel, wenn sich die Kurbel am oberen Totpunkt oder am unteren Totpunkt befindet.

[0019] Beträgt die Neigung mehr als 0° und zeigt eine Steigung, verzögert die Steuereinheit die zweite Phase bevorzugt ausgehend von jener, die für die Neigung von 0° festgelegt ist.

[0020] Beträgt die Neigung weniger als 0° und zeigt ein Gefälle, zieht die Steuereinheit die zweite Phase bevorzugt ausgehend von jener, die für die Neigung von 0° festgelegt ist, vor.

[0021] Bevorzugt verzögert die Steuereinheit die zweite Phase weiter, wenn die Neigung zunimmt.

[0022] Bevorzugt ist die zweite Phase im Wesentlichen gleich der ersten Phase oder ist ausgehend von der ersten Phase um eine vorbestimmte Phase verzögert.

[0023] Bevorzugt berechnet die Steuereinheit die Neigung basierend auf der Ausgabe eines Neigungssensors, der die Neigung erfasst.

[0024] Bevorzugt berechnet die Steuereinheit die Rotationsphase der Kurbel basierend auf der Ausgabe eines Sensors, der die Rotationsphase der Kurbel erfasst.

[0025] Die Fahrradsteuerung der vorliegenden Erfindung steuert entsprechend der Fahrbedingung eines Fahrrads.

[0026] Nunmehr werden ausgewählte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert, wobei

[0027] **Fig. 1** eine Seitenansicht eines Fahrrads ist, das eine Ausführungsform einer Fahrradsteuerung aufweist;

[0028] **Fig. 2** ein Blockschaltbild ist, das die Fahrradsteuerung von **Fig. 1** zeigt;

[0029] **Fig. 3** ein Ablaufschema ist, das die von einer Steuereinheit von **Fig. 2** ausgeübte Hilfssteuerung zeigt;

[0030] **Fig. 4** ein Ablaufschema ist, das die von der Steuereinheit von **Fig. 2** ausgeübte Gangwechselsteuerung zeigt;

[0031] **Fig. 5** ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Neigung und einer ersten Phase, einer zweiten Phase und einer dritten Phase, die in der Gangwechselsteuerung genutzt werden, zeigt;

[0032] **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** jeweils Diagramme sind, die die Beziehung zwischen Muskelkraft und Rotationsphase entsprechend der Neigung zeigen;

[0033] **Fig. 7** eine grafische Darstellung ist, die die Kurbel zeigt, wenn das Fahrrad bergauf fährt;

[0034] **Fig. 8** eine grafische Darstellung ist, die die Kurbel zeigt, wenn das Fahrrad bergab fährt;

[0035] **Fig. 9** ein Zeitdiagramm ist, das ein Beispiel für einen Ausführungsmodus der Gangwechselsteuerung zeigt;

[0036] **Fig. 10** ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Neigung und der ersten Phase, der zweiten Phase und der dritten Phase, die in einem ersten modifizierten Beispiel der Gangwechselsteuerung genutzt werden, zeigt;

[0037] **Fig. 11** ein Ablaufschema ist, das ein zweites modifiziertes Beispiel der Gangwechselsteuerung zeigt;

[0038] **Fig. 12** ein Ablaufschema ist, das ein drittes modifiziertes Beispiel der Gangwechselsteuerung zeigt; und

[0039] **Fig. 13** ein Ablaufschema ist, das ein vierter modifiziertes Beispiel der Gangwechselsteuerung zeigt.

[0040] In den verschiedenen Zeichnungen kennzeichnen gleiche Bezugsziffern entsprechende oder identische Elemente.

[0041] Nunmehr wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 9** ein Fahrrad beschrieben, an dem eine erste Ausführungsform einer Fahrradsteuerung montiert ist.

[0042] Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist ein Fahrrad **10** ein Vorderrad **12**, ein Hinterrad **14**, einen Fahrradkörper **16**, einen Antriebsmechanismus **18**, eine Betätigungsseinheit **20**, eine Antriebseinheit **22** und eine Fahrradsteuerung **70** auf. Der Fahrradkörper **16** weist einen Rahmen **24**, eine Vorderradgabel **26**, die mit dem Rahmen **24** verbunden ist, und eine Lenkstange **28**, die über einen Lenkervorlauf **28A** entfernbar mit der Vorderradgabel **26** verbunden ist, auf. Die Vorderradgabel **26** wird vom Rahmen **24** getragen und ist mit einer Achse **12A** des Vorderrades **12** verbunden.

[0043] Wird Muskelkraft durch den Antriebsmechanismus **18** auf das Hinterrad **14** übertragen, fährt das Fahrrad **10**. Der Antriebsmechanismus **18** weist eine Kurbel **30**, zwei Pedale **32**, ein vorderes Kettenrad **34**, ein hinteres Kettenrad **36** und eine Kette **38** auf.

[0044] Die Kurbel **30** weist eine Kurbelachse **40** und zwei Kurbelarme **42** auf. Die Antriebseinheit **22** weist ein Gehäuse **22A** auf, das an den Rahmen **24** gekoppelt ist und die Kurbelachse **40** drehbar trägt. Die beiden Kurbelarme **42** sind an die Kurbelachse **40** gekoppelt. Jedes der beiden Pedale **32** weist einen Pedalkörper **32A** und eine Pedalwelle **32B** auf. Die Pedalwelle **32B** ist an den entsprechenden der Kurbelarme **42** gekoppelt. Der Pedalkörper **32A** wird von der entsprechenden Pedalwelle **32B** so getragen, dass er bezogen auf die Pedalwelle **32B** drehbar ist.

[0045] Das vordere Kettenrad **34** ist über die Antriebseinheit **22** an die Kurbelachse **40** gekoppelt. Das vordere Kettenrad **34** ist so angeordnet, dass es koaxial mit der Kurbelachse **40** ist. Das hintere Kettenrad **36** ist am Hinterrad **14** angeordnet und um eine Achse **14A** des Hinterrades **14** drehbar. Das hintere Kettenrad **36** ist an das Hinterrad **14** gekoppelt. Das Hinterrad **14** weist eine Nabe auf (nicht gezeigt). Die Kette **38** läuft um das vordere Kettenrad **34** und das hintere Kettenrad **36**. Wird Muskelkraft zum Drehen der Kurbel **30** in eine Richtung auf die Pedale **32** ausgeübt, drehen das vordere Kettenrad **34**, die Kette **38** und das hintere Kettenrad **36** das Hinterrad **14** in eine Richtung.

[0046] Die Betätigungsseinheit **20** ist an die Lenkstange **28** gekoppelt. Die Fahrradsteuerung **70** weist eine Steuereinheit **72** (siehe **Fig. 2**) auf, die mit der Betätigungsseinheit **20** verbunden und so ausgebildet ist, dass sie drahtgebunden oder drahtlos mit der Betätigungsseinheit **20** kommuniziert. Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist die Betätigungsseinheit **20** einen ersten Betätigungsabschnitt **20A** und einen zweiten Betätigungsabschnitt **20B** auf. Betätigt der Bediener den ersten Betätigungsabschnitt **20A**, überträgt die Betätigungsseinheit **20** ein Gangwechselsignal zum Erhöhen des Gangverhältnisses r des Fahrrads **10** (nachstehend als „Hochschaltsignal“ bezeichnet) an die Steuereinheit **72**. Betätigt der Bediener den zweiten Betätigungsabschnitt **20B**, überträgt die Betätigungsseinheit **20** ein Gangwechselsignal zum Verringern des Gangverhältnisses r des Fahrrads **10** (nachstehend als „Herunterschaltsignal“ bezeichnet) an die Steuereinheit **72**.

[0047] **Fig. 1** zeigt eine Batterieeinheit **44**, die eine Batterie **46** und einen Batteriehalter **48** aufweist, mit welchem die Batterie **46** lösbar am Rahmen **24** befestigt ist. Die Batterie **46** weist eine oder mehrere Batteriezellen auf. Die Batterie **46** weist eine wieder aufladbare Batterie auf. Die Batterie **46** ist elektrisch mit einem Motor **60** der Antriebseinheit **22** verbunden und versorgt den Motor **60** mit elektrischer Energie.

[0048] Die Antriebseinheit **22** weist das Gehäuse **22A**, eine Gangwechselvorrichtung **50** (siehe **Fig. 2**) und eine Hilfsvorrichtung **52** auf. Das Gehäuse **22A**

befindet sich am Rahmen **24**. Das Gehäuse **22A** nimmt die Gangwechselvorrichtung **50** (siehe **Fig. 2**) und die Hilfsvorrichtung **52** auf.

[0049] Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist die Gangwechselvorrichtung **50** einen Gangwechsler **54** und einen Aktuator **56** auf. Der Gangwechsler **54** verändert die Drehzahl, die der Kurbelachse **40** zugeführt wird (siehe **Fig. 1**), und überträgt die Drehung auf das vordere Kettenrad **34** (siehe **Fig. 1**). Die Gangwechselvorrichtung **50** verändert das Gangverhältnis r des Fahrrads **10**. Der Gangwechsler **54** weist einen Planetengetriebemechanismus auf. Wird der Aktuator **56** zum Verändern des Eingriffzustands der Getrieberäder, die das Planetengetriebe des Gangwechslers **54** bilden, angetrieben, verändert die Gangwechselvorrichtung **50** das Gangverhältnis r des Fahrrads **10** stufenweise.

[0050] Die Hilfsvorrichtung **52** weist eine Treiberschaltung **58** und den Motor **60** auf. Die Treiberschaltung **58** steuert die elektrische Energie, die mit der Batterie **46** den Motor **60** versorgt. Der Motor **60** unterstützt die Muskelkraft, die dem Fahrrad **10** zugeführt wird. Der Motor **60** ist ein Elektromotor. Der Motor **60** ist an die Kurbelachse **40** oder den Gangwechsler **54** gekoppelt. Bevorzugt ist eine Freilaufkupplung (nicht gezeigt) im Kraftübertragungsweg, der zwischen dem Motor **60** und der Kurbelachse **40** oder dem Gangwechsler **54** verläuft, angeordnet, so dass, wenn sich die Kurbel **30** vorwärts dreht, die Drehkraft der Kurbelachse **40** keine Drehung in dem Motor **60** erzeugen wird.

[0051] Die Fahrradsteuerung **70** weist die Steuereinheit **72** auf. In einem Beispiel weist die Fahrradsteuerung **70** bevorzugt einen Speicher **74**, einen Neigungssensor **76**, einen Drehwinkelsensor **78**, einen Fahrzeug-Drehzahlgeber **80** und einen Drehmomentsensor **82** auf.

[0052] Die Steuereinheit **72** weist ein Rechenwerk auf, das vorbestimmte Steuerprogramme ausführt. Das Rechenwerk weist beispielsweise eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder eine Mikroprozessoreinheit (MPU) auf. Der Speicher **74** speichert Informationen, die von verschiedenen Arten von Steuerprogrammen und verschiedenen Arten von Steuerprozessen verwendet werden.

[0053] Der Neigungssensor **76** erfasst die Neigung. Der Neigungssensor **76** befindet sich am Rahmen **24** (siehe **Fig. 1**) oder an der Antriebseinheit **22**. Der Neigungssensor **76** ist mit der Steuereinheit **72** verbunden und so ausgebildet, dass er drahtgebunden oder drahtlos mit der Steuereinheit **72** kommuniziert. Der Neigungssensor **76** weist ein dreiachsiges Gyroskop **84** und einen dreiachsigem Beschleunigungssensor **86** auf. Die Ausgabe des Neigungssensors **76** umfasst Informationen über den Positionswinkel bezo-

gen auf jede der drei Achsen und die Beschleunigung bezogen auf jede der drei Achsen. Die Positionsinkel der drei Achsen umfassen einen Steigungswinkel DA, einen Querneigungswinkel DB und einen Gierwinkel DC. Bevorzugt stimmen die drei Achsen des Gyroskops 84 mit den drei Achsen des Beschleunigungssensors 86 überein. Bevorzugt ist der Neigungssensor 76 an den Rahmen 24 oder die Antriebseinheit 22 gekoppelt, so dass die seitliche Richtung des in **Fig. 1** gezeigten Fahrradkörpers 16 im Wesentlichen der Richtung entspricht, in der die Achse für den Steigungswinkel DA verläuft.

