



(10) **DE 10 2018 100 918 A1** 2018.08.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 100 918.6**

(22) Anmeldetag: 17.01.2018

(43) Offenlegungstag: **02.08.2018**

(51) Int Cl.: **B62M 6/45** (2010.01)

(30) Unionspriorität:

**2017-015273**                      **31.01.2017**      **JP**

(71) Anmelder:

**SHIMANO Inc., Sakai-City, Osaka, JP**

(74) Vertreter:

**FLÜGEL PREISSNER SCHOBER SEIDEL**  
**Patentanwälte PartG mbB, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

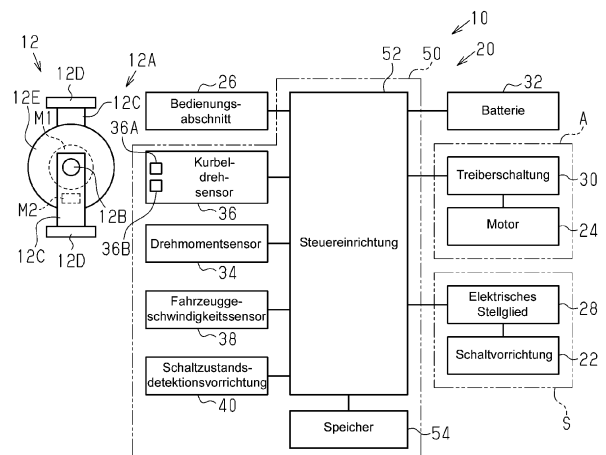
**Tsuchizawa, Yasuhiro, Sakai-City, Osaka, JP;  
Matsuda, Hiroshi, Sakai City, Osaka, JP; Katsuki,  
Takuya, Sakai City, Osaka, JP**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Fahrradsteuervorrichtung und Verfahren zum Steuern eines Fahrrads**

(57) Zusammenfassung: Eine Fahrradsteuereinrichtung umfasst eine Steuereinrichtung, die einen Motor steuert, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt. In einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, verringert die Steuereinrichtung die Ausgangsleistung des Motors auf kleiner oder gleich einem Grenzwert. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, zumindest eines von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Betätigungs- zustand der Schaltvorrichtung bei der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads zu verändern, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.



**Beschreibung****STAND DER TECHNIK**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrradsteuervorrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines Fahrrads.

**[0002]** Die Patentschrift 1 offenbart eine Fahrradsteuervorrichtung, die eine Ausgangsleistung eines Motors, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt, in einem Fall verringert, in dem eine Schaltvorrichtung betätigt wird, um das Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern.

**[0003]** Patentschrift Nr. 1: Japanisches Patent Nr. 5496158

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0004]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrradsteuervorrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines Fahrrads bereitzustellen, die eine Ausgangsleistung eines Motors in einem Fall passend verringern, in dem eine Schaltvorrichtung betätigt wird.

**[0005]** Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung eine Steuereinrichtung, die einen Motor steuert, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt. In einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, verringert die Steuereinrichtung die Ausgangsleistung des Motors auf kleiner oder gleich einem Grenzwert. Die Steuereinrichtung ist eingerichtet, um zumindest eines von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung bei der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads zu verändern, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

**[0006]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem ersten Aspekt wird in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung betätigt wird, die Ausgangsleistung des Motors passend verringert, verglichen mit einem Fall, in dem eine einheitliche Steuerung unabhängig vom Betätigungszustand der Schaltvorrichtung und dem Parameter des Fahrrads durchgeführt wird, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

**[0007]** Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem ersten Aspekt so ausgebildet, dass die Schaltaktion

eine erste Schaltaktion und eine zweite Schaltaktion umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird. Die Steuereinrichtung legt zumindest eines von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die zweite Schaltaktion durchgeführt wird, so fest, dass sie sich von zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall unterscheiden, in dem die erste Schaltaktion durchgeführt wird, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Aktionszustand der Schaltvorrichtung bei der ersten Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads, der durch die erste Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

**[0008]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem zweiten Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors bei der zweiten Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, basierend auf dem Ergebnis der ersten Schaltaktion passend verringert.

**[0009]** Nach einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem zweiten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in der ersten Schaltaktion verringert wird, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu verringern.

**[0010]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem dritten Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors bei allen der zweiten Schaltaktionen, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu verringern, basierend auf dem Ergebnis der ersten Schaltaktion passend verringert.

**[0011]** Nach einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem zweiten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in der ersten Schaltaktion erhöht wird, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu erhöhen.

**[0012]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem vierten Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors bei allen der zweiten Schaltaktionen, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu erhöhen, basierend auf dem Ergebnis der ersten Schaltaktion passend verringert.

**[0013]** Nach einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach

dem zweiten Aspekt so ausgebildet, dass die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden.

**[0014]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem fünften Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors bei allen der zweiten Schaltaktionen, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, basierend auf dem Ergebnis der ersten Schaltaktion passend verringert.

**[0015]** Nach einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem zweiten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung bei der ersten Schaltaktion das Übersetzungsverhältnis von einem ersten Übersetzungsverhältnis in ein zweites Übersetzungsverhältnis ändert, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, bei denen die Schaltvorrichtung das Übersetzungsverhältnis von dem ersten Übersetzungsverhältnis in das zweite Übersetzungsverhältnis ändert, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden.

**[0016]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem sechsten Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors in der zweiten Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis von dem ersten Übersetzungsverhältnis in das zweite Übersetzungsverhältnis zu ändern, basierend auf dem Ergebnis der ersten Schaltaktion in einem Fall passend verringert, in dem das Übersetzungsverhältnis von dem ersten Übersetzungsverhältnis in das zweite Übersetzungsverhältnis geändert wird.

**[0017]** Nach einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem von dem zweiten bis sechsten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Erhöhung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0018]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem siebten Aspekt wird, falls innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, bei der zweiten Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, der Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors verringert und/oder die Zeit erhöht, in der die Ausgangsleistung des Mo-

tors verringert wird. Dies reduziert Situationen, in denen das Schalten bei der zweiten Schaltaktion fehlschlägt.

**[0019]** Nach einem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung, ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem siebten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, in einem Zustand, in dem die Ausgangsleistung des Motors nicht auf einen vorgegebenen Wert verringert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall verringert, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt. In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, erhöht in einem Zustand, in dem die Ausgangsleistung des Motors auf den vorgegebenen Wert verringert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0020]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem achten Aspekt wird die Ausgangsleistung des Motors in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung daran gehindert wird, die Schaltaktion abzuschließen, erst auf den vorgegebenen Wert verringert. Dann wird die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, erhöht. Dies begrenzt die Verlängerung der Periode, während der der Motor die manuelle Antriebskraft nicht unterstützt.

**[0021]** Nach einem neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem siebten oder achten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und eine Anzahl von Malen, bei denen die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird, oder eine Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis unverändert geblieben ist, innerhalb der vorgegebenen Periode eine erste Anzahl von Malen erreicht, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Erhöhung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0022]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem neunten Aspekt werden in einem Fall, in dem inner-

halb der vorgegebenen Periode die Nichtvollendung der ersten Schaltaktion irrtümlich detektiert wird oder keine Veränderung des Übersetzungsverhältnisses irrtümlich detektiert wird, Veränderungen bei zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall begrenzt, in dem die zweite Schaltaktion durchgeführt wird.

**[0023]** Nach einem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem zweiten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0024]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem zehnten Aspekt wird, falls innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bei der zweiten Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit durchgeführt, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird. Dies minimiert die Periode, während der bei der zweiten Schaltaktion die Unterstützungskraft ungenügend oder intermittierend ist.

**[0025]** Nach einem elften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem von dem siebten bis neunten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0026]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem elften Aspekt wird, falls innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bei der zweiten Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, zumindest eines von einer

Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit durchgeführt, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird. Dies minimiert die Periode, während der bei der zweiten Schaltaktion die Unterstützungskraft ungenügend oder intermittierend ist.

**[0027]** Nach einem zwölften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem zehnten oder elften Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, in einem Zustand, in dem die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, größer als ein vorgegebener Wert ist, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall verringert, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt. In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, erhöht in einem Zustand, in dem die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert ist, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0028]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem zwölften Aspekt wird in einem Fall, in dem das Schalten leicht durchzuführen ist, die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, auf den vorgegebenen Wert verringert. Dann wird der Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors erhöht. Dies begrenzt die Verlängerung der Periode, während der der Motor die manuelle Antriebskraft nicht unterstützt.

**[0029]** Nach einem dreizehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem von dem zehnten bis zwölften Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und eine Anzahl von Malen, bei denen die erste Schaltaktion abgeschlossen wird, oder eine Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis verändert wird, innerhalb der vorgegebenen Periode eine zweite Anzahl von Malen erreicht, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

**[0030]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem dreizehnten Aspekt werden, falls der Abschluss der ersten Schaltaktion irrtümlich detektiert wird oder eine Veränderung des Übersetzungsverhältnisses irrtümlich detektiert wird, Veränderungen bei zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall begrenzt, in dem die zweite Schaltaktion durchgeführt wird.

**[0031]** Nach einem vierzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem vom ersten bis dreizehnten Aspekt so ausgebildet, dass der Parameter des Fahrrads eine Drehgeschwindigkeit einer Kurbel des Fahrrads umfasst.