[0054] Der Drehwinkelsensor 78 erfasst die Drehzahl der Kurbelachse 40 und die Rotationsphase der Kurbel. Der Drehwinkelsensor 78 ist an den Rahmen 24 gekoppelt (siehe **Fig. 1**). Der Drehwinkelsensor 78 weist ein erstes Element (nicht gezeigt), das das Magnetfeld eines ersten Magneten (nicht gezeigt) erfasst, und ein zweites Element (nicht gezeigt), das ein Signal ausgibt, das der Lagebeziehung zwischen dem zweiten Element und einem zweiten Magneten (nicht gezeigt) entspricht, auf. Der erste Magnet ist an der Kurbelachse 40 oder dem Kurbelarm 42 angeordnet, was in **Fig. 1** gezeigt ist, und somit koaxial mit der Kurbelachse 40. Der erste Magnet ist ein ringförmiger Magnet, in dem unterschiedliche Magnetpole abwechselnd in der Umfangsrichtung angeordnet sind. Das erste Element erfasst die Rotationsphase der Kurbel 30 bezogen auf den Rahmen 24 oder das Gehäuse 22A. Das erste Element gibt in jedem Zyklus ein Signal aus, das dem Winkel entspricht, der erhalten wird, wenn man 360° durch die Anzahl gleicher Magnetpole teilt, wenn sich die Kurbel 30 einmal dreht. Der Drehwinkelsensor 78 ist so ausgebildet, dass er eine Rotationsphase RA der Kurbel 30 erfasst, deren Mindestwert 180° oder weniger ist. Der Mindestwert beträgt bevorzugt 15° und starker bevorzugt 6°. Der zweite Magnet ist an der Kurbelachse 40 oder den Kurbelarmen 42 koaxial mit der Kurbelachse 40 angeordnet. Das zweite Element erfasst die Referenzphase (z. B. oberer Totpunkt oder unterer Totpunkt der Kurbel 30) bezogen auf den Rahmen 24 oder das Gehäuse 22A. Das zweite Element gibt in jedem Zyklus ein Signal aus, das einer Drehung der Kurbelachse 40 entspricht. Der obere Totpunkt der Kurbel 30 bezieht sich auf den Zustand, in dem die Kurbelarme 42 in eine Richtung orthogonal zur Fahrbahn verlaufen und eines der Pedale 32 am weitesten von der Fahrbahn entfernt ist. Der untere Totpunkt der Kurbel 30 bezieht sich auf den Zustand, in dem die Kurbelarme 42 in der Richtung orthogonal zur Fahrbahn verlaufen und das andere Pedal 32 am weitesten von der Fahrbahn entfernt ist. Bevorzugt beträgt die Phasendifferenz zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt 180°.

[0055] Der in **Fig. 2** gezeigte Fahrzeug-Drehzahlgeber 80 ist über ein drahtgebundenes oder drahtloses Mittel elektrisch mit der Steuereinheit 72 verbunden.

Der Fahrzeug-Drehzahlgeber 80 ist an die Vorderradgabel 26 gekoppelt, was in **Fig. 1** gezeigt ist. Der Fahrzeug-Drehzahlgeber 80 überträgt entsprechend einer Positionsveränderung bezogen auf einen Magneten 88, der an eine Speiche 12B des Vorderrades 12 gekoppelt ist, einen Wert an die Steuereinheit 72. Bevorzugt weist der Fahrzeug-Drehzahlgeber 80 einen Magnetkontakt, das einen Reedschalter bildet, oder ein Hall-Element auf.

[0056] Der in **Fig. 2** gezeigte Drehmomentsensor 82 gibt ein Signal aus, das der Muskelkraft entspricht. Der Drehmomentsensor 82 erfasst die auf die Kurbel 30 ausgeübte Muskelkraft (siehe **Fig. 1**). Bezo- gen auf **Fig. 1** kann sich der Drehmomentsensor 82 zwischen der Kurbelachse 40 und dem vorderen Kettenrad 34 befinden. Alternativ kann sich der Drehmomentsensor 82 an der Kurbelachse 40, dem vorderen Kettenrad 34, den Kurbelarmen 42 oder den Pedale 32 befinden. Der Drehmomentsensor 82 kann beispielsweise mit einem Dehnungssensor, einem magnetostriktiven Sensor, einem optischen Sensor oder einem Drucksensor umgesetzt werden. Es kann jeder Sensor verwendet werden, solange der Sensor ein Signal ausgibt, das der auf die Kurbelarme 42 oder die Pedale 32 ausgeübten Muskelkraft entspricht.

[0057] Die Steuereinheit 72 berechnet eine Neigung D basierend auf den Ausgaben des Neigungssensors 76 und des Fahrzeug-Drehzahlgebers 80. Die Neigung D ist der Winkel des Fahrrads 10 in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung, das bezogen auf die Achse, die in der seitlichen Richtung des Fahrradkörpers 16 verläuft, geneigt ist (siehe **Fig. 1**). Im Speziellen ist die Neigung D der Steigungswinkel DA des Fahrrads 10. Die Neigung D ist auf 0° eingestellt, wenn sich der Fahrradkörper 16 in einer horizontalen Position befindet. Daher korreliert die Neigung D mit dem Gefälle der Straße, auf der das Fahrrad 10 fährt.

[0058] Die Steuereinheit 72 berechnet den Steigungswinkel DA, den Querneigungswinkel DB und den Gierwinkel DC aus den Ausgaben des Gyroskops 84. Die Steuereinheit 72 berechnet einen ersten Beschleunigungsvektor in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung des Fahrradkörpers 16 (siehe **Fig. 1**) aus dem Beschleunigungssensor 86. Die Steuereinheit 72 berechnet einen zweiten Beschleunigungsvektor aus den Ausgaben des Fahrzeug-Drehzahlgebers 80. Die Steuereinheit 72 korrigiert den Steigungswinkel DA, den Querneigungswinkel DB und den Gierwinkel DC basierend auf dem ersten Beschleunigungsvektor und dem zweiten Beschleunigungsvektor, wodurch Fehler, die im Steigungswinkel DA, Querneigungswinkel DB und Gierwinkel DC enthalten sind, verringert werden. Im Speziellen berechnet die Steuereinheit 72 einen Korrekturwinkel für den Steigungswinkel DA, den Querneigungswinkel DB und den Gierwinkel DC basierend auf der Differenz zwischen dem ersten Beschleunigungsvektor

und dem zweiten Beschleunigungsvektor. Die Steuereinheit **72** addiert die jeweiligen Korrekturwinkel zum Steigungswinkel DA, Querneigungswinkel DB und Gierwinkel DC. Dann berechnet die Steuereinheit **72** die Neigung D basierend auf dem korrigierten Steigungswinkel DA, dem korrigierten Querneigungswinkel DB, dem korrigierten Gierwinkel DC und dem Ausgangswert für die Neigung des Fahrrads **10**. Wird der Neigungssensor **76** so an das Fahrrad **10** gekoppelt, dass die seitliche Richtung des Fahrradkörpers **16** (siehe **Fig. 1**) im Wesentlichen der Richtung entspricht, in der die Achse des Steigungswinkels DA verläuft, kann die Neigung D basierend auf dem Steigungswinkel DA, dem Querneigungswinkel DB und dem Ausgangswert für die Neigung des Fahrrads **10** berechnet werden. Wird der Neigungssensor **76** so an das Fahrrad **10** gekoppelt, dass die seitliche Richtung des Fahrradkörpers **16** (siehe **Fig. 1**) im Wesentlichen der Richtung entspricht, in der die Achse des Steigungswinkels DA verläuft, und ebenso so, dass die Vorwärts-Rückwärts-Richtung des Fahrradkörpers **16** (siehe **Fig. 1**) im Wesentlichen der Achse des Querneigungswinkels DB entspricht, kann die Neigung D basierend auf dem Steigungswinkel DA und dem Ausgangswert für die Neigung des Fahrrads **10** berechnet werden.

[0059] Die Steuereinheit **72** berechnet die Rotationsphase der Kurbel **30** (nachstehend als „Kurbel-Rotationsphase RA“ bezeichnet) basierend auf den Ausgaben des Drehwinkelsensors **78**. Die Steuereinheit **72** berechnet die Kurbel-Rotationsphase RA mit dem oberen Totpunkt oder dem unteren Totpunkt der Kurbel **30**, die mit 0° festgelegt ist. Die Rotationsphase RA der Kurbel **30** beträgt 0° oder mehr und weniger als 360° .

[0060] Die Steuereinheit **72** berechnet die Drehzahl der Kurbelachse **40** (nachstehend als „Kurbeldrehzahl CA“ bezeichnet) basierend auf den Ausgaben des Drehwinkelsensors **78**. Die Steuereinheit **72** berechnet die Fahrstrecke pro Zeiteinheit (nachstehend als „Fahrzeuggeschwindigkeit V“ bezeichnet) basierend auf den Ausgaben des Fahrzeug-Drehzahlgebers **80** und der Umfangslänge des Vorderrades **12** (siehe **Fig. 1**), die im Voraus im Speicher **74** gespeichert wurde. Die Steuereinheit **72** berechnet die Muskelkraft pro Zeiteinheit (nachstehend als „Muskelkraft T“ bezeichnet) basierend auf den Ausgaben des Drehmomentsensors **82**.

[0061] Die Steuereinheit **72** nimmt eine Gangwechselsteuerung vor, die den Gangwechsler **54** basierend auf dem Hochschaltsignal und dem Herunterschaltsignal steuert, die von der Betätigungsseinheit **20** empfangen wurden. Beim Empfang des Hochschaltsignals veranlasst die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54**, das Gangverhältnis r zu erhöhen. Beim Empfang des Herunterschaltsignals ver-

anlasst die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54**, das Gangverhältnis r zu verringern.

[0062] Die Steuereinheit **72** steuert den Motor **60**. Die Steuereinheit **72** nimmt eine Hilfssteuerung vor, die den Motor **60** basierend auf der Muskelkraft T und der Fahrzeuggeschwindigkeit V steuert. Die Steuereinheit **72** schaltet den Steuerstatus des Motors **60** zwischen einem ersten Steuerstatus und einem zweiten Steuerstatus. Ist die Fahrzeuggeschwindigkeit V höher oder gleich einer vorbestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit V, stoppt die Steuereinheit **72** den Antrieb des Motors **60**. Die vorbestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit V beträgt beispielsweise 25 km pro Stunde. Die Steuereinheit **72** steuert den Motor **60** so, dass die Leistung TA des Motors **60** auf weniger als oder gleich einer vorbestimmten Leistung TA eingestellt ist.

[0063] Erhöht sich die Muskelkraft T, während sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet, ermöglicht es die Steuereinheit **72** dem Motor **60**, einen Wert auszugeben, der durch Multiplizieren der Muskelkraft T und eines vorbestimmten Koeffizienten erhalten wurde. Bevorzugt ist der vorbestimmte Koeffizient auf verschiedene Werte festgelegt. Der vorbestimmte Koeffizient kann verändert werden, beispielsweise wenn der Nutzer die Betätigungsseinheit **20** betätigt. Bevorzugt beträgt der vorbestimmte Koeffizient 0 oder mehr und 3 oder weniger. Verringert sich die Muskelkraft T, während sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet, stellt die Steuereinheit **72** das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T höher ein als jenes, das erhalten wird, wenn sich die Muskelkraft T erhöht, während sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet.

[0064] Befindet sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus, stellt die Steuereinheit **72** das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T niedriger ein als das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet. In einem Beispiel setzt die Steuereinheit **72** das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T, wenn sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus befindet und die Muskelkraft T geringer ist, gleich dem Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet und die Muskelkraft T höher ist.

[0065] Nunmehr wird die Hilfssteuerung unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben.

[0066] In Schritt S11 erhält die Steuereinheit **72** die Muskelkraft T. In Schritt S12 berechnet die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** basierend auf der Muskelkraft T und geht dann zu Schritt S13 über. Die Steuereinheit **72** stellt die Leitung TA des Motors beispielsweise auf einen Wert ein, der durch Multi-

plizieren der Muskelkraft T und eines vorbestimmten Koeffizienten erhalten wird.

[0067] In Schritt S13 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet oder nicht. Befindet sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus, bestimmt die Steuereinheit **72** in Schritt S14, ob die Muskelkraft T geringer ist oder nicht. Die Steuereinheit **72** wandelt beispielsweise Signale, die sie vom Drehmomentsensor **82** empfängt, in diskrete Signale um. Wird basierend auf den diskreten Signalen bestimmt, dass die Muskelkraft T geringer ist als die vorher erfasste, bestimmt die Steuereinheit **72**, dass sich die Muskelkraft T verringert hat.

[0068] Ist die Muskelkraft T im ersten Steuerstatus geringer, korrigiert die Steuereinheit **72** in Schritt S15 die Leistung TA des Motors **60**, die in Schritt S12 berechnet wurde, und geht dann zu Schritt S16 über. Das heißt, wenn die Muskelkraft T geringer ist, korrigiert die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** so, dass Verringerungen der Leistung TA des Motors **60** bezogen auf die Verringerung der Muskelkraft T verzögert sind. Die Leistung TA des Motors **60** ist nach der Korrektur höher als oder gleich der Leistung TA des Motors **60** vor der Korrektur. Die Steuereinheit **72** korrigiert die Leistung TA des Motors **60** beispielsweise unter Verwendung eines Tiefpassfilters erster Ordnung. Korrigiert die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** unter Verwendung des Tiefpassfilters erster Ordnung, sind Verringerungen der Leistung TA des Motors **60** bezogen auf die Verringerung der Muskelkraft verzögert. Die im Tiefpassfilter erster Ordnung genutzte Zeitkonstante kann entsprechend der Drehzahl der Kurbel **30** verändert werden. Alternativ können verschiedene Zeitkonstantenkarten entsprechend den Drehzahlen der Kurbel **30** im Speicher **74** gespeichert werden, und die Karten können selektiv gemäß einer vorbestimmten Bedingung geschaltet werden.

[0069] Wenn sich in Schritt S13 der Motor **60** nicht im ersten Steuerstatus befindet, das heißt, sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus befindet, geht die Steuereinheit **72** zu Schritt S16 über, ohne die Leistung TA des Motors **60** zu korrigieren. Ebenso geht, wenn in Schritt S14 die Steuereinheit **72** nicht bestimmt, dass die Muskelkraft T geringer ist, die Steuereinheit **72** zu Schritt S16 über, ohne die Leistung TA des Motors **60** zu korrigieren. In Schritt S16 steuert die Steuereinheit **72** den Motor **60** basierend auf der Leistung TA des Motors **60** und führt dann die Prozesse ausgehend von Schritt S11 nach einem vorbestimmten Zeitraum erneut aus.

[0070] Wird der Gangwechsler **54** veranlasst, das Gangverhältnis r des Fahrrads **10** zu verändern, schaltet die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus basierend auf der Rotationsphase der

Kurbel des Fahrrads **10** und verändert die Taktung, bei der der Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus geschaltet wird, basierend auf der Neigung D des Fahrrads **10** in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung. In einem Beispiel schaltet die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus, wenn die Kurbel-Rotationsphase RA des Fahrrads **10** eine erste Phase R1 ist. Beim Empfang eines Gangwechselsignals von der Betätigungsseinheit **20** betätigt die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54**, wenn die Kurbel-Rotationsphase RA eine zweite Phase R2 ist. Erreicht die Kurbel-Rotationsphase RA eine dritte Phase R3, während sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus befindet, schaltet die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus.

[0071] Es wird jeweils eine Referenzphase für die erste Phase R1, die zweite Phase R2 und die dritte Phase R3 im Voraus im Speicher **74** gespeichert. Die zweite Referenzphase R2 ist im Wesentlichen gleich der Kurbel-Rotationsphase RA, wenn sich die Kurbel am oberen Totpunkt oder am unteren Totpunkt befindet. Die zweite Phase R2 ist bezogen auf die erste Phase R1 um eine vorbestimmte Phase RB verzögert (siehe **Fig. 5**). Die vorbestimmte Phase RB entspricht der Kurbel-Rotationsphase RA, die ausreicht, die Leistung TA des Motors **60** zu verringern. Die dritte Phase R3 ist bezogen auf die zweite Phase R2 um eine vorbestimmte Phase RC verzögert (siehe **Fig. 5**). Die vorbestimmte Phase RC entspricht der Kurbel-Rotationsphase RA, die ausreicht, dass der Gangwechsler **54** (siehe **Fig. 2**) einen Gangwechselvorgang abschließen kann. Unter dem Ausdruck „verzögert“ ist zu verstehen, dass die Kurbel-Rotationsphase RA erhöht ist, das heißt, die Taktung ist aufgeschoben. Unter dem Ausdruck „vorgezogen“ ist zu verstehen, dass die Kurbel-Rotationsphase RA verringert ist, das heißt, die Taktung wird nach vorn gesetzt. Bevorzugt werden in einem Zyklus der Kurbel zwei Taktungen, die sich um 180° unterscheiden, für jede der ersten Phase R1, der zweiten Phase R2 und der dritten Phase R3 eingestellt.

[0072] Die Steuereinheit **72** verändert die erste Phase R1 basierend auf der Neigung D. Beträgt die Neigung D mehr als 0° und zeigt eine Steigung, verzögert die Steuereinheit **72** die erste Phase R1 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist. Beträgt die Neigung D weniger als 0° und zeigt ein Gefälle, zieht die Steuereinheit **72** die erste Phase R1 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist, vor. Die Steuereinheit **72** verzögert die erste Phase R1 weiter, wenn die Neigung D zunimmt. Beträgt die Neigung D 0°, korrigiert die Steuereinheit **72** die erste Referenzphase R1, die im Voraus im Speicher **74** gespeichert wurde, nicht.

[0073] Die Steuereinheit **72** verändert die zweite Phase R2 basierend auf der Neigung D. Beträgt die Neigung D mehr als 0° und zeigt eine Steigung, verzögert die Steuereinheit **72** die zweite Phase R2 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist. Beträgt die Neigung D weniger als 0° und zeigt ein Gefälle, zieht die Steuereinheit **72** die zweite Phase R2 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist, vor. Die Steuereinheit **72** verzögert die zweite Phase R2 weiter, wenn die Neigung D zunimmt. Beträgt die Neigung D 0° , korrigiert die Steuereinheit **72** die zweite Referenzphase R2, die im Voraus im Speicher **74** gespeichert wurde, nicht. Wenn daher die Neigung D 0° beträgt, ist die zweite Phase R2 im Wesentlichen gleich der Kurbel-Rotationsphase RA, die erhalten wird, wenn sich die Kurbel **30** am oberen Totpunkt oder am unteren Totpunkt befindet.

[0074] Die Steuereinheit **72** verändert die dritte Phase R3 basierend auf der Neigung D. Beträgt die Neigung D mehr als 0° und zeigt eine Steigung, verzögert die Steuereinheit **72** die dritte Phase R3 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist. Beträgt die Neigung D weniger als 0° und zeigt ein Gefälle, zieht die Steuereinheit **72** die dritte Phase R3 ausgehend von jener, die für die Neigung D von 0° festgelegt ist, vor. Die Steuereinheit **72** verzögert die dritte Phase R3 weiter, wenn die Neigung D zunimmt. Beträgt die Neigung D 0° , korrigiert die Steuereinheit **72** die dritte Referenzphase R3, die im Voraus im Speicher **74** gespeichert wurde, nicht.

[0075] Nunmehr wird die Gangwechselsteuerung unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben.

[0076] In Schritt S21 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob eine Gangwechselanfrage vorliegt oder nicht. Im Speziellen bestimmt die Steuereinheit **72**, ob das Hochschaltsignal oder das Herunterschaltsignal empfangen wurde oder nicht. Wird bestimmt, dass eine Gangwechselanfrage vorliegt, erhält die Steuereinheit **72** in Schritt S22 die Neigung D und geht dann zu Schritt S23 über. In Schritt S23 korrigiert die Steuereinheit **72** die erste Phase R1, die zweite Phase R2 und die dritte Phase R3 basierend auf der Neigung D. Wie beispielsweise in **Fig. 5** gezeigt, verzögert die Steuereinheit **72** die erste Phase R1, die zweite Phase R2 und die dritte Phase R3 oder zieht diese vor, wenn die Neigung D zunimmt. Die erste Phase R1 wird bei irgendeiner Neigung D ausgehend von der zweiten Phase R2 vorgezogen. Die dritte Phase R3 wird bei irgendeiner Neigung D ausgehend von der zweiten Phase R2 verzögert. Beträgt die Neigung D 0° , nutzt die Steuereinheit **72** die erste Referenzphase R1, die zweite Referenzphase R2 und die dritte Referenzphase R3, die im Voraus im Speicher **74** gespeichert wurden. Alternativ können die erste Phase R1, die zweite Phase R2 und die dritte Phase R3

unter Verwendung einer Karte oder eines arithmetischen Ausdrucks, der die Beziehung zwischen jeder der ersten Phase R1, der zweiten Phase R2 und der dritten Phase R3 und der Neigung D festlegt, an Stelle der Verwendung der ersten Referenzphase R1, der zweiten Referenzphase R2 und der dritten Referenzphase R3 festgelegt werden.

[0077] In Schritt S24 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob die Rotationsphase RA die erste Phase R1 erreicht hat oder nicht. Ist die Rotationsphase RA nicht die erste Phase R1, führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S24 nach einem vorbestimmten Zeitraum erneut aus. Die Steuereinheit **72** wiederholt den Prozess von Schritt S24, bis die Rotationsphase RA die erste Phase R1 erreicht hat. Hat die Rotationsphase RA die erste Phase R1 erreicht, schalten die Steuereinheit **72** in Schritt S25 den Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus und geht dann zu Schritt S26 über.

[0078] In Schritt S26 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht hat oder nicht. Ist die Rotationsphase RA nicht die zweite Phase R2, führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S26 nach einem vorbestimmten Zeitraum erneut aus. Die Steuereinheit **72** wiederholt den Prozess von Schritt S26, bis die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht hat. Hat die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht, betätigt die Steuereinheit **72** in Schritt S27 den Gangwechsler **54** basierend auf dem Gangwechselsignal und geht dann zu Schritt S28 über.

[0079] In Schritt S28 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob die Rotationsphase RA die dritte Phase R3 erreicht hat oder nicht. Ist die Rotationsphase RA nicht die dritte Phase R3, führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S28 nach einem vorbestimmten Zeitraum erneut aus. Die Steuereinheit **72** wiederholt den Prozess von Schritt S28, bis die Rotationsphase RA die dritte Phase R3 erreicht hat. Hat die Rotationsphase RA die dritte Phase R3 erreicht, schalten die Steuereinheit **72** in Schritt S29 den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus und beendet den aktuellen Prozess.

[0080] Nunmehr wird der Betrieb der Fahrradsteuerung **70** unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** bis **Fig. 9** beschrieben.

[0081] Wie in **Fig. 6A** gezeigt, wird, wenn das Fahrrad **10** auf einer ebenen Straße fährt, deren Neigung D 0° beträgt, die Muskelkraft T am oberen Totpunkt und am unteren Totpunkt (Kurbel-Rotationsphase RA beträgt 0° und 180°) minimal und maximal in den mittleren Positionen zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt (Kurbel-Rotationsphase RA beträgt 90° und 270°).

[0082] Wie in den **Fig. 6B** und **Fig. 7** gezeigt, wird, wenn das Fahrrad **10** bergauf fährt, wobei die Neigung D mehr als 0° beträgt, die Muskelkraft T bei Taktungen nach dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt (Kurbel-Rotationsphase RA beträgt $0^\circ + |RX|^\circ$ und $180^\circ + |RX|^\circ$) minimal. Hier ist RX die Phasendifferenz zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt und der Rotationsphase RA, die erhalten wird, wenn die Muskelkraft T minimal ist. Die Phasendifferenz RX ist im Wesentlichen gleich der Neigung D. Beträgt die Neigung D mehr als 0° , hat die Phasendifferenz RX einen positiven Wert. Das heißt, wie durch die in **Fig. 7** gezeigte Doppelstrichlinie gekennzeichnet, ist, wenn die Kurbelarme **42** in der Richtung orthogonal zur Fahrbahn verlaufen, die Muskelkraft T minimal.