**[0032]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem vierzehnten Aspekt wird basierend auf der Drehgeschwindigkeit der Kurbel des Fahrrads passend bestimmt, ob das Übersetzungsverhältnis verändert wurde oder nicht.

**[0033]** Nach einem fünfzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung eine Steuereinrichtung, die einen Motor steuert, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt. In einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, verringert die Steuereinrichtung die Ausgangsleistung des Motors. In einem Fall, in dem die Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bevor eine vorgegebene Periode abläuft, beendet die Steuereinrichtung eine Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, bevor die vorgegebene Periode abläuft. In einem Fall, in dem die Schaltaktion oder die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses nicht abgeschlossen wird, obwohl die vorgegebene Periode abgelaufen ist, beendet die Steuereinrichtung die Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert.

**[0034]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem fünfzehnten Aspekt wird in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung betätigt wird, die Ausgangsleistung des Motors am Ende der vorgegebenen Periode verglichen mit einem Fall passend verringert, in dem die Ausgangsleistung des Motors immer verringert wird.

**[0035]** Nach einem sechzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem fünfzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die vorgegebene Periode für jedes einzelne Übersetzungsverhältnis festgelegt wird, das verändert werden soll.

**[0036]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem sechzehnten Aspekt wird die Ausgangsleistung des

Motors in der Zeit verringert, die dem Übersetzungsverhältnis entspricht.

**[0037]** Nach einem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem von dem siebten bis sechzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die Steuereinrichtung basierend auf einer Drehgeschwindigkeit einer Kurbel des Fahrrads und einer Drehgeschwindigkeit eines Rads des Fahrrads bestimmt, ob das Übersetzungsverhältnis verändert wurde oder nicht.

**[0038]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem siebzehnten Aspekt wird basierend auf der Drehgeschwindigkeit der Kurbel des Fahrrads passend bestimmt, ob das Übersetzungsverhältnis verändert wurde oder nicht.

**[0039]** Nach einem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem siebzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die Steuereinrichtung eine Steuerung in Abhängigkeit von der Bestimmung, die auf der Drehgeschwindigkeit der Kurbel des Fahrrads basiert, nur durchführt, wenn die manuelle Antriebskraft, die in die Kurbel des Fahrrads eingeleitet wird, größer oder gleich einem vorgegebenen Wert ist.

**[0040]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem achtzehnten Aspekt wird die Steuerung in Abhängigkeit von der Bestimmung, die auf der Drehgeschwindigkeit der Kurbel des Fahrrads basiert, nur in einem Fall durchgeführt, in dem die Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses dazu neigt, genau zu sein.

**[0041]** Nach einem neunzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach einem von dem ersten bis achtzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die Steuereinrichtung ein elektrisches Stellglied steuert, das die Schaltvorrichtung betätigt, so dass die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt.

**[0042]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem neunzehnten Aspekt wird das elektrische Stellglied gesteuert, um die Schaltvorrichtung zu betätigen.

**[0043]** Nach einem zwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuervorrichtung nach dem neunzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die Steuereinrichtung die Schaltvorrichtung in einem Fall betätigt, in dem ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads in einem vorgegebenen Bereich liegt. Der vorgegebene Bereich umfasst einen oberen Totpunkt der Kurbel des Fahrrads oder einen unteren Totpunkt der Kurbel des Fahrrads.

**[0044]** Mit der Fahrradsteuervorrichtung nach dem zwanzigsten Aspekt wird die Schaltvorrichtung in einem Bereich betätigt, der den oberen Totpunkt oder

den unteren Totpunkt der Kurbel umfasst, wo die manuelle Antriebskraft klein ist.

**[0045]** Nach einem einundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Steuern eines Fahrrads, um einen Motor zu steuern, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt: Verringern der Ausgangsleistung des Motors auf kleiner oder gleich einem Grenzwert in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, und Verändern von zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung nach der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

**[0046]** Mit dem Verfahren zum Steuern eines Fahrrads nach dem einundzwanzigsten Aspekt wird in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung betätigt wird, die Ausgangsleistung des Motors passend verringert, verglichen mit einem Fall, in dem eine einheitliche Steuerung unabhängig vom Betätigungszustand der Schaltvorrichtung und dem Parameter des Fahrrads durchgeführt wird, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

**[0047]** Nach einem zweiundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Steuern eines Fahrrads, um einen Motor zu steuern, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt: Verringern der Ausgangsleistung des Motors in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, Beenden der Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, bevor eine vorgegebene Periode endet, wenn die Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bevor eine vorgegebene Periode abläuft, und Beenden der Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, wenn die Schaltaktion oder die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses nicht abgeschlossen wird, obwohl die vorgegebene Periode abgelaufen ist.

**[0048]** Mit dem Verfahren zum Steuern eines Fahrrads nach dem zweiundzwanzigsten Aspekt wird in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung betätigt wird, die Ausgangsleistung des Motors am Ende der vorgegebenen Periode verglichen mit einem Fall passend verringert, in dem die Ausgangsleistung des Motors immer verringert wird.

**[0049]** Die Fahrradsteuervorrichtung und das Verfahren zum Steuern eines Fahrrads nach der vorliegenden Erfindung verringern in passender Weise die Ausgangsleistung des Motors in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung betätigt wird.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm gemäß einem elektrischen Aufbau eines Fahrrads, das eine Fahrradsteuervorrichtung nach einer ersten Ausführungsform umfasst.

**Fig. 2** ist ein erstes Ablaufdiagramm gemäß einem Prozess, der durch die Steuereinrichtung aus **Fig. 1** durchgeführt wird.

**Fig. 3** ist ein zweites Ablaufdiagramm gemäß einem Prozess, der durch die Steuereinrichtung aus **Fig. 1** durchgeführt wird.

**Fig. 4** ist ein drittes Ablaufdiagramm gemäß einem Prozess, der durch die Steuereinrichtung aus **Fig. 1** durchgeführt wird.

**Fig. 5** ist ein viertes Ablaufdiagramm gemäß einem Prozess, der durch die Steuereinrichtung aus **Fig. 1** durchgeführt wird.

**Fig. 6** ist ein fünftes Ablaufdiagramm gemäß einem Prozess, der durch eine Steuereinrichtung einer Fahrradsteuervorrichtung nach einer zweiten Ausführungsform durchgeführt wird.

#### AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

##### Erste Ausführungsform

**[0050]** Ein Fahrrad, das eine erste Ausführungsform einer Fahrradsteuervorrichtung und eines Fahrradsteuersystems umfasst, wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

**[0051]** Ein Fahrrad **10** umfasst einen Antriebsmechanismus **12** und ein Fahrradsteuersystem **20**.

**[0052]** Der Antriebsmechanismus **12** umfasst eine Kurbel **12A** und Pedale **12D**. Die Kurbel **12A** umfasst eine Kurbelwelle **12B** und Kurbelarme **12C**. Der Antriebsmechanismus **12** überträgt manuelle Antriebskraft, die auf die Pedale **12D** ausgeübt wird, auf ein Hinterrad (nicht gezeigt). Der Antriebsmechanismus **12** ist ausgebildet, die Drehung der Kurbel **12A** beispielsweise über eine Kette, einen Riemen oder eine Welle (nicht gezeigt) auf das Hinterrad zu übertragen. Der Antriebsmechanismus **12** umfasst einen vorderen Drehkörper **12E**, der durch eine Freilaufkupplung (nicht gezeigt) an die Kurbelwelle **12B** gekoppelt ist. Die Freilaufkupplung ist ausgebildet, die Vorwärtsdrehung des vorderen Drehkörpers **12E** in einem Fall zu erlauben, in dem sich die Kurbel **12A** vorwärts dreht, und die Rückwärtsdrehung des vorderen Drehkörpers **12E** in einem Fall zu verbieten, in

dem sich die Kurbel **12A** rückwärts dreht. Der vordere Drehkörper 12E umfasst ein Ritzel, eine Riemenscheibe oder ein Kegelrad (nicht gezeigt). Der vordere Drehkörper 12E kann ohne die Freilaufkupplung an die Kurbelwelle 12B gekoppelt sein.

**[0053]** Das Fahrradsteuersystem 20 umfasst eine Fahrradsteuervorrichtung 50, die Schaltvorrichtung **22** und den Motor **24**. Bei einem Beispiel umfasst das Fahrradsteuersystem 20 des Weiteren einen Bedienungsabschnitt 26, ein elektrisches Stellglied 28, eine Treiberschaltung 30 des Motors **24**, eine Batterie 32, einen Drehmomentsensor 34, einen Kurbeldrehensor 36, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 38 und eine Schaltzustanddetektionsvorrichtung 40.