[0083] Wie in den **Fig. 6C** und **Fig. 8** gezeigt, wird, wenn das Fahrrad **10** bergab fährt, wobei die Neigung D weniger als 0° beträgt, die Muskelkraft T an Taktungen vor dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt (Kurbel-Rotationsphase RA beträgt $0^\circ - |RX|^\circ$ und $180^\circ - |RX|^\circ$) minimal. Beträgt die Neigung D weniger als 0° , hat die Phasendifferenz RX einen negativen Wert. Das heißt, wie durch die in **Fig. 8** gezeigte Doppelstrichlinie gekennzeichnet, ist, wenn die Kurbelarme **42** in der Richtung orthogonal zur Fahrbahn verlaufen, die Muskelkraft T minimal.

[0084] In **Fig. 9** kennzeichnet die volle Linie L1 ein Beispiel für die Leistung TA des Motors **60** unter der Hilfssteuerung von **Fig. 3**, die Doppelstrichlinie L2 kennzeichnet ein Beispiel für die Leistung eines imaginären Motors **60**, der den Prozess von Schritt S14 in der Hilfssteuerung von **Fig. 3** nicht durchlaufen hat, und die Einzelstrichlinie L3 kennzeichnet ein Beispiel für die vorübergehende Veränderung der Muskelkraft T unter der Hilfssteuerung.

[0085] Zeit t10 kennzeichnet die Zeit, bei der der Fahrer mit dem Drehen der Kurbel **30** beginnt.

[0086] Zeit t11 kennzeichnet die Zeit, bei der die Muskelkraft T maximal wird, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet.

[0087] Zeit t12 kennzeichnet die Zeit, bei der die Steuereinheit **72** bestimmt, dass die Muskelkraft T verringert wurde, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet. Zu diesem Zeitpunkt korrigiert die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** (Schritt S15 von **Fig. 3**) so, dass das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T ausgehend von dem, das zur Zeit t11 erhalten wird, erhöht wird.

[0088] Zeit t13 kennzeichnet die Zeit, bei der die Steuereinheit **72** bestimmt, dass die Muskelkraft T erhöht wurde, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet. Zu diesem Zeitpunkt stoppt die Steu-

ereinheit **72** die Korrektur der Leistung TA des Motors **60**, wodurch das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T ausgehend von denen, die zu den Zeiten t12 bis t13 erhalten wurden, verringert wird.

[0089] Zeit t14 kennzeichnet die Zeit, bei der die Steuereinheit **72** erneut bestimmt, dass die Muskelkraft T verringert wurde, wenn sich der Motor **60** im ersten Steuerstatus befindet. Zu diesem Zeitpunkt korrigiert die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** (Schritt S15 von **Fig. 3**) so, dass das Verhältnis der Leistung TA des Motors **60** zur Muskelkraft T ausgehend von dem, das zur Zeit t11 erhalten wurde, erhöht wird.

[0090] Zeit t15 kennzeichnet die Zeit, bei der die Steuereinheit **72** das Hochschaltsignal oder das Herunterschaltsignal von der Betätigungsseinheit **20** empfängt.

[0091] Zeit t16 kennzeichnet die Zeit, bei der die Kurbel-Rotationsphase RA die erste Phase R1 erreicht. Zu diesem Zeitpunkt schaltet die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus. Dies verringert die Leistung TA des Motors **60** so, dass sie der, die durch die Doppelstrichlinie **12** gekennzeichnet ist, gleicht.

[0092] Zeit t17 kennzeichnet die Zeit, bei der die Kurbel-Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht. Zu diesem Zeitpunkt betätigt die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54** basierend auf dem Hochschaltsignal oder dem Herunterschaltsignal, das zur Zeit t15 erhalten wurde.

[0093] Zeit t18 kennzeichnet die Zeit, bei der die Kurbel-Rotationsphase RA die dritte Phase R3 erreicht. Zu diesem Zeitpunkt schaltet die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus.

[0094] Die Fahrradsteuerung **70** weist den Betrieb und die Vorteile, wie sie nachstehend beschrieben sind, auf.

[0095] Beträgt die Neigung D 0° , ist zur Zeit t17 die Kurbel-Rotationsphase RA gleich dem oberen Totpunkt oder dem unteren Totpunkt. Beträgt die Neigung D mehr als 0° , ist zur Zeit t17 die Kurbel-Rotationsphase RA ausgehend vom oberen Totpunkt oder vom unteren Totpunkt verzögert. Beträgt die Neigung D weniger als 0° , ist zur Zeit t17 die Kurbel-Rotationsphase RA ausgehend vom oberen Totpunkt oder vom unteren Totpunkt vorgezogen. Die Steuereinheit **72** verändert die erste Phase R1 zum Verändern des Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus entsprechend der Neigung D. Dies verringert die Leistung TA des Motors

60 bei einer Taktung unmittelbar bevor das auf den Gangwechsler **54** ausgeübte Drehmoment minimal wird. So wird entsprechend der Fahrbedingung des Fahrrads **10** gesteuert.

[0096] Die Steuereinheit **72** verändert die zweite Phase R2 zum Ausführen des Gangwechselvorgangs des Gangwechslers **54** entsprechend der Neigung D. So wird der Gangwechselvorgang des Gangwechslers **54** bei einer Taktung ausgeführt, wenn der Gangwechsler **54** das minimale Drehmoment empfängt. Dies verbessert die Gangwechselleistung. In der Folge wird entsprechend der Fahrbedingung des Fahrrads **10** gesteuert. Überdies wird bei der Fahrradsteuerung **70**, sowohl wenn die Neigung D 0° beträgt als auch wenn die Neigung D nicht 0° beträgt, der Gangwechselvorgang des Gangwechslers **54** bei einer Taktung ausgeführt, wenn der Gangwechsler **54** das minimale Drehmoment empfängt. Dies verringert das unangenehme Gefühl des Radfahrers.

[0097] Die obige Beschreibung veranschaulicht eine Ausführungsform der Fahrradsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung und soll nicht einschränken. Die Ausführungsform der Fahrradsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung kann wie folgt modifiziert werden. Ferner können zwei oder mehr modifizierte Beispiele kombiniert werden.

[0098] In Schritt S23 der in **Fig. 4** gezeigten Gangwechselsteuerung kann zumindest eine von der ersten Phase R1, der zweiten Phase R2 und der dritten Phase R3 entsprechend der Neigung D stufenweise verändert werden, wie in **Fig. 10** gezeigt. Selbst in diesem Fall ist die Phasendifferenz zwischen der ersten Phase R1 und der zweiten Phase R2 bei jeder Neigung D bevorzugt größer als oder gleich der vorbestimmten Phase RB. Ebenso bevorzugt ist die Phasendifferenz zwischen der zweiten Phase R2 und der dritten Phase R3 bei jeder Neigung D größer als oder gleich der vorbestimmten Phase RC.

[0099] Die Gangwechselsteuerung von **Fig. 4** kann in die von **Fig. 11** umgeändert werden. Bei der Gangwechselsteuerung von **Fig. 11** schaltet nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit ausgehend vom Schalten des Steuerstatus des Motors **60** vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den erste Steuerstatus. Im Speziellen führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S31 von **Fig. 11** an Stelle des Prozesses von Schritt S23 von **Fig. 4** aus. Ebenso führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S32 von **Fig. 11** an Stelle des Prozesses von Schritt S28 von **Fig. 4** aus. In Schritt S31 korrigiert die Steuereinheit **72** die erste Phase R1 und die zweite Phase R2 basierend auf der Neigung D. Wenn in Schritt S32 bestimmt wird, dass die vorbestimmte Zeit abgelaufen ist, geht die Steuereinheit **72** zu Schritt S29 über. Wird nicht bestimmt,

dass die vorbestimmte Zeit abgelaufen ist, wiederholt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S32, bis die vorbestimmte Zeit abgelaufen ist. Die vorbestimmte Zeit wurde im Voraus im Speicher **74** gespeichert. Die vorbestimmte Zeit ist eine Zeit, die ausreicht, dass der Gangwechsler **54** den Gangwechselvorgang abschließen kann. Ferner kann der Prozess von Schritt S32 zu einem Prozess verändert werden, in dem die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus schaltet, wenn eine vorbestimmte Zeit ausgehend von dem Zeitpunkt, bei dem der Gangwechsler **54** den Gangwechselvorgang in Schritt S27 startet, abgelaufen ist.

[0100] Die Gangwechselsteuerung von **Fig. 11** kann in die von **Fig. 12** umgeändert werden. Bei der Gangwechselsteuerung von **Fig. 12** schaltet, wenn die Betätigung des Gangwechslers **54** beendet wird, während sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus befindet, die Steuereinheit **72** den Steuerstatus des Motors **60** vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus. Im Speziellen führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S33 von **Fig. 12** an Stelle des Prozesses von Schritt S32 von **Fig. 11** aus. Wenn in Schritt S33 bestimmt wird, dass der Gangwechsel abgeschlossen ist, geht die Steuereinheit **72** zu Schritt S29 über. Wird nicht bestimmt, dass der Gangwechsel abgeschlossen ist, wiederholt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S33, bis der Gangwechsel abgeschlossen ist. Der Abschluss des Gangwechsels wird beispielsweise durch Ausgaben eines Erkennungssensors für den Gangwechselzustand, der an der Fahrradsteuerung **70** angeordnet ist, bestimmt. Der Gangwechselzustandsensor ist so ausgebildet, dass er den Eingriffzustand der Getrieberäder des Gangwechslers **54** erfasst.

[0101] Die Gangwechselsteuerung von **Fig. 4** kann in die von **Fig. 13** umgeändert werden. Bei der Gangwechselsteuerung von **Fig. 13** betätigt die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54**, wenn die Kurbel-Rotationsphase RA die zweite Phase R2 ist und verändert die zweite Phase R2 basierend auf der Neigung D des Fahrrads **10** in der Vorförts-Rückwärts-Richtung. Im Speziellen bestimmt die Steuereinheit **72** in Schritt S51, ob eine Gangwechselanfrage vorliegt oder nicht. Das heißt, die Steuereinheit **72** bestimmt, ob das Hochschaltsignal oder das Herunterschaltsignal empfangen wurden. Wird bestimmt, dass eine Gangwechselanfrage vorliegt, erhält die Steuereinheit **72** in Schritt S52 die Neigung D und geht zu Schritt S53 über. In Schritt S53 legt die Steuereinheit **72** die zweite Phase R2 basierend auf der Neigung D fest. In Schritt S54 bestimmt die Steuereinheit **72**, ob die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht hat oder nicht. Ist die Rotationsphase RA nicht die zweite Phase R2, führt die Steuereinheit **72** den Prozess von Schritt S54 nach einem vorbestimmten Zeitraum erneut aus. Die Steuereinheit **72** wiederholt

den Prozess von Schritt S54, bis die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht hat. Hat die Rotationsphase RA die zweite Phase R2 erreicht, geht die Steuereinheit **72** zu Schritt S55 über und betätigt den Gangwechsler **54** basierend auf dem Gangwechsel-signal und beendet dann den aktuellen Prozess. In diesem modifizierten Beispiel kann die Hilfsvorrichtung **52** vom Fahrrad **10** weggelassen werden.

[0102] Die zweite Phase R2 kann im Wesentlichen gleich der ersten Phase R1 festgelegt werden. In diesem Fall startet gleichzeitig das Schalten vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus, wodurch die Leistung TA des Motors **60** verringert und der Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** ausgeführt wird.

[0103] Bei der Gangwechselsteuerung kann die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54** basierend auf der Muskelkraft T betätigen. Im Speziellen bestimmt in dem Prozess von Schritt S26 der in **Fig. 4** gezeigten Gangwechselsteuerung die Steuereinheit **72**, ob die Muskelkraft T geringer als oder gleich der vorbestimmten Muskelkraft T wurde oder nicht. Die vorbestimmte Muskelkraft T wird so eingestellt, dass der Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** angemessen ausgeführt wird.

[0104] Der Aktuator **56** kann aus der Gangwechselvorrichtung **50** weggelassen werden. In diesem Fall weist das Fahrrad **10** einen Betätigungsabschnitt auf, der mechanisch mit dem Gangwechsler **54** verbunden ist. Wird der Betätigungsraumfang des Betätigungsabschnitts größer oder gleich einem vorbestimmten Umfang, wird der Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** ausgeführt. Die Fahrradsteuerung **70** weist einen Erfassungsabschnitt auf, der so ausgebildet ist, dass er ein Erfassungssignal an die Steuereinheit **72** überträgt, wenn der Betätigungsraumfang des Betätigungsabschnitts kleiner wird als der vorbestimmte Umfang. In Schritt S21 der in **Fig. 4** gezeigten Gangwechselsteuerung kann die Steuereinheit **72** basierend auf den Ausgaben des Erfassungsabschnitts zum Bestimmen, ob eine Gangwechselanfrage vorliegt oder nicht, erkennen, dass die Betätigung des Betätigungsabschnitts begonnen hat. In diesem Fall wird Schritt S26 aus der Gangwechselsteuerung von **Fig. 4** weggelassen, und an Stelle von Schritt S27 wird die Gangwechselsteuerung mechanisch am Gangwechsler **54** vorgenommen, wenn der Betätigungsraumfang des Betätigungsabschnitts größer oder gleich dem vorbestimmten Umfang ist. In diesem Fall kann die Gangwechselvorrichtung **50** einen Beschränkungsmechanismus aufweisen, der den Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** einschränkt. Der Beschränkungsmechanismus schränkt den Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** ein, sofern die Rotationsphase RA eine vorbestimmte Phase (z. B. die zweite Rotationsphase R2) ist, und lässt den Gangwechselvorgang

des Gangwechsler **54** zu, wenn die Rotationsphase RA die vorbestimmte Phase ist. Alternativ schränkt der Beschränkungsmechanismus den Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** ein, wenn die Muskelkraft T größer als die vorbestimmte Muskelkraft T ist, und lässt den Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** zu, wenn die Muskelkraft T kleiner oder gleich der vorbestimmten Muskelkraft T ist. Der Beschränkungsmechanismus kann so ausgebildet sein, dass er den Gangwechselvorgang des Gangwechsler **54** einschränkt, indem er den Betätigungsraumfang des Betätigungsabschnitts auf den vorbestimmten Umfang oder weniger begrenzt.

[0105] In Schritt S21 der in **Fig. 4** gezeigten Gangwechselsteuerung bestimmt die Steuereinheit **72**, dass eine Gangwechselanfrage vorliegt, wenn sie das Gangwechselsignal von der Betätigungsseinheit **20** empfängt. Stattdessen kann die Steuereinheit **72** eine Gangwechselanfrage entsprechend der Fahrbedingung festlegen. In diesem Fall legt die Steuereinheit **72** beispielsweise eine Gangwechselanfrage zum Verändern des Gangverhältnisses r basierend auf der Kurbeldrehzahl CA fest. Ist die Kurbeldrehzahl CA größer als eine erste vorbestimmte Drehzahl CA, verändert die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54** so, dass das Gangverhältnis r verringert wird. Ist die Kurbeldrehzahl CA kleiner als eine zweite vorbestimmte Drehzahl CA, verändert die Steuereinheit **72** den Gangwechsler **54** so, dass das Gangverhältnis r erhöht wird.

[0106] An Stelle von Schritt S14 und Schritt S15 der in **Fig. 3** gezeigten Hilfssteuerung kann die Steuereinheit **72** einen Prozess zur Korrektur der Leistung TA des Motors **60** auf einen konstanten Wert ausführen.

[0107] Bei der Hilfssteuerung von **Fig. 3** geht in Schritt S13, wenn sich der Motor **60** im zweiten Steuerstatus befindet, die Steuereinheit **72** über zu Schritt S16 über, ohne die Leistung TA des Motors **60** zu korrigieren. Stattdessen kann die Steuereinheit **72** die Leistung TA des Motors **60** korrigieren und dann zu Schritt S16 übergehen. In diesem Fall wird die Leistung TA des Motors **60** auf weniger als die Leistung TA des Motors **60**, die in Schritt S12 berechnet wurde, verringert.

[0108] Die Steuereinheit **72** kann die Neigung D vom globalen Positionierungssystem (GPS) erhalten. Die Steuereinheit **72** empfängt Informationen über die Neigung D vom GPS beispielsweise über einen Fahrradcomputer, ein Smartphone oder dergleichen. Alternativ kann die Steuereinheit **72** die Neigung D erhalten, indem diese vom Bediener eingegeben wird.

[0109] Die Steuereinheit **72** kann die Kurbel-Rotationsphase RA aus der Kurbeldrehzahl CA ermitteln. Die Kurbel-Rotationsphase RA wird beispielsweise

durch Multiplizieren des Zeitpunktes, zu dem die Kurbel **30** die Referenzphase (oberer Totpunkt oder unterer Totpunkt) passierte, und der Kurbeldrehzahl CA ermittelt.

[0110] Die Steuereinheit **72** kann die Kurbeldrehzahl CA aus der Fahrzeuggeschwindigkeit V ermitteln. Die Steuereinheit **72** ermittelt die Kurbeldrehzahl CA beispielsweise aus dem Reifendurchmesser und dem Gangverhältnis r. In diesem Fall kann die Steuereinheit **72** basierend auf der Kurbeldrehzahl CA, die aus der Fahrzeuggeschwindigkeit V berechnet wird, auch die Kurbel-Rotationsphase RA berechnen. Die Steuereinheit **72** nutzt die ermittelte Kurbeldrehzahl CA zur Ermittlung des Zeitpunktes, zu dem die Kurbel **30** die Referenzphase (oberer Totpunkt oder unterer Totpunkt) passiert. Dann ermittelt die Steuereinheit **72** die Kurbel-Rotationsphase RA durch Multiplizieren des Zeitpunktes, zu dem die Kurbel **30** die Referenzphase (oberer Totpunkt oder unterer Totpunkt) passierte, und der Fahrzeuggeschwindigkeit V.

[0111] Die Gangwechselvorrichtung **50** kann in eine Nabenschaltung umgeändert werden, die sich in der Nabe des Hinterrades **14** befindet.

[0112] Die Gangwechselvorrichtung **50** kann in eine Gangwechselvorrichtung umgeändert werden, die eine Kettenschaltung und einen Aktuator aufweist. Die Kettenschaltung ist ein vorderer Umwerfer oder ein hinterer Umwerfer. Der Aktuator ist beispielsweise ein Elektromotor. Die Steuereinheit **72** veranlasst den Aktuator, die Kettenschaltung zu betätigen. Die Kettenschaltung verändert die Anzahl der Drehungen des Hinterrades **14** bezogen auf die Anzahl der Drehungen der Kurbel **30** des Fahrrads **10** (Gangverhältnis r), indem sie das Kettenrad von mehreren vorderen Kettenrädern **34** oder mehreren hinteren Kettenrädern **36** wechselt, um das die Kette **38** läuft.

32	Pedal
32A	Pedalkörper
32B	Pedalwelle
34	vorderes Kettenrad
36	hinteres Kettenrad
38	Kette
40	Kurbelachse
42	Kurbelarm
44	Batterieeinheit
46	Batterie
48	Batteriehalter
50	Gangwechselvorrichtung
52	Hilfsvorrichtung
54	Gangwechsler
56	Aktuator
58	Treiberschaltung
60	Motor
70	Fahrradsteuerung
72	Steuereinheit
74	Speicher
76	Neigungssensor
78	Drehwinkelsensor
80	Drehzahlgeber
82	Drehmomentsensor
84	Gyroskop
86	Beschleunigungssensor
88	Magnet
D	Neigung
L1	Linie
L2	Linie
L3	Line
RA	Rotationsphase
R1	erste Phase
R2	zweite Phase
R3	dritte Phase
RB	vorbestimmte Phase
RC	vorbestimmte Phase
RX	Phasendifferenz
T	Muskelkraft
TA	Motorleistung

Bezugszeichenliste

10	Fahrrad
12	Vorderrad
12A	Achse
12B	Speiche
14	Hinterrad
14A	Achse
16	Fahrradkörper
18	Antriebsmechanismus
20	Betätigseinheit
20A	erster Betätigungsabschnitt
20B	zweiter Betätigungsabschnitt
22	Antriebseinheit
22A	Gehäuse
24	Rahmen
26	Vorderradgabel
28	Lenkstange
28A	Lenkervorba
30	Kurbel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2013-47082 A [0002]

Patentansprüche

1. Fahrradsteuerung (70), aufweisend: eine Steuereinheit (72), die einen Motor (60) steuert, wobei der Motor (60) die Muskelkraft (T) unterstützt, die einem Fahrrad (10) zugeführt wird, wobei beim Betätigen eines Gangwechslers (54), der das Gangverhältnis (r) des Fahrrads (10) verändert, die Steuereinheit (72) den Steuerstatus des Motors (60), basierend auf der Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) des Fahrrads (10), von einem ersten Steuerstatus in einen zweiten Steuerstatus schaltet und die Taktung, bei der der Steuerstatus des Motors (60), basierend auf der Neigung (D) des Fahrrads (10) in einer Vorwärts-Rückwärts-Richtung, vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus geschaltet wird, verändert.

2. Fahrradsteuerung (70) gemäß Anspruch 1, wobei, wenn die Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) des Fahrrads (10) eine erste Phase (R1) ist, die Steuereinheit (72) den Steuerstatus des Motors (60) vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus schaltet.

3. Fahrradsteuerung (70) gemäß Anspruch 2, wobei, wenn die Neigung (D) mehr als 0° beträgt und eine Steigung zeigt, die Steuereinheit (72) die erste Phase (R1) ausgehend von jener, die für die Neigung (D) von 0° festgelegt ist, verzögert.

4. Fahrradsteuerung (70) gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn die Neigung (D) weniger als 0° beträgt und ein Gefälle zeigt, die Steuereinheit (72) die erste Phase (R1) ausgehend von jener, die für die Neigung (D) von 0° festgelegt ist, vorzieht.

5. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Steuereinheit (72) die erste Phase (R1) weiter verzögert, wenn die Neigung (D) zunimmt.

6. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, wenn die Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) eine dritte Phase (R3) erreicht, während sich der Motor (60) im zweiten Steuerstatus befindet, die Steuereinheit (72) den Steuerstatus des Motors (60) vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus schaltet.

7. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, wenn eine vorbestimmte Zeit ab dem Schalten des Steuerstatus des Motors (60) vom ersten Steuerstatus in den zweiten Steuerstatus abgelaufen ist, die Steuereinheit (72) den Steuerstatus des Motors (60) vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus schaltet.

8. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, wenn die Betätigung

des Gangwechslers (54) beendet ist, während sich der Motor (60) im zweiten Steuerstatus befindet, die Steuereinheit (72) den Steuerstatus des Motors (60) vom zweiten Steuerstatus in den ersten Steuerstatus schaltet.

9. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (72) das Verhältnis der Leistung (TA) des Motors (60) zur Muskelkraft (T), wenn sich der Motor (60) im zweiten Steuerstatus befindet, geringer einstellt als das Verhältnis der Leistung (TA) des Motors (60) zur Muskelkraft (T), wenn sich der Motor (60) im ersten Steuerstatus befindet.

10. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, wenn sich die Muskelkraft (T) verringert, während sich der Motor (60) im ersten Steuerstatus befindet, die Steuereinheit (72) das Verhältnis der Leistung (TA) des Motors (60) zur Muskelkraft (T) höher einstellt als das, das erhalten wird, wenn sich die Muskelkraft (T) erhöht, während sich der Motor (60) im ersten Steuerstatus befindet.

11. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Empfang eines Gangwechselsignals von einer Betätigungseinheit (20) die Steuereinheit (72) den Gangwechsler (54) betätigt, wenn die Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) eine zweite Phase (R2) ist.

12. Fahrradsteuerung (70) gemäß Anspruch 11, wobei die Steuereinheit (72) die zweite Phase (R2) basierend auf der Neigung (D) verändert.

13. Fahrradsteuerung (70), aufweisend: eine Steuereinheit (72), die die Betätigung eines Gangwechslers (54) steuert, wobei der Gangwechsler (54) das Gangverhältnis (r) des Fahrrads (10) basierend auf einem von einer Betätigungseinheit (20) empfangenen Gangwechselsignal verändert, wobei die Steuereinheit (72) den Gangwechsler (54) betätigt, wenn die Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) eine zweite Phase (R2) ist, und die zweite Phase (R2) basierend auf der Neigung (D) des Fahrrads (10) in einer Vorwärts-Rückwärts-Richtung verändert.

14. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei, wenn die Neigung (D) 0° beträgt, die zweite Phase (R2) im Wesentlichen gleich der Rotationsphase (RA) der Kurbel (30) ist, wenn sich die Kurbel (30) am oberen Totpunkt oder am unteren Totpunkt befindet.

15. Fahrradsteuerung (70) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei, wenn die Neigung (D) mehr als 0° beträgt und eine Steigung zeigt, die Steuereinheit (72) die zweite Phase (R2) ausgehend von jener, die für die Neigung (D) von 0° festgelegt ist, verzögert.

16. Fahrradsteuerung (**70**) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei, wenn die Neigung (D) weniger als 0° beträgt und ein Gefälle zeigt, die Steuereinheit (**72**) die zweite Phase (R2) ausgehend von jener, die für die Neigung (D) von 0° festgelegt ist, vorzieht.

17. Fahrradsteuerung (**70**) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei die Steuereinheit (**72**) die zweite Phase (R2) weiter verzögert, wenn die Neigung (D) zunimmt.

18. Fahrradsteuerung (**70**) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 17, die direkt oder indirekt von Anspruch 2 abhängig sind, wobei die zweite Phase (R2) im Wesentlichen gleich der ersten Phase (R1) oder ausgehend von der ersten Phase (R1) um eine vorbestimmte Phase (RB) verzögert ist.

19. Fahrradsteuerung (**70**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (**72**) die Neigung (D) basierend auf der Ausgabe eines Neigungssensors (**76**), der die Neigung (D) erfasst, berechnet.

20. Fahrradsteuerung (**70**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (**72**) die Rotationsphase (RA) der Kurbel (**30**) basierend auf der Ausgabe eines Sensors (**78**), der die Rotationsphase (RA) der Kurbel (**30**) erfasst, berechnet.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