**[0054]** Die Schaltvorrichtung **22** und das elektrische Stellglied 28 bilden eine Schalteinrichtung S. Die Schaltvorrichtung **22** verändert ein Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10**. Das elektrische Stellglied 28 betätigt die Schaltvorrichtung 22, so dass die Schaltvorrichtung **22** eine Schaltaktion durchführt. Die Schaltvorrichtung **22** kann das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** stufenweise verändern. Bei einem Beispiel ändert die Schaltvorrichtung **22** die Geschwindigkeit der Drehung, die in die Kurbelwelle 12B eingeleitet wird, und überträgt die Drehung an das Hinterrad. In diesem Fall umfasst die Schaltvorrichtung **22** eine Innengetriebeabgabe. Die Innengetriebeabgabe ist um die Kurbelwelle 12B oder an einer Nabe vorgesehen, die an einer Achswelle des Hinterrads vorgesehen ist. Die Innengetriebeabgabe kann in einem Kraftübertragungsweg angeordnet sein, der sich zwischen der Kurbel **12A** und dem vorderen Drehkörper 12E erstreckt. Bei einem weiteren Beispiel verändert die Schaltvorrichtung **22** die Geschwindigkeit der Drehung, die in die Kurbelwelle 12B eingeleitet wird, und überträgt die Drehung an das Hinterrad, indem sie eine Kette zwischen einer Mehrzahl vorderer Ritzel oder einer Mehrzahl hinterer Ritzel umwechselt. In diesem Fall umfasst die Schaltvorrichtung **22** eine externe Schaltvorrichtung (Umwerfer). Die externe Schaltvorrichtung umfasst zumindest eine von einer vorderen externen Schaltvorrichtung, die die Kette zwischen einer Mehrzahl vorderer Ritzel (nicht gezeigt) umwechselt, und einer hinteren externen Schaltvorrichtung, die die Kette zwischen einer Mehrzahl hinterer Ritzel (nicht gezeigt) umwechselt. Das elektrische Stellglied 28 umfasst einen Elektromotor. Die Schaltvorrichtung **22** führt die Schaltaktion, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** stufenweise zu verändern, in Abhängigkeit vom Antreiben des elektrischen Stellglieds 28 durch. In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** eine interne Schaltvorrichtung ist, umfasst die Schaltaktion eine Aktion, die den Kopplungszustand von Zahnrädern verändert, die in einem Planetenzahnradmechanismus enthalten sind, der sich in der Schaltvorrichtung **22** befindet. In einem Fall,

in dem die Schaltvorrichtung **22** eine externe Schaltvorrichtung ist, umfasst die Schaltaktion eine Aktion, die die Kette zwischen den Ritzeln umwechselt. Die interne Schaltvorrichtung kann einen stufenlos verstellbaren Getriebemechanismus (Continuously Variable Transmission, CVT) umfassen. Bei einem Beispiel umfasst der CVT-Mechanismus einen Planetenmechanismus, der Eingangskörper, einen Ausgangskörper und einen Getriebekörper umfasst. Die Drehung des Getriebekörpers verändert kontinuierlich das Übersetzungsverhältnis  $r$ . Die Schalteinrichtung S kann andere Komponenten als die Schaltvorrichtung **22** und das elektrische Stellglied 28 umfassen.

**[0055]** Der Motor **24** und die Treiberschaltung 30 bilden eine Unterstützungsvorrichtung A. Die Treiberschaltung 30 steuert elektrische Energie, die von der Batterie 32 dem Motor **24** zugeführt wird. Der Motor **24** unterstützt den Vortrieb des Fahrrads **10**. Der Motor **24** umfasst einen Elektromotor. Der Motor **24** ist vorgesehen, um eine Drehung an einen Übertragungsweg für manuelle Antriebskraft zu übertragen, der sich von den Pedalen 12D bis zum Hinterrad erstreckt. Alternativ ist der Motor **24** vorgesehen, um Drehung an ein Vorderrad (nicht gezeigt) zu übertragen. Der Motor **24** ist an einem Rahmen (nicht gezeigt) des Fahrrads **10**, dem Hinterrad oder dem Vorderrad vorgesehen. Bei einem Beispiel ist der Motor 24 mit einem Antriebskraftübertragungsweg gekoppelt, der von der Kurbelwelle 12B zu dem vorderen Drehkörper 12E verläuft. Es wird bevorzugt, dass eine Freilaufkupplung in einem Antriebskraftübertragungsweg vorgesehen ist, der zwischen dem Motor **24** und der Kurbelwelle 12B verläuft, so dass der Motor **24** nicht durch die Drehkraft der Kurbel in einem Fall gedreht wird, in dem die Kurbelwelle 12B in eine Drehung gedreht wird, in der sich das Fahrrad **10** vorwärts bewegt. Die Unterstützungsvorrichtung A kann anderen Komponenten als den Motor **24** und die Treiberschaltung 30 umfassen. Die Unterstützungsvorrichtung A kann beispielsweise ein Untersetzungsgetriebe umfassen, das die Drehgeschwindigkeit des Motors **24** verringert und die Drehung ausgibt.

**[0056]** Der Bedienungsabschnitt 26 kann durch den Fahrer bedient werden. Der Bedienungsabschnitt 26 ist an einen Lenker (nicht gezeigt) des Fahrrads **10** gekoppelt. Der Bedienungsabschnitt 26 kann mit einer Steuereinrichtung **52** der Fahrradsteuervorrichtung **50** in Kommunikation gebracht werden. Der Bedienungsabschnitt 26 ist mit der Steuereinrichtung **52** verbunden, um drahtgebundene oder drahtlose Kommunikation mit der Steuereinrichtung **52** durchzuführen. Der Bedienungsabschnitt 26 kann mit der Steuereinrichtung **52** beispielsweise durch Stromleitungskommunikation (power line communication, PCL) in Kommunikation gebracht werden. Der Bedienungsabschnitt 26 sendet in Abhängigkeit von einer Bedienung, die durch den Fahrer am Bedienungsabschnitt 26 durchgeführt wird, ein Ausgangssignal an

die Steuereinrichtung **52**. Das Ausgangssignal umfasst ein Signal zum Ändern der Schaltstufe. Das Ausgangssignal umfasst ein Hochschaltsignal, das das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** erhöht, oder ein Herunterschaltsignal, das das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** verringert. Der Bedienungsabschnitt **26** umfasst beispielsweise ein Bedienelement, einen Sensor, der die Bewegung des Bedienelements detektiert, und eine elektrische Schaltung, die mit der Steuereinheit **52** in Abhängigkeit von einem Ausgangssignal des Sensors (nicht gezeigt) eine Kommunikation durchführt.

**[0057]** Die Batterie **32** umfasst eine oder mehr Batteriezellen. Die Batteriezelle umfasst eine wiederaufladbare Batterie. Die Batterie **32** ist am Fahrrad **10** montiert, um andere elektrische Komponenten, die mit der Batterie **32** durch Drähte elektrisch verbunden sind (z.B. den Motor **24**, das elektrische Stellglied **28** und die Fahrradsteuervorrichtung **50**), mit elektrischer Energie zu versorgen.

**[0058]** Der Drehmomentsensor **34** gibt ein Signal aus, das der manuellen Antriebskraft **TA** entspricht. Der Drehmomentsensor **34** detektiert die manuelle Antriebskraft **TA**, die auf die Kurbelwelle **12B** ausgeübt wird. Der Drehmomentsensor **34** kann zwischen der Kurbelwelle **12B** und dem vorderen Drehkörper **12E** vorgesehen sein. Alternativ kann der Drehmomentsensor **34** an einem von der Kurbelwelle **12B**, dem vorderen Drehkörper **12E**, den Kurbelarmen **12C** und den Pedalen **12D** vorgesehen sein. Der Drehmomentsensor **34** kann beispielsweise durch einen Dehnungssensor, einen magnetostriktiven Sensor, einen optischen Sensor oder einen Drucksensor verwirklicht sein. Jeder Sensor kann verwendet werden, solange der Sensor ein Signal ausgibt, das der manuellen Antriebskraft **TA** entspricht, die auf die Kurbelarme **12C** oder die Pedale **12D** ausgeübt wird.

**[0059]** Der Kurbeldrehensor **36** detektiert einen Drehwinkel **CA** der Kurbel. Der Kurbeldrehensor **36** ist an den Rahmen (nicht gezeigt) des Fahrrads **10** oder ein Gehäuse (nicht gezeigt) der Unterstützungsvorrichtung **A** gekoppelt. Der Kurbeldrehensor **36** umfasst ein erstes Element **36A**, das das Magnetfeld eines ersten Magneten **M1** detektiert, und ein zweites Element **36B**, das ein Signal ausgibt, das der Positionsbeziehung mit einem zweiten Magneten **M2** entspricht. Der erste Magnet **M1** ist an einer von der Kurbelwelle **12B** und den Kurbelarmen **12C** coaxial mit der Kurbelwelle **12B** vorgesehen. Der erste Magnet **M1** ist ein ringförmiger Magnet und weist eine Mehrzahl von Magnetpolen auf, die abwechselnd nebeneinander in einer Umfangsrichtung angeordnet sind. Das erste Element **36A** detektiert den Drehwinkel der Kurbel **12A** relativ zum Rahmen. In einem Fall, in dem sich die Kurbel **12A** einmal dreht, gibt das erste Element **36A** ein Signal aus, von dem ein Zyklus dem Winkel entspricht, der durch das Dividieren von **360**

Grad durch die Anzahl derselben Magnetpole erhalten wird. Der Minimalwert des Drehwinkels der Kurbel **12A**, der durch den Kurbeldrehensor **36** detektierbar ist, ist kleiner oder gleich **180** Grad. Der Minimalwert beträgt vorzugsweise **15** Grad, und bevorzugter **6** Grad. Der zweite Magnet **M2** ist an einem von der Kurbelwelle **12B** und den Kurbelarmen **12C** vorgesehen. Das zweite Element **36B** detektiert einen Referenzwinkel der Kurbel **12A** bezüglich des Rahmens (z.B. den oberen Totpunkt oder den unteren Totpunkt der Kurbel **12A**). Das zweite Element **36B** gibt ein Signal aus, von dem ein Zyklus einer Drehung der Kurbelwelle **12B** entspricht.