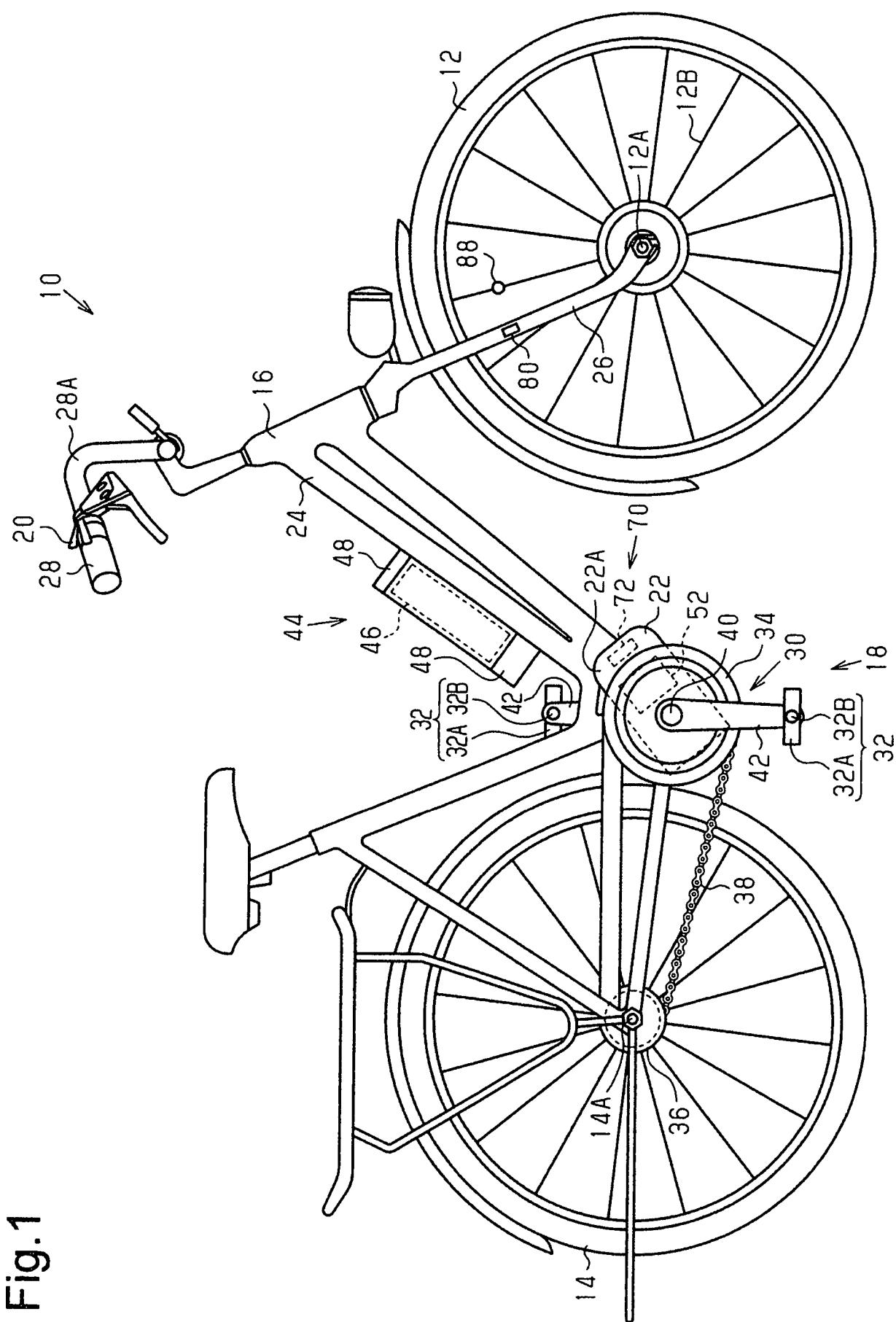


Fig. 1

Fig.2

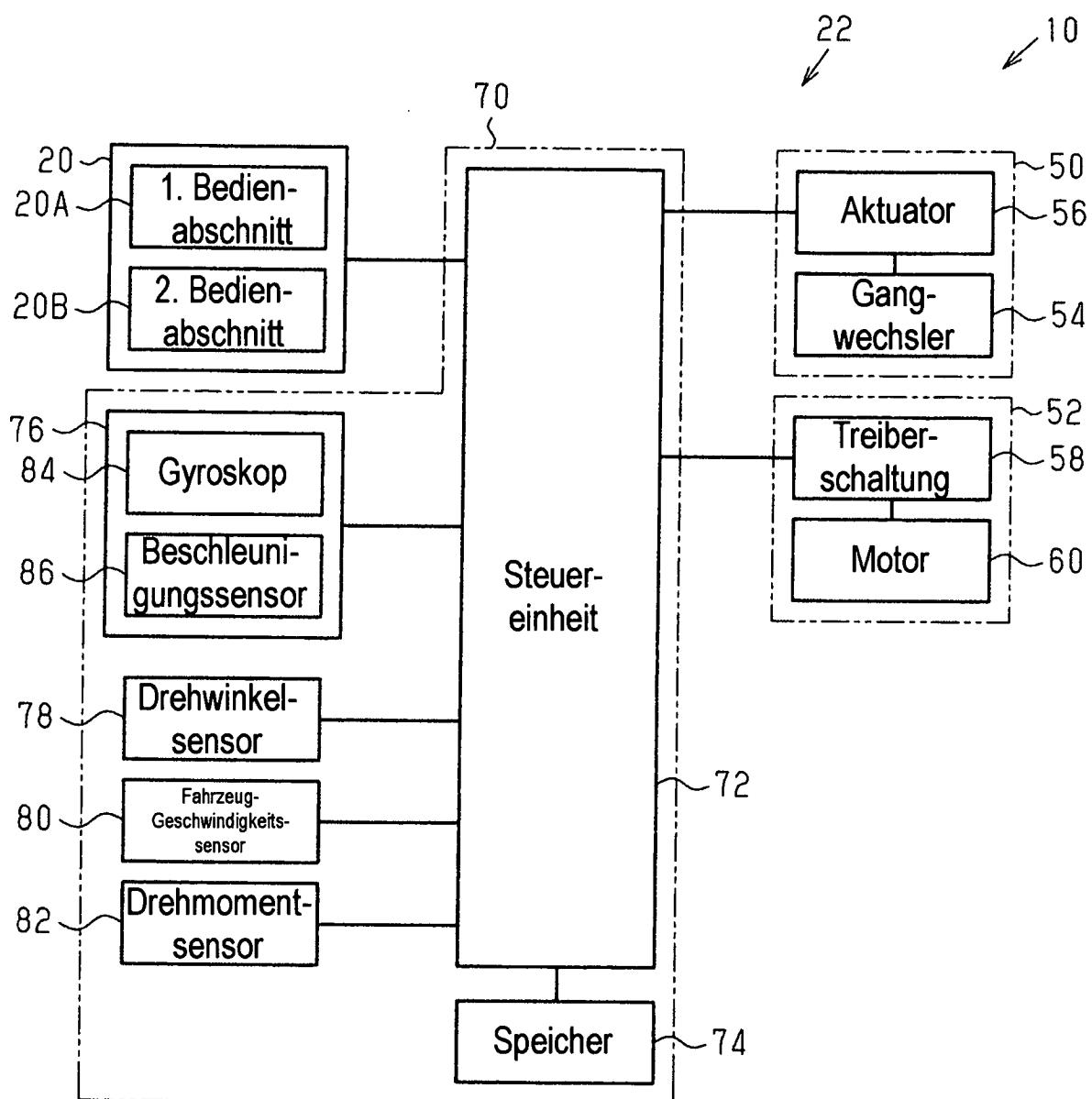


Fig.3

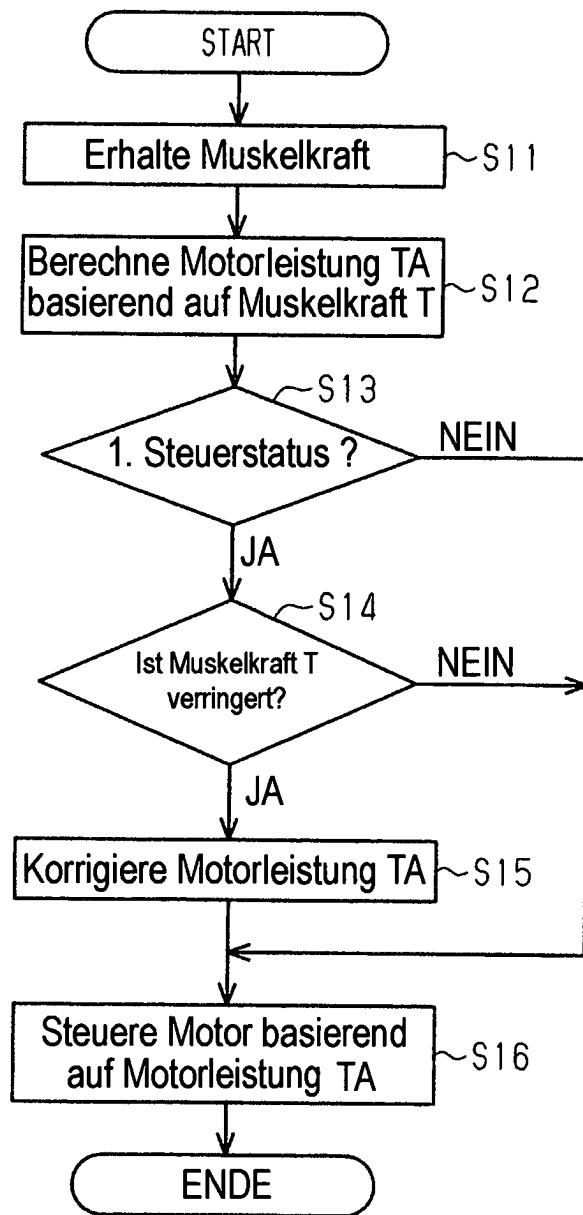


Fig.4

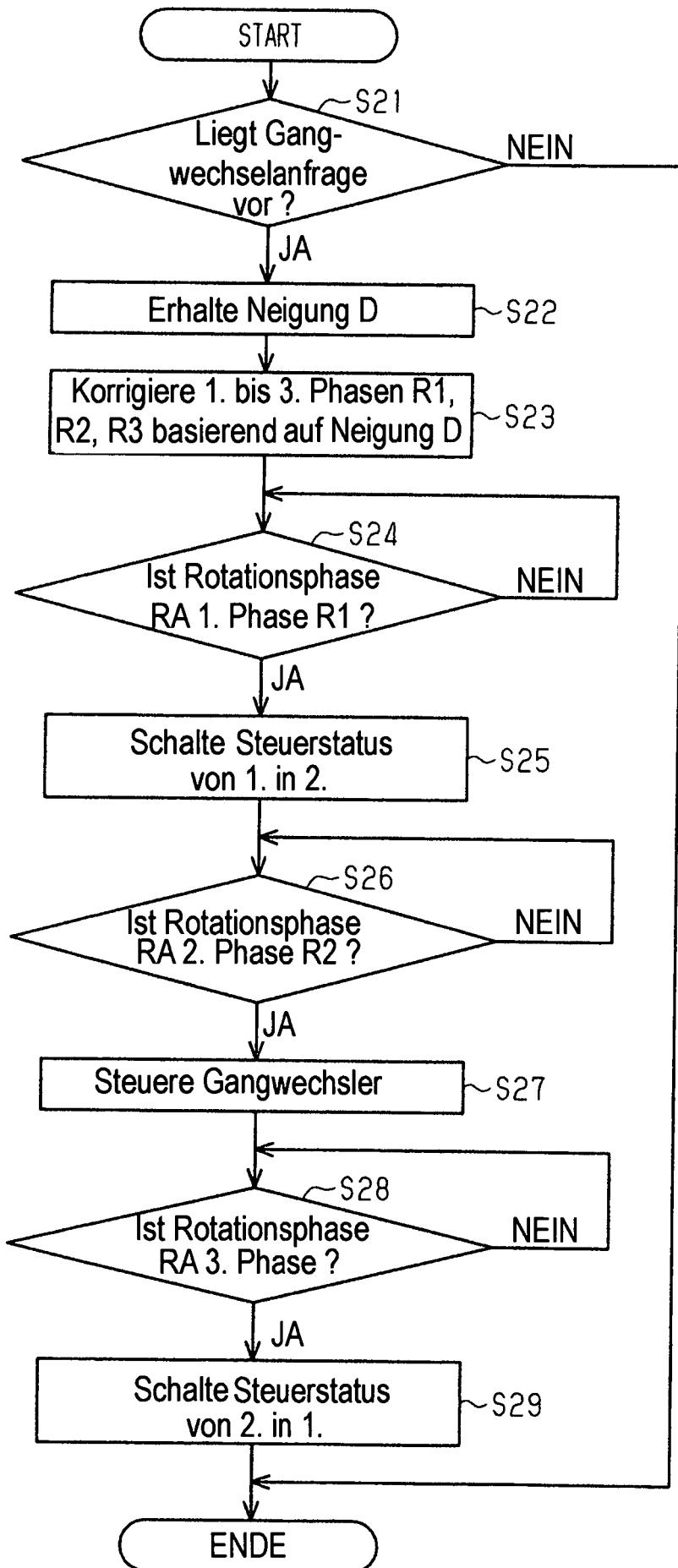


Fig.5

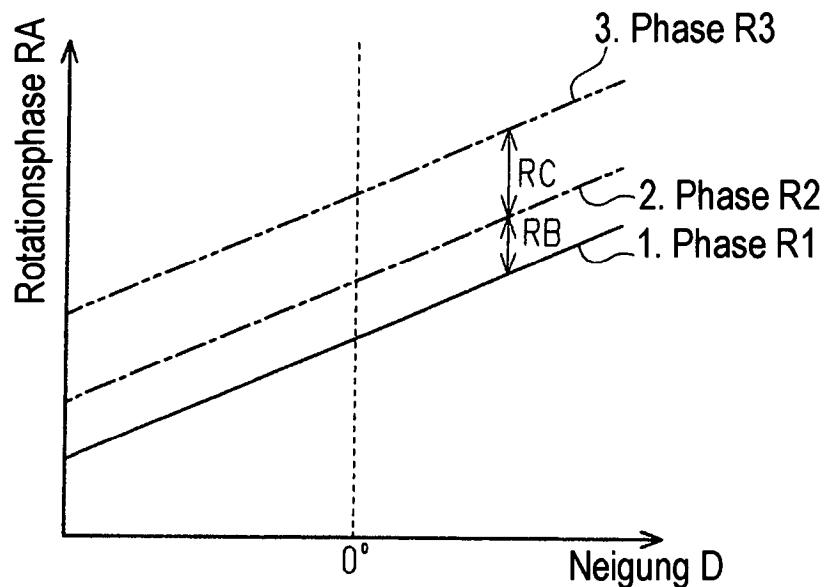


Fig.6A

ebene Straße

Fig.6B

bergauf

Fig.6C

bergab

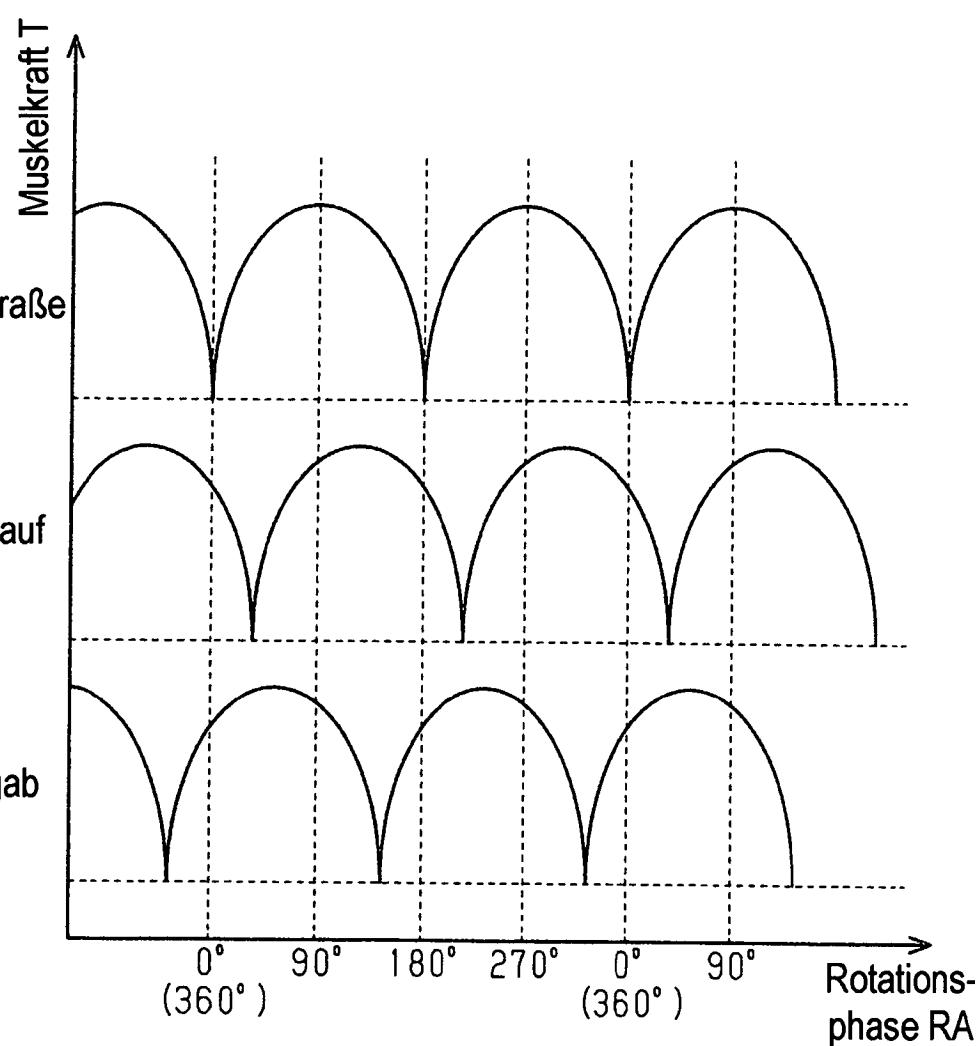