**[0060]** Anstelle des ersten Elements **36A** und des zweiten Elements **36B** kann der Kurbeldrehensor **36** einen Magnetsensor umfassen, der ein Signal ausgibt, das der Stärke des Magnetfeldes entspricht. In diesem Fall ist anstelle des ersten Magneten **M1** und des zweiten Magneten **M2** ein Ringmagnet, der das Magnetfeld aufweist, dessen Stärke sich in der Umfangsrichtung verändert, coaxial an der Kurbelwelle **12B** vorgesehen. Wenn ein Magnetsensor verwendet wird, der ein Signal ausgibt, das der Stärke des Magnetfeldes entspricht, kann die Drehgeschwindigkeit **N** der Kurbel und der Drehwinkel der Kurbel **12A** durch einen einzigen Sensor detektiert werden. Dies vereinfacht die Struktur und erleichtert den Zusammenbau. Der Kurbeldrehensor **36** kann die Drehgeschwindigkeit **N** der Kurbel zusätzlich zum Drehwinkel **CA** der Kurbel detektieren. Die Drehgeschwindigkeit **N** der Kurbel kann detektiert werden, indem eine von der Ausgabe des ersten Elements **36A**, der Ausgabe des zweiten Elements **36B** und der Ausgabe des Magnetsensors verwendet wird.

**[0061]** Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38** detektiert eine Drehgeschwindigkeit **V** eines Rades. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38** ist durch einen Draht oder ohne Drähte mit der Steuereinrichtung **52** elektrisch verbunden. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38** ist an eine Kettenstrebe (nicht gezeigt) des Rahmens gekoppelt. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38** sendet ein Signal an die Steuereinrichtung **52**, entsprechend einer Änderung der relativen Position zwischen einem Magneten (nicht gezeigt), der am Hinterrad befestigt ist, und dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38**. Es wird bevorzugt, dass der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **38** ein magnetisches Reed, das einen Reedschalter bildet, oder ein Hallelement umfasst.

**[0062]** Die Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** detektiert den Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22**. Bei einem Beispiel detektiert die Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** die Position eines sich bewegendes Abschnitts (nicht gezeigt) der Schaltvorrichtung **22**, der sich in Abhängigkeit von einer Veränderung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  oder der Position eines Betätigungsabschnitts (nicht ge-



zeigt) des elektrischen Stellglieds 28 bewegt. Das elektrische Stellglied 28 kann ein Untersetzungsgetriebe umfassen. Der Betätigungsabschnitt, der durch die Schaltzustanddetektionsvorrichtung 40 detektiert wird, kann im Untersetzungsgetriebe enthalten sein.

**[0063]** Die Fahrradsteuervorrichtung 50 umfasst die Steuereinrichtung 52. Bei einem Beispiel wird bevorzugt, dass die Fahrradsteuervorrichtung 50 des Weiteren einen Speicher 54 umfasst.

**[0064]** Die Steuereinrichtung 52 umfasst einen Arithmetik-Prozessor, der ein vorgegebenes Steuerprogramm ausführt. Der Arithmetik-Prozessor umfasst beispielsweise eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder eine Mikroverarbeitungseinheit (MPU). Die Steuereinrichtung 52 kann einen oder mehr Mikrocomputer umfassen. Die Steuereinrichtung 52 umfasst des Weiteren einen Zeitnehmer. Der Speicher 54 speichert Information, die in verschiedenen Arten von Steuerprogrammen und verschiedenen Arten von Steuerprozessen verwendet wird. Der Speicher 54 umfasst beispielsweise einen nichtflüchtigen Speicher und einen flüchtigen Speicher.

**[0065]** Die Steuereinrichtung 52 steuert das elektrische Stellglied 28. Die Steuereinrichtung 52 betätigt die Schaltvorrichtung 22 in einem Zustand, in dem der Drehwinkel CA der Kurbel 12A in einem vorgegebenen Bereich liegt. Der vorgegebene Bereich umfasst den oberen Totpunkt oder den unteren Totpunkt der Kurbel 12A. Die Schaltaktion umfasst eine erste Schaltaktion und eine zweite Schaltaktion, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird. Die zweite Schaltaktion umfasst alle Schaltaktionen, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden. In einem Fall, in dem der vorgegebene Bereich den oberen Totpunkt der Kurbel 12A enthält, wird bevorzugt, dass der vorgegebene Bereich in einem Winkelbereich von +45 Grad vom oberen Totpunkt bis -45 Grad vom oberen Totpunkt ausgewählt wird. Des Weiteren wird bevorzugt, dass der vorgegebene Bereich in einem Winkelbereich von +20 Grad vom oberen Totpunkt bis -20 Grad vom oberen Totpunkt ausgewählt wird. In einem Fall, in dem der vorgegebene Bereich den unteren Totpunkt der Kurbel 12A enthält, wird bevorzugt, dass der vorgegebene Bereich in einem Winkelbereich von +45 Grad vom unteren Totpunkt bis -45 Grad vom unteren Totpunkt ausgewählt wird. Des Weiteren wird bevorzugt, dass der vorgegebene Bereich in einem Winkelbereich von +20 Grad vom unteren Totpunkt bis -20 Grad vom unteren Totpunkt ausgewählt wird.

**[0066]** Die Steuereinrichtung 52 steuert den Motor 24. Die Steuereinrichtung 52 steuert die Motorausgangsleistung TM in Abhängigkeit von der manuellen Antriebskraft TA. In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung 22 die Schaltaktion durchführt, reduziert die Steuereinrichtung 52 die Motorausgangsleistung

TM. In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung 22 die Schaltaktion durchführt, reduziert die Steuereinrichtung 52 die Motorausgangsleistung TM auf kleiner oder gleich einem Grenzwert DTM. Basierend auf dem Ergebnis einer oder mehr Schaltaktionen (erste Schaltaktionen) bestimmt die Steuereinrichtung 52, ob Steuerinhalte, die nachfolgende Schaltaktionen (zweite Schaltaktionen) betreffen, geändert werden sollen oder nicht. Die Steuerinhalte, die geändert werden, umfassen zumindest eines von dem Grenzwert DTM der Motorausgangsleistung TM, der bei der Ausführung der Schaltaktion verwendet wird, und einer ersten Zeit SA, in der die Motorausgangsleistung TM verringert wird. Der Speicher 54 enthält Informationen, die den Grenzwert DTM der Motorausgangsleistung TM betreffen, der bei der Ausführung der Schaltaktion verwendet wird, und Informationen, die die erste Zeit SA betreffen. Der Speicher 54 speichert des Weiteren Informationen, die einen Referenzwert TMA der Motorausgangsleistung TM betreffen. Beispielsweise speichert der Speicher 54 zum Zeitpunkt der Auslieferung der Fahrradsteuervorrichtung 50 und der Einstellungsinitialisierung den Grenzwert DTM als den Referenzwert TMA und eine vorgegebene Zeit als die erste Zeit SA. In einem Fall, in dem die Steuereinrichtung 52 die Schaltaktion in diesem Zustand durchführt, steuert die Steuereinrichtung 52 den Motor 24, so dass die Motorausgangsleistung TM auf den Referenzwert TMA während der vorgegebenen Zeit festgelegt wird. Der Referenzwert TMA kann in Abhängigkeit von der manuellen Antriebskraft TA festgelegt werden. In einem Fall, in dem beispielsweise die manuelle Antriebskraft TA kleiner als die Antriebskraft TA1 ist, wird der Referenzwert TMA auf einen ersten Referenzwert TMA1 festgelegt. In einem Fall, in dem die manuelle Antriebskraft TA größer oder gleich der Antriebskraft TA ist, wird der Referenzwert TMA auf einen zweiten Referenzwert TMA2 festgelegt. Der erste Referenzwert TMA1 ist kleiner als der zweite Referenzwert TMA2.

**[0067]** Die Steuereinrichtung 52 ist ausgebildet, zumindest eines von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit SA in Abhängigkeit von zumindest einem von dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung 22 bei der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads 10 zu verändern, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung 22 durchgeführt wird. In Abhängigkeit von zumindest einem von dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung 22 bei der ersten Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads 10, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung 22 durchgeführt wird, legt die Steuereinrichtung 52 zumindest eines von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit SA, die in einem Fall verwendet werden, in dem die zweite Schaltaktion durchgeführt wird, so fest, dass sie sich von zumindest einem von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit SA, die in einem Fall verwendet werden, in dem die erste Schaltaktion

durchgeführt wird, unterscheiden. Der Parameter des Fahrrads **10** umfasst die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel. Die Steuereinrichtung **52** bestimmt, ob das Übersetzungsverhältnis  $r$  passend verändert ist oder nicht, in Abhängigkeit von dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22**, der basierend auf einem Ausgang der Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** detektiert wird, und einer geschätzten Drehgeschwindigkeit  $NA$  der Kurbel, die basierend auf der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel und dem Übersetzungsverhältnis  $r$  (Referenzübersetzungsverhältnis  $Tr$ ) berechnet wird, das jeder Schaltstufe entspricht. Der Speicher **54** speichert zumindest eine Information, die den Zustand der Schaltvorrichtung **22** betrifft, der jeder Schaltstufe entspricht, und Informationen, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  (Referenzübersetzungsverhältnis  $Tr$ ) betreffen, das jeder Schaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** ist ausgebildet, in einem Fall zu bestimmen, dass die Schaltaktion abgeschlossen ist, in dem der Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22**, der basierend auf dem Ausgang der Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** detektiert wird, mit dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22** übereinstimmt, der der Zielschaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** ist ausgebildet, in einem Fall zu bestimmen, dass die Schaltaktion abgeschlossen ist und dass das Übersetzungsverhältnis  $r$  geändert worden ist, in dem die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel mit einer geschätzten Drehgeschwindigkeit  $NA$  der Kurbel übereinstimmt, die basierend auf der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel, die in Schritt **S23** vor dem Schalten erfasst wird, und dem Übersetzungsverhältnis  $r$  berechnet wird, das der Zielschaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** ist ausgebildet, zumindest eines von dem Grenzwert  $DTM$  und der ersten Zeit basierend auf dem Bestimmungsergebnis, ob das Übersetzungsverhältnis  $r$  passend verändert wurde oder nicht, zu verändern.

**[0068]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  unverändert bleibt, führt die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts  $DTM$  und einer Erhöhung der ersten Zeit  $SA$  von einem Fall durch, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt. Bei einem Beispiel kann die vorgegebene Periode  $SX$  eine Periode vom Zeitpunkt, zu dem die erste Schaltaktion gestartet wird, oder vom Zeitpunkt, zu dem die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  gestartet wird, bis zum Zeitpunkt sein, zu dem die Kurbel **12A** bis zu einem vorgegebenen Winkel gedreht wird. Der vorgegebene Winkel wird so ausgewählt, dass er kleiner oder gleich 180 Grad und beispielsweise kleiner oder gleich 90 Grad ist. Der vorgegebene Winkel wird so ausgewählt, dass er größer

oder gleich 20 Grad und bevorzugt größer oder gleich 30 Grad ist.

**[0069]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  unverändert bleibt, in einem Zustand, in dem die Motorausgangsleistung  $TM$  nicht auf einen vorgegebenen Wert  $TMX$  verringert wird, verringert die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert  $DTM$  von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt.

**[0070]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  unverändert bleibt, in einem Zustand, in dem die Motorausgangsleistung  $TM$  auf den vorgegebenen Wert  $TMX$  verringert wird, erhöht die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, die erste Zeit  $SA$  von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt. Wenn die erste Schaltaktion gestartet wird und innerhalb der vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  unverändert bleibt, verringert die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert  $DTM$  stufenweise, bis die Motorausgangsleistung  $TM$  auf den vorgegebenen Wert  $TMX$  verringert ist. Wenn der Grenzwert  $DTM$  verringert wurde, bis die Motorausgangsleistung  $TM$  auf den vorgegebenen Wert  $TMX$  verringert wurde, beginnt die Steuereinrichtung **52** damit, die erste Zeit  $SA$  zu erhöhen. Der vorgegebene Wert  $TMX$  wird so ausgewählt, dass er zum Beispiel Null beträgt.

**[0071]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder die Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis  $r$  unverändert geblieben ist, eine erste Anzahl von Malen erreicht, führt die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts  $DTM$  und einer Erhöhung der ersten Zeit  $SA$  von einem Fall durch, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt.

**[0072]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode  $SX$  die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wird, führt die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts  $DTM$  und einer Verringerung der ersten

Zeit SA von einem Fall durch, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt.

**[0073]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode SX die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wird, in einem Zustand, in dem die erste Zeit SA länger als ein vorgegebener Wert SY ist, verringert die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, die erste Zeit SA von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt. Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode SX die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wird, in einem Zustand, in dem die erste Zeit SA kleiner oder gleich einem vorgegebenen Wert SY ist, erhöht die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert DTM von einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt. Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode SX die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wird, in einem Fall, in dem die erste Zeit SA länger als der vorgegebene Wert SY ist, verringert die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA stufenweise. Wenn die erste Zeit SA den vorgegebenen Wert SY erreicht, beginnt die Steuereinrichtung **52** damit, den Grenzwert DTM der Motorausgangsleistung TM zu erhöhen.

**[0074]** Wenn die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode SX die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder die Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wurde, eine zweite Anzahl von Malen erreicht, führt die Steuereinrichtung **52** in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts DTM und einer Verringerung der ersten Zeit SA von einem Fall durch, in dem die Schaltvorrichtung **22** die erste Schaltaktion durchführt.

**[0075]** Nur in einem Fall, in dem die manuelle Antriebskraft TA, die in die Kurbel **12A** eingeleitet wird, größer oder gleich einem vorgegebenen Wert TAX ist, führt die Steuereinrichtung **52** die Steuerung in Abhängigkeit von der Bestimmung aus, die auf der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel basiert. In einem Fall, in dem nur der Abschluss der Schaltaktion durch den Ausgang der Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** bestimmt wird, kann zumindest eines von der Motorausgangsleistung TM und der ersten Zeit SA in einem Fall verändert werden, in dem das zweite Schalten durchgeführt wird, auch wenn die manuel-

le Antriebskraft TA kleiner als der vorgegebene Wert TAX ist.

**[0076]** Die Steuereinrichtung **52** empfängt ein Ausgangssignal von dem Bedienungsabschnitt **26** als eine Schaltanforderung. Die Steuereinrichtung **52** steuert die Schaltvorrichtung **22** und den Motor **24** in Abhängigkeit von der Schaltanforderung. Der Speicher **54** speichert Informationen, die die Zielschaltstufe betreffen, die in Abhängigkeit von der Schaltanforderung geändert werden. Wenn die Informationen, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, aktualisiert werden, steuert die Steuereinrichtung **52** die Schaltvorrichtung **22**, um die Schaltstufe zu erfassen, die den aktualisierten Informationen entspricht. In einem Fall, in dem die Steuereinrichtung **52** ein Ausgangssignal, das ein Hochschaltsignal umfasst, als die Schaltanforderung empfängt, führt genauer die Steuereinrichtung **52** einen ersten Prozess durch, der die Informationen, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, die im Speicher **54** gespeichert sind, in Informationen ändert, die einer Schaltstufe entsprechen, bei der das Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem gegenwärtigen Übersetzungsverhältnis  $r$  erhöht wird. In einem Fall, in dem die Steuereinrichtung **52** ein Ausgangssignal, das ein Herunterschaltsignal umfasst, als die Schaltanforderung empfängt, führt die Steuereinrichtung **52** einen ersten Prozess durch, der die Informationen, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, die im Speicher **54** gespeichert sind, in Informationen ändert, die einer Schaltstufe entsprechen, bei der das Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem gegenwärtigen Übersetzungsverhältnis  $r$  verringert wird. Die Steuereinrichtung **52** führt einen zweiten Prozess durch, der die Schaltvorrichtung **22** und den Motor **24** in Abhängigkeit von den Informationen steuert, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, die durch den ersten Prozess aktualisiert wurden.

**[0077]** Der erste Prozess wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. Die Steuereinrichtung **52** führt den ersten Prozess in vorgegebenen Zyklen aus, während die Fahrradsteuervorrichtung **50** aktiviert ist.

**[0078]** In Schritt S11 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die Schaltanforderung empfangen wird oder nicht. Wenn die Schaltanforderung empfangen wird, geht die Steuereinrichtung **52** zu Schritt S12 weiter und aktualisiert die Informationen, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, die im Speicher **54** gespeichert sind. Nach dem vorgegebenen Zyklus führt die Steuereinrichtung **52** erneut Schritt S11 aus. Wenn die Schaltanforderung in Schritt S11 nicht empfangen wird, führt die Steuereinrichtung **52** Schritt S11 nach dem vorgegebenen Zyklus wieder aus.

**[0079]** Der zweite Prozess wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben. Die Steuereinrichtung **52** führt den zweiten Prozess in vorgegebenen Zyklen

aus, während die Fahrradsteuervorrichtung **50** aktiviert ist.

**[0080]** Die Steuereinrichtung **52** detektiert die gegenwärtige Schaltstufe in Schritt S21 und geht weiter zu Schritt S22. Die gegenwärtige Schaltstufe kann durch die Schaltzustanddetektionsvorrichtung 40 detektiert werden. Alternativ kann die gegenwärtige Schaltstufe aus dem Übersetzungsverhältnis  $r$  detektiert werden, das basierend auf der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel und der Drehgeschwindigkeit  $V$  des Rades berechnet wurde. In Schritt S22 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die Zielschaltstufe mit der gegenwärtigen Schaltstufe übereinstimmt oder nicht. Genauer vergleicht die Steuereinrichtung **52** die Zielschaltstufe, die im ersten in **Fig. 2** gezeigten Prozess aktualisiert wird, mit einer Schaltstufe, die dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22** entspricht, der durch Schaltzustanddetektionsvorrichtung 40 detektiert wurde. Wenn die Zielschaltstufe mit der gegenwärtigen Schaltstufe übereinstimmt, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess. Wenn die Zielschaltstufe sich von der gegenwärtigen Schaltstufe unterscheidet, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S23.