Fig.7

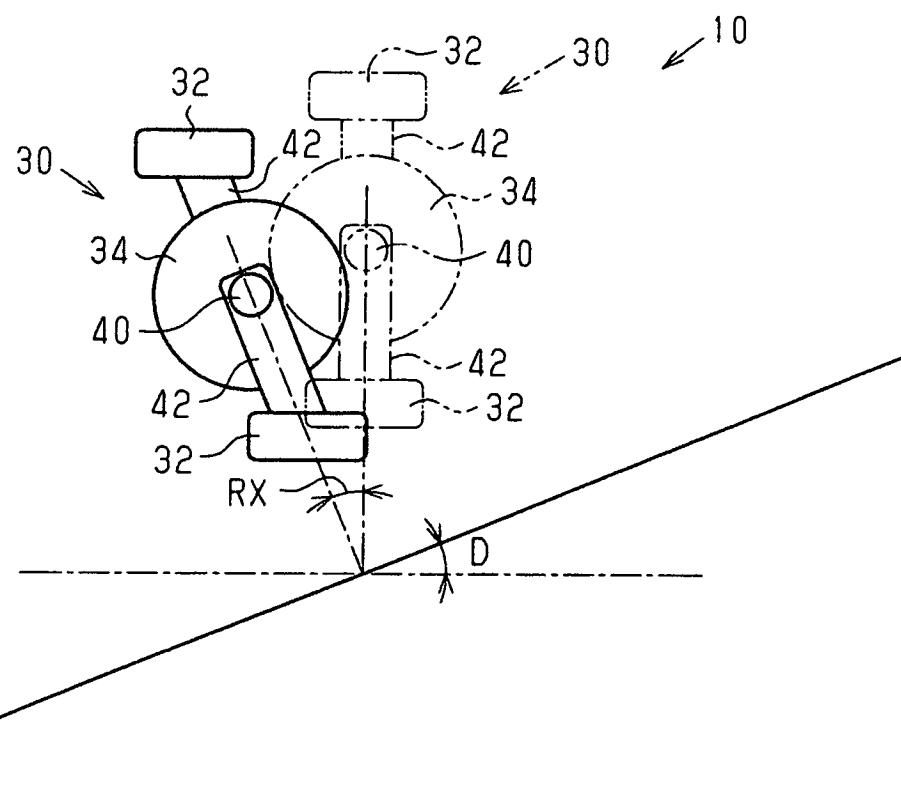


Fig.8

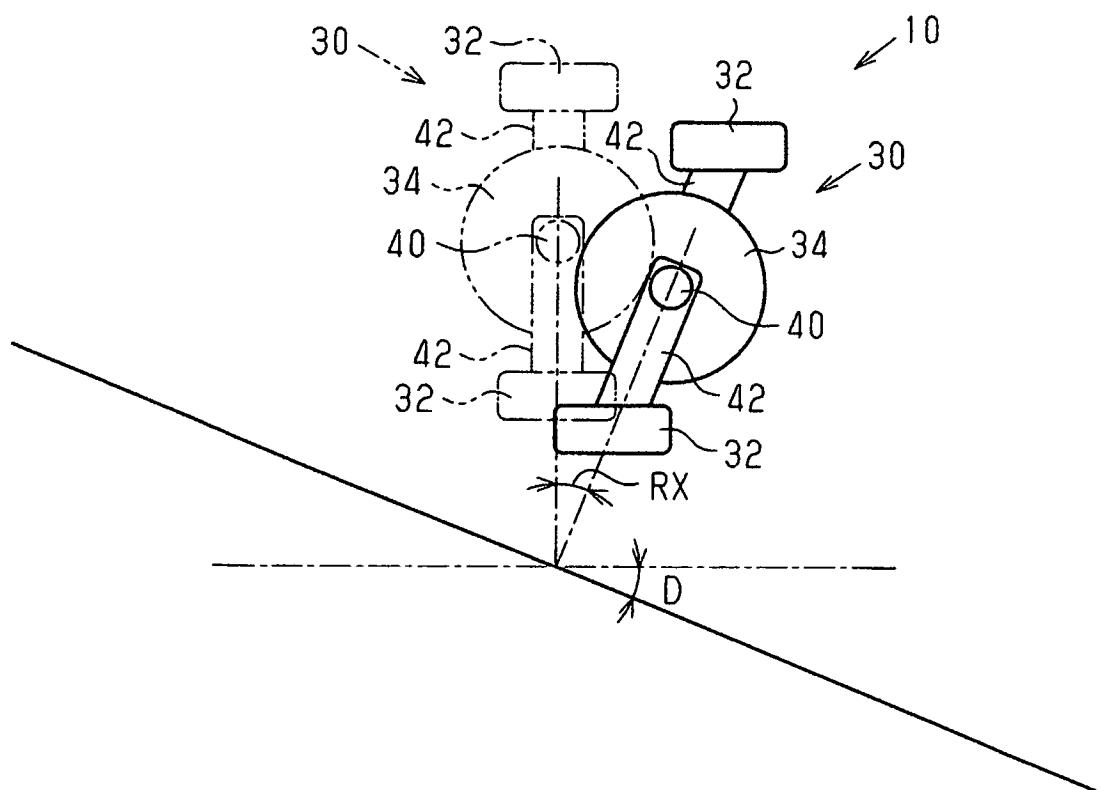


Fig.9

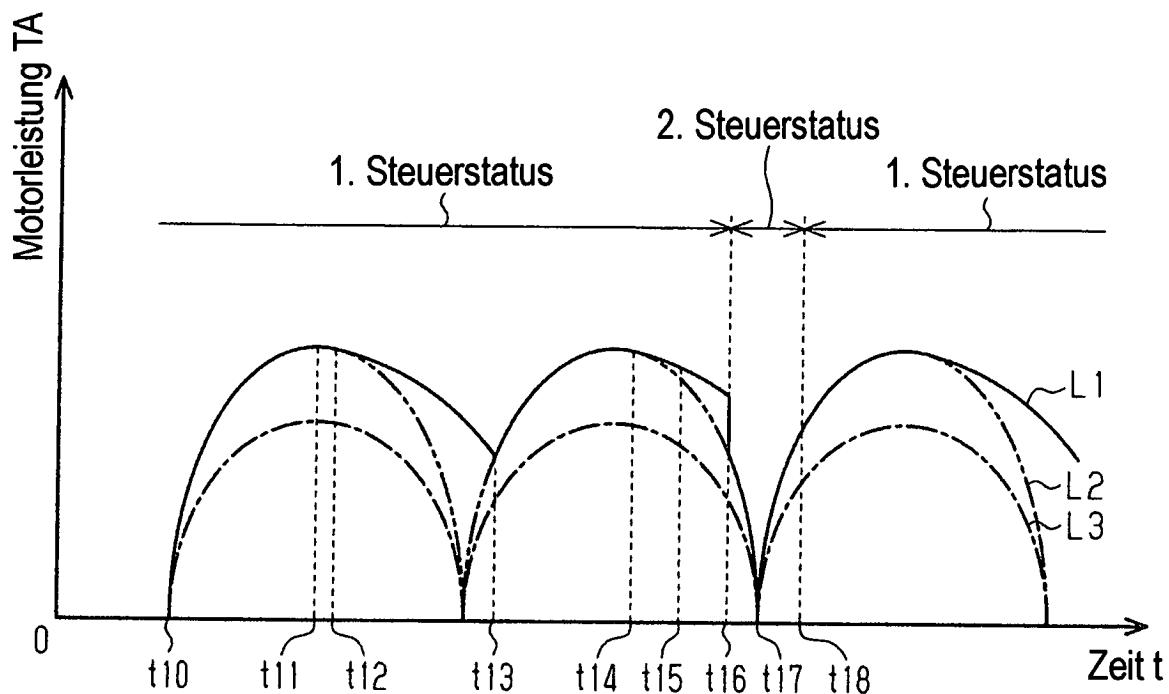


Fig.10

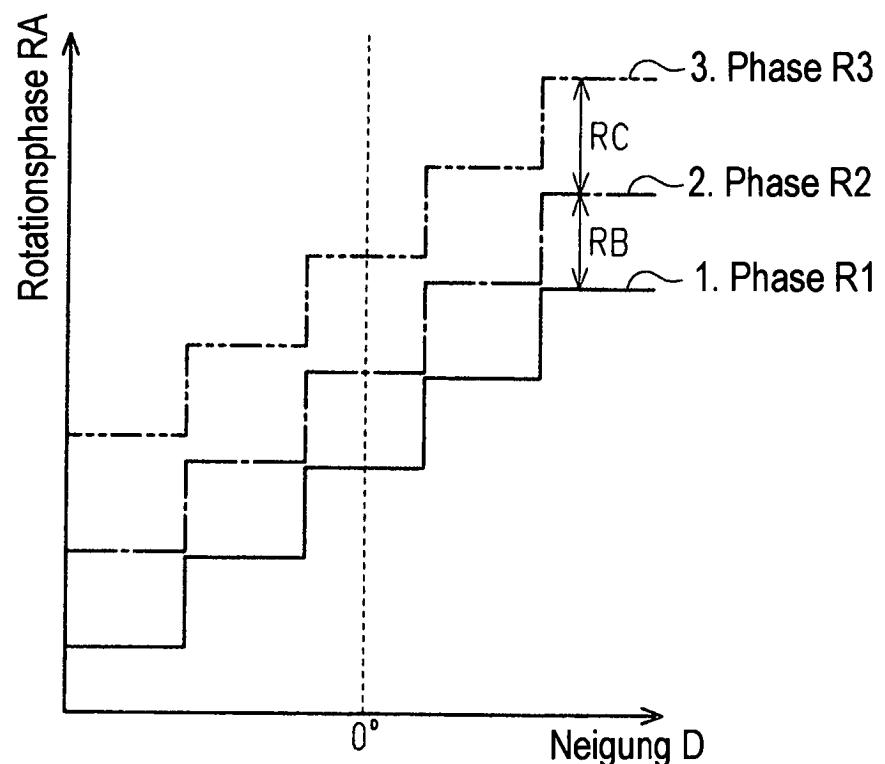


Fig.11

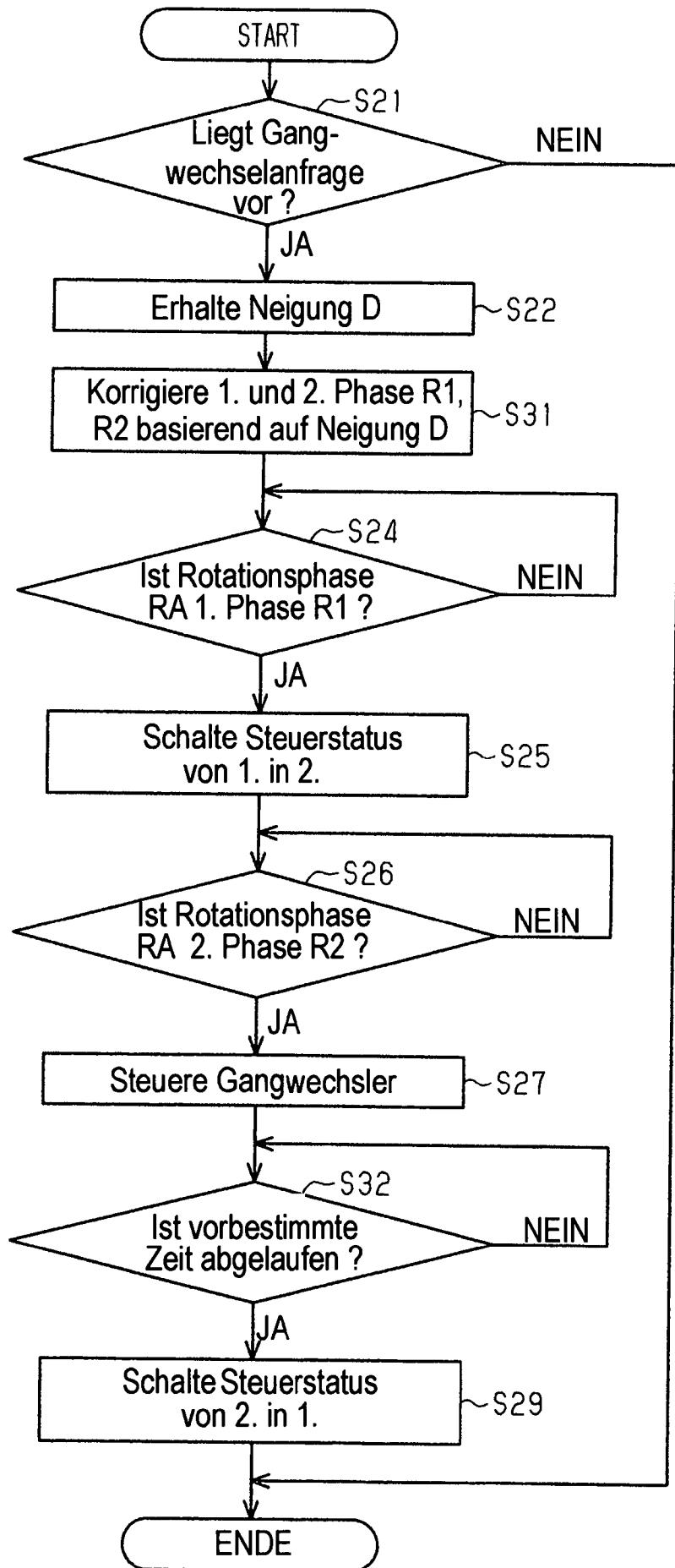


Fig.12

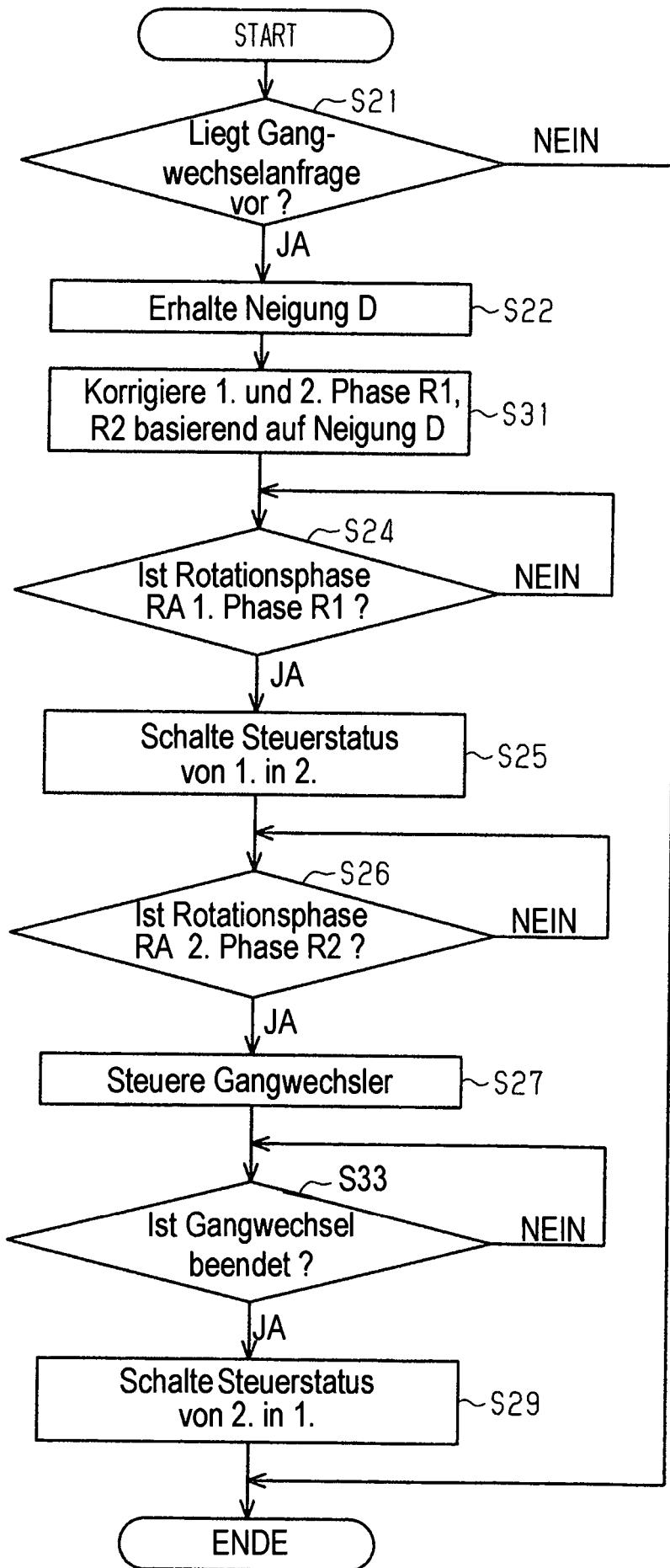


Fig.13