**[0081]** Die Steuereinrichtung **52** erfasst die gegenwärtige Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel in Schritt S23 und geht zu Schritt S24 weiter. In Schritt S24 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel einen ersten Winkel  $CA1$  erreicht oder nicht. Der erste Winkel  $CA1$  entspricht dem vorgelagerten Ende des vorgegebenen Bereichs in einer Vorwärtsdrehrichtung der Kurbel **12A**. Die Steuereinrichtung **52** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S24, bis der erste Winkel  $CA1$  erreicht ist. Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S24 bestimmt, dass erste Winkel  $CA1$  erreicht ist, beginnt die Steuereinrichtung **52** damit, die Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S25 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S26. In Schritt S25 steuert die Steuereinrichtung **52** den Motor **24**, so dass die Motorausgangsleistung  $TM$  zu dem Grenzwert  $DTM$  wird, der im Speicher 54 gespeichert ist. In Schritt S26 beginnt die Steuereinrichtung **52** die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22**, so dass das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu der Zielschaltstufe geändert wird, die im Speicher 54 gespeichert ist.

**[0082]** In Schritt S27 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die erste Zeit  $SA$  abgelaufen ist oder nicht. Genauer bestimmt die Steuereinrichtung **52** in Schritt S27, ob die Zeit, seit der die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  gestartet wurde, größer oder gleich der ersten Zeit  $SA$  ist oder nicht. Die Steuereinrichtung **52** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S27, bis die erste Zeit  $SA$  abläuft. Wenn die Steuereinrichtung **52** bestimmt, dass die erste Zeit  $SA$  abgelaufen ist, stoppt die Steuereinrichtung **52** die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S28. In

Schritt S29 führt die Steuereinrichtung **52** eine Subroutine eines Lernprozesses aus, der den Grenzwert  $DTM$  der Motorausgangsleistung  $TM$  und die erste Zeit  $SA$  betrifft, und beendet den gegenwärtigen Prozess.

**[0083]** Der Lernprozess wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben.

**[0084]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, berechnet die Steuereinrichtung **52** die geschätzte Drehgeschwindigkeit  $NA$  der Kurbel **12A** in Schritt S31 und geht weiter zu Schritt S32. Die geschätzte Drehgeschwindigkeit  $NA$  wird berechnet, indem die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel, die in Schritt S23 erfasst wird, mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  multipliziert wird, das der Zielschaltstufe entspricht, die in Schritt S12 aktualisiert wurde. In Schritt S32 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die manuelle Antriebskraft  $TA$  größer oder gleich dem vorgegebenen Wert  $TAX$  ist oder nicht.

**[0085]** In einem Fall, in dem die manuelle Antriebskraft  $TA$  kleiner als der vorgegebene Wert  $TAX$  ist, bestimmt die Steuereinrichtung **52** in Schritt S33, ob ein Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** größer oder gleich einem vorgegebenen Betrag  $DCA$  ist und eine zweite Zeit  $SB$  abgelaufen ist oder nicht. Wenn beispielsweise die Zeit, seit der die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S28 der **Fig. 3** gestoppt wurde, größer oder gleich der zweiten Zeit  $SB$  ist, bestimmt die Steuereinrichtung **52**, dass die zweite Zeit  $SB$  abgelaufen ist. Die zweite Zeit entspricht einer Zeit, die ausreicht, damit der Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag wird, beispielsweise, während das Fahrrad 10 bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit fährt. Wenn der Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** kleiner als der vorgegebene Betrag  $DCA$  ist, führt die Steuereinrichtung **52** die Bestimmung von Schritt S32 erneut aus. Wenn der Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag  $DCA$  ist, beendet die Steuereinrichtung **52** den gegenwärtigen Prozess. Der Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** ist der Betrag des Drehwinkels  $CA$  der Kurbel, der beispielsweise vom Stoppen der Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S28 der **Fig. 3** an verändert wird. Wenn der Fahrer absichtlich die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel reduziert oder die Pedalbetätigung stoppt, neigt die manuelle Antriebskraft  $TA$  dazu, geringer als der vorgegebene Wert  $TAX$  zu sein. Wenn die manuelle Antriebskraft  $TA$  kleiner als der vorgegebene Wert  $TAX$  ist und der Drehbetrag  $DC$  der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag  $DCA$  ist, wird die manuelle Antriebskraft  $TA$  nicht ausreichend erhöht, obwohl die Kurbel **12A** nach der Ausführung der Schaltaktion ausreichend gedreht wird. Dies führt zu einer unkorrekten Bestimmung, ob das Schalten passend durchgeführt wird oder nicht. Somit wird der Prozess be-

endet. Wenn ferner die zweite Zeit SB in einem Zustand abgelaufen ist, in dem die manuelle Antriebskraft TA kleiner als der vorgegebene Wert TAX ist und der Drehbetrag DC der Kurbel **12A** kleiner als der vorgegebene Betrag DCA ist, kann die Bestimmung, ob das Schalten passend durchgeführt wird oder nicht, nicht korrekt durchgeführt werden. Somit wird der Prozess beendet. Wenn der Fahrer die Drehgeschwindigkeit N der Kurbel absichtlich verringert, neigt die Drehgeschwindigkeit V des Rades dazu, größer oder gleich einem Wert zu sein, der durch das Multiplizieren der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel **12A** mit dem Übersetzungsverhältnis r erhalten wird. Dies behindert die Bestimmung, ob das Schalten passend durchgeführt wird oder nicht.

**[0086]** Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S32 bestimmt, dass die manuelle Antriebskraft TA größer oder gleich dem vorgegebenen Wert TAX ist, geht die Steuereinrichtung **52** zu Schritt S34 weiter, um die geschätzte Drehgeschwindigkeit NA, die in Schritt S31 berechnet wird, und die Drehgeschwindigkeit N der Kurbel zu vergleichen. Wenn die geschätzte Drehgeschwindigkeit NA mit der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel übereinstimmt, kann bestimmt werden, dass das Schalten passend durchgeführt wird. Somit geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S35. Die Steuereinrichtung **52** kann ausgebildet sein, in Schritt S34 zu bestimmen, dass das Schalten passend durchgeführt wird und zu Schritt S35 weiterzugehen, wenn der Zustand der Schaltvorrichtung **22**, der durch die Schaltzustanddetektorvorrichtung 40 detektiert wird, der Zielschaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** speichert Erfolgsbestimmungsinformationen, die anzeigen, dass das Schalten passend durchgeführt wird, im Speicher 54 in Schritt S35, und geht zu Schritt S36 weiter.

**[0087]** In Schritt S36 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die Anzahl der Male, an denen das Schalten passend durchgeführt wird, größer oder gleich der zweiten Anzahl der Male ist, aus den Erfolgsbestimmungsinformationen, die im Speicher 54 gespeichert sind. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Anzahl der Male, an denen das Schalten passend durchgeführt wird, als passende Schaltzählung bezeichnet. Wenn die passende Schaltzählung kleiner als die zweite Anzahl der Male ist, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess. Wenn die passende Schaltzählung größer oder gleich der zweiten Anzahl der Male ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S37 und bestimmt, ob die erste Zeit SA kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert SY ist oder nicht. Wenn die erste Zeit SA kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert SY ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S38.

**[0088]** In Schritt S38 berechnet die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert DTM der Motorausgangsleistung TM. Genauer addiert die Steuereinrichtung

**52** einen vorgegebenen Wert zum gegenwärtigen Grenzwert DTM. In Schritt S39 führt die Steuereinrichtung **52** einen Begrenzungsprozess am Grenzwert DTM durch. Wenn der Grenzwert DTM, der in Schritt S38 berechnet wird, größer oder gleich einem vorgegebenen Wert DTX1 ist, begrenzt genauer die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert DTM auf den vorgegebenen Wert DTX1. Die Begrenzung des Grenzwerts DTM auf den vorgegebenen Wert DTX1 oder weniger reduziert Situationen, bei denen das Schalten in einem Zustand durchgeführt wird, bei dem die Motorausgangsleistung TM hoch ist. In Schritt S40 aktualisiert die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert DTM, der in Schritt S38 berechnet wird, oder aktualisiert den vorgegebenen Wert DTX1 auf einen neuen Grenzwert DTM in einem Fall, in dem der Begrenzungsprozess in Schritt S39 ausgeführt wird. Zusätzlich initialisiert die Steuereinrichtung **52** die passende Schaltzählung und beendet den Prozess.

**[0089]** Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S37 bestimmt, dass die erste Zeit SA größer als der vorgegebene Wert SY ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S41 und berechnet die erste Zeit SA. Genauer subtrahiert die Steuereinrichtung **52** einen vorgegebenen Wert von der gegenwärtigen ersten Zeit SA. In Schritt S42 führt die Steuereinrichtung **52** den Begrenzungsprozess an der ersten Zeit SA durch. Wenn die erste Zeit SA, die in Schritt S41 berechnet wird, kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert SY ist, begrenzt genauer die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA auf den vorgegebenen Wert SY. In Schritt S43 aktualisiert die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA, die in Schritt S41 berechnet wird, oder aktualisiert den vorgegebenen Wert SY auf eine neue erste Zeit SA in einem Fall, in dem der Begrenzungsprozess in Schritt S42 durchgeführt wird. Zusätzlich initialisiert die Steuereinrichtung **52** Informationen, die sich auf die passende Schaltzählung beziehen, und beendet den Prozess.

**[0090]** Wenn die geschätzte Drehgeschwindigkeit NA in Schritt S34 nicht mit der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel übereinstimmt, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S44 aus **Fig. 5** und bestimmt in Schritt S44, ob der Drehbetrag DC der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag DCA ist. Wenn der Drehbetrag DC der Kurbel **12A** kleiner als der vorgegebene Betrag DCA ist, führt die Steuereinrichtung **52** den Bestimmungsprozess von Schritt S32 aus **Fig. 4** erneut aus. Wenn der Drehbetrag DC der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag DCA ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S45.

**[0091]** Wenn die geschätzte Drehgeschwindigkeit NA in Schritt S34 nicht mit der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel übereinstimmt und die Steuereinrichtung **52** in Schritt S44 bestimmt, dass der Drehbetrag DC

der Kurbel **12A** größer oder gleich dem vorgegebenen Betrag DCA ist, kann die Steuereinrichtung **52** bestimmen, dass das Schalten nicht passend durchgeführt wird und weiter zu Schritt S45 gehen. Die Steuereinrichtung **52** kann ausgebildet sein, in Schritt S34 zu bestimmen, dass das Schalten nicht passend durchgeführt wird und zu Schritt S45 weiterzugehen, wenn der Zustand der Schaltvorrichtung **22**, der durch die Schaltzustanddetektionsvorrichtung 40 detektiert wird, nicht der Zielschaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** speichert Fehlschlagsbestimmungsinformationen, die anzeigen, dass das Schalten nicht passend durchgeführt wird, im Speicher 54 in Schritt S45, und geht zu Schritt S46 weiter.

**[0092]** In Schritt S46 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die Anzahl der Male, an denen das Schalten nicht passend durchgeführt wird, größer oder gleich der ersten Anzahl der Male ist, aus den Fehlschlagsbestimmungsinformationen, die im Speicher 54 gespeichert sind. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Anzahl der Male, an denen das Schalten nicht passend durchgeführt wird, als unpassende Schaltzählung bezeichnet. Wenn die unpassende Schaltzählung kleiner als die erste Anzahl der Male ist, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess. Wenn die unpassende Schaltzählung größer oder gleich der ersten Anzahl der Male ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S47 und bestimmt, ob der Grenzwert DTM kleiner oder gleich einem vorgegebenen Wert DTX2 ist oder nicht. Wenn der Grenzwert DTM kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert DTX2 ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S48. Der vorgegebene Wert DTX2 wird so ausgewählt, dass er zum Beispiel Null beträgt.

**[0093]** In Schritt S48 berechnet die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA. Genauer addiert die Steuereinrichtung **52** einen vorgegebenen Wert zu der gegenwärtigen ersten Zeit SA. In Schritt S49 führt die Steuereinrichtung **52** den Begrenzungsprozess an der ersten Zeit SA durch. Wenn die erste Zeit SA, die in Schritt S48 berechnet wird, größer oder gleich einem oberen Grenzwert SC ist, begrenzt genauer die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA auf den oberen Grenzwert SC. In Schritt S50 aktualisiert die Steuereinrichtung **52** die erste Zeit SA, die in Schritt S48 berechnet wird, oder aktualisiert den oberen Grenzwert SC auf eine neue erste Zeit SA in einem Fall, in dem der Begrenzungsprozess in Schritt S49 durchgeführt wird. Zusätzlich initialisiert die Steuereinrichtung **52** Informationen, die sich auf die unpassende Schaltzählung beziehen, und beendet den Prozess.

**[0094]** Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S47 bestimmt, dass der Grenzwert DTM größer als der vorgegebene Wert DTX2 ist, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S51 und berechnet den Grenzwert DTM der Motorausgangsleistung TM.

Genauer subtrahiert die Steuereinrichtung **52** einen vorgegebenen Wert vom gegenwärtigen Grenzwert DTM. In Schritt S52 führt die Steuereinrichtung **52** den Begrenzungsprozess am Grenzwert DTM durch. Wenn der Grenzwert DTM, der in Schritt S51 berechnet wird, kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert DTX2 ist, begrenzt genauer die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert DTM auf den vorgegebenen Wert DTX2. In einem Fall, in dem der Grenzwert DTM auf Null festgelegt ist, beträgt die Motorausgangsleistung TM Null während der ersten Zeit SA. In Schritt S53 aktualisiert die Steuereinrichtung **52** den Grenzwert DTM, der in Schritt S51 berechnet wird, oder aktualisiert den vorgegebenen Wert DTX2 als einen neuen Grenzwert DTM in einem Fall, in dem der Begrenzungsprozess in Schritt S53 durchgeführt wird. Zusätzlich initialisiert die Steuereinrichtung **52** Informationen, die sich auf die unpassende Schaltzählung beziehen, und beendet den Prozess.

#### Zweite Ausführungsform

**[0095]** Eine zweite Ausführungsform der Fahrradsteuervorrichtung **50** wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 6** beschrieben. Bei der zweiten Ausführungsform werden dieselben Bezugszeichen an die Komponenten vergeben, die dieselben sind wie die entsprechenden Komponenten der ersten Ausführungsform. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform nur im Inhalt des zweiten Prozesses, und weist denselben ersten Prozess und dieselbe Struktur wie die erste Ausführungsform auf. Derselbe Teil wird nicht beschrieben. Nur die Unterschiede werden beschrieben.

**[0096]** In einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** eine Schaltaktion durchführt, verringert die Steuereinrichtung **52** Ausgangsleistung des Motors **24**. Wenn die Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert wird, bevor eine vorgegebene Periode SZ abläuft, beendet die Steuereinrichtung **52** die Steuerung zum Verringern der Ausgangsleistung des Motors **24**, bevor die vorgegebene Periode SZ abläuft. Wenn die Schaltaktion oder die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  nicht abgeschlossen wird, obwohl die vorgegebene Periode SZ abgelaufen ist, beendet die Steuereinrichtung **52** die Steuerung zum Verringern der Ausgangsleistung des Motors **24**. Die vorgegebene Periode SZ wird für jedes einzelne Übersetzungsverhältnis festgelegt, das verändert werden soll. Die vorgegebene Periode SZ wird im Speicher 54 gespeichert. Die vorgegebene Periode SZ kann mittels eines Zeitnehmers gemessen werden. Alternativ kann die vorgegebene Periode basierend auf dem Drehwinkel CA der Kurbel gemessen werden.

**[0097]** Der zweite Prozess wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben. Die Steuereinrichtung **52**

führt den zweiten Prozess in vorgegebenen Zyklen aus, während die Fahrradsteuervorrichtung **50** aktiviert ist.

**[0098]** Die Steuereinrichtung **52** detektiert die gegenwärtige Schaltstufe in Schritt S21 und geht weiter zu Schritt S22. In Schritt S22 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob die Zielschaltstufe mit der gegenwärtigen Schaltstufe übereinstimmt oder nicht. Wenn die Zielschaltstufe mit der gegenwärtigen Schaltstufe übereinstimmt, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess. Wenn die Zielschaltstufe sich von der gegenwärtigen Schaltstufe unterscheidet, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S23.

**[0099]** Die Steuereinrichtung **52** erfasst die gegenwärtige Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel in Schritt S23 und geht zu Schritt S24 weiter. In Schritt S24 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht oder nicht. Die Steuereinrichtung **52** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S24, bis der erste Winkel  $CA1$  erreicht ist. Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S24 bestimmt, dass erste Winkel  $CA1$  erreicht ist, beginnt die Steuereinrichtung **52** damit, die Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S25 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S26. In Schritt S26 steuert die Steuereinrichtung **52** den Motor **24**, so dass die Motorausgangsleistung  $TM$  zu dem Grenzwert  $DTM$  wird, der im Speicher **54** gespeichert ist. In Schritt S26 beginnt die Steuereinrichtung **52** die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22**, so dass das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu der Zielschaltstufe geändert wird, die in Schritt S23 festgelegt wird.

**[0100]** Die Steuereinrichtung **52** geht weiter zu Schritt S61 und bestimmt, ob das passende Schalten durchgeführt wird oder nicht. Die Steuereinrichtung **52** kann bestimmen, dass das passende Schalten durchgeführt wird, wenn der Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22**, der basierend auf dem Ausgang der Schaltzustanddetektionsvorrichtung **40** detektiert wird, mit dem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung **22** übereinstimmt, der der Zielschaltstufe entspricht. Die Steuereinrichtung **52** kann bestimmen, dass das passende Schalten durchgeführt wird, wenn die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel mit der geschätzten Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel übereinstimmt, die aus der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel, die in Schritt S23 vor dem Schalten erfasst wird, und dem Übersetzungsverhältnis  $r$  berechnet wird, das der Zielschaltstufe entspricht. Wenn die Steuereinrichtung **52** bestimmt, dass das passende Schalten nicht durchgeführt wird, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S62 und bestimmt, ob die vorgegebene Periode  $SZ$  abgelaufen ist oder nicht. Die Steuereinrichtung **52** bestimmt, dass die vorgegebene Periode  $SZ$  abgelaufen ist, wenn beispielsweise die Zeit, die seit der Zeit, zu der die Schaltvorrichtung **22** die Schaltaktion in Schritt S26 star-

tet, abgelaufen ist, größer oder gleich der vorgegebenen Periode  $SZ$  ist. Wenn die vorgegebene Periode  $SZ$  nicht abgelaufen ist, führt die Steuereinrichtung **52** die Bestimmung aus Schritt S61 erneut aus. Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S62 bestimmt, dass die vorgegebene Periode  $SZ$  abgelaufen ist, stoppt die Steuereinrichtung **52** die Schaltaktion in Schritt S63 und die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S28. In diesem Fall wird, wenn die vorgegebene Periode  $SZ$  in einem Zustand abläuft, in dem das Schalten nicht abgeschlossen ist, die Schaltaktion unterbrochen. Die vorgegebene Periode  $SX$  kann eine Periode vom Zeitpunkt, zu dem die erste Schaltaktion gestartet wird, oder vom Zeitpunkt, zu dem die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  gestartet wird, bis zum Zeitpunkt sein, zu dem die Kurbel **12A** bis zu einem vorgegebenen Winkel gedreht wird. Der vorgegebene Winkel wird so ausgewählt, dass er kleiner oder gleich 180 Grad ist, und ist beispielsweise kleiner oder gleich 90 Grad ist. Der vorgegebene Winkel wird so ausgewählt, dass er größer oder gleich 20 Grad und bevorzugt größer oder gleich 30 Grad ist.

**[0101]** Wenn die Steuereinrichtung **52** in Schritt S61 bestimmt, dass das passende Schalten durchgeführt wird, wird die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  in Schritt S28 gestoppt. In diesem Fall wird die Begrenzung der Motorausgangsleistung  $TM$  vor der abgelaufenen Periode  $SZ$  gestoppt.

#### Abgewandelte Beispiele

**[0102]** Die obige Beschreibung stellt Ausführungsformen einer Fahrradsteuervorrichtung nach der vorliegenden Erfindung dar und soll nicht einschränkend sein. Die Ausführungsformen der Fahrradsteuervorrichtung nach der vorliegenden Erfindung können beispielsweise wie folgt abgewandelt werden. Ferner können zwei oder mehr der abgewandelten Beispiele kombiniert werden. In den folgenden abgewandelten Beispielen werden dieselben Bezugszeichen an die Komponenten vergeben, die dieselben sind wie die entsprechenden Komponenten der obigen Ausführungsformen. Solche Komponenten werden nicht beschrieben.

**[0103]** In einem ersten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung **50** kann jeder in den Schritten S44 bis S53 gezeigte Schritt aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform entfallen, der in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt wird. Wenn in diesem Fall die negative Bestimmung in Schritt S34 erfolgt, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess.

**[0104]** In einem zweiten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung **50** kann jeder in den Schritten S35 bis S43 gezeigte Schritt aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform entfallen, der in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt wird.

**[0105]** Wenn in diesem Fall die positive Bestimmung in Schritt S34 erfolgt, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess.

**[0106]** In einem dritten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung 50 kann in den Schritten S34 und S61 jeder der Ausführungsformen und jedes der abgewandelten Beispiele, wenn das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das der im Speicher 54 gespeicherten Zielschaltstufe mit dem Verhältnis der Drehgeschwindigkeit  $V$  des Rades mit der gegenwärtigen Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel übereinstimmt, die Steuereinrichtung **52** bestimmen, dass das Schalten passend durchgeführt wird und zum nächsten Schritt weiter gehen. Die Steuereinrichtung **52** kann zumindest eines von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit basierend auf dem Bestimmungsergebnis, ob das Übersetzungsverhältnis  $r$  passend verändert wurde oder nicht, verändern. In diesem Fall kann Schritt S31 aus der ersten Ausführungsform und jedem abgewandelten Beispiel entfallen, das den Schritt S31 enthält.

**[0107]** In einem vierten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung 50 können bei jeder der Ausführungsformen und jedem der abgewandelten Beispiele die Informationen, die sich auf die Zielschaltstufe beziehen, durch Informationen ersetzt werden, die sich auf das Zielübersetzungsverhältnis  $r$  beziehen. Die Steuereinrichtung **52** detektiert das gegenwärtige Übersetzungsverhältnis  $r$  in Schritt S21 und geht weiter zu Schritt S22. Das gegenwärtige Übersetzungsverhältnis  $r$  wird basierend auf der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel und der Drehgeschwindigkeit  $V$  des Rades berechnet. In Schritt S22 bestimmt die Steuereinrichtung **52**, ob das Zielübersetzungsverhältnis  $r$  mit dem gegenwärtigen Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt oder nicht. Genauer vergleicht die Steuereinrichtung **52** Informationen, die sich auf das Übersetzungsverhältnis  $r$  beziehen, das der in dem ersten, in **Fig. 2** gezeigten Prozess aktualisierten Zielschaltstufe entspricht, mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$ , das durch das Verhältnis der Drehgeschwindigkeit  $V$  des Rades zu der Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel berechnet wird. Wenn das Zielübersetzungsverhältnis  $r$  in Schritt S22 mit dem gegenwärtigen Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt, beendet die Steuereinrichtung **52** den Prozess. Wenn das Zielübersetzungsverhältnis  $r$  sich in Schritt S22 von dem gegenwärtigen Übersetzungsverhältnis  $r$  unterscheidet, geht die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S23. In Schritt S26 beginnt die Steuereinrichtung **52** die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22**, so dass das Übersetzungsverhältnis  $r$  zum Zielübersetzungsverhältnis  $r$  geändert wird, das in Schritt S23 festgelegt wird.

**[0108]** In einem fünften abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung 50 kann in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis  $r$  in der ersten

Schaltaktion der ersten Ausführungsform und der ersten bis vierten abgewandelten Beispiele verringert wird, die zweite Schaltaktion alle Schaltaktionen umfassen, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  verringern und nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden. Auch kann in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis  $r$  in der ersten Schaltaktion erhöht wird, die zweite Schaltaktion alle Schaltaktionen umfassen, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  erhöhen und nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden. In diesem Fall speichert der Speicher 54 die Anzahl der Male, an denen das Schalten passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu erhöhen, die Anzahl der Male, an denen das Schalten nicht passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu erhöhen, die erste Zeit SA zum Erhöhen des Übersetzungsverhältnisses  $r$  und den Grenzwert DTM zum Erhöhen des Übersetzungsverhältnisses  $r$  separat von der Anzahl der Male, an denen das Schalten passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu verringern, die Anzahl der Male, an denen das Schalten nicht passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu verringern, die erste Zeit SA zum Verringern des Übersetzungsverhältnisses  $r$  und den Grenzwert DTM zum Verringern des Übersetzungsverhältnisses  $r$ .

**[0109]** In einem sechsten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung **50** umfasst in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung **22** bei der ersten Schaltaktion der ersten Ausführungsform und des ersten bis vierten abgewandelten Beispiels das Übersetzungsverhältnis  $r$  von einem ersten Übersetzungsverhältnis  $r_1$  in ein zweites Übersetzungsverhältnis  $r_2$  ändert, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen, bei denen die Schaltvorrichtung **22** das Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem ersten Übersetzungsverhältnis  $r_1$  in das zweite Übersetzungsverhältnis  $r_2$  ändert, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden. In diesem Fall speichert der Speicher 54 die Anzahl der Male, an denen das Schalten passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu ändern, die Anzahl der Male, an denen das Schalten nicht passend durchgeführt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu ändern, die erste Zeit SA und den Grenzwert DTM für jede Kombination des Übersetzungsverhältnisses  $r$  vor einer Änderung und des Übersetzungsverhältnisses  $r$  nach einer Änderung separat.

**[0110]** In einem siebten abgewandelten Beispiel der Fahrradsteuervorrichtung 50 können die Schritte S35 und S36 aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des zweiten abgewandelten Beispiels entfallen. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S34 aus **Fig. 4** erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S37.



In diesem Fall wird bestimmt, dass das Schalten einmalig passend durchgeführt wird.

**[0111]** Somit wird zumindest eines von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit SA für die nachfolgenden Schaltaktionen geändert.

**[0112]** Die Schritte S45 und S46 können aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des ersten abgewandelten Beispiels entfallen. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S46 aus **Fig. 5** erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S47. In diesem Fall wird das Schalten einmalig nicht passend durchgeführt. Somit wird zumindest eines von dem Grenzwert DTM und der ersten Zeit SA für die nachfolgenden Schaltaktionen geändert.

**[0113]** Die Schritte S37 und S41 bis S43 aus **Fig. 4** können aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des zweiten abgewandelten Beispiels entfallen, so dass die erste Zeit SA ausgebildet ist, nicht verändert zu werden. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S36 erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S38. Alternativ können die Schritte S37 bis S40 aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des zweiten abgewandelten Beispiels entfallen, so dass der Grenzwert DTM ausgebildet ist, nicht verändert zu werden. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S36 erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S41.

**[0114]** Die Schritte S47 und S51 bis S53 aus **Fig. 5** können aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des ersten abgewandelten Beispiels entfallen, so dass der Grenzwert DTM ausgebildet ist, nicht verändert zu werden. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S46 erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S48. Alternativ können die Schritte S47 bis S50 aus dem Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen der abgewandelten Beispiele mit Ausnahme des ersten abgewandelten Beispiels entfallen, so dass der Grenzwert DTM ausgebildet ist, nicht verändert zu werden. In diesem Fall geht, wenn die positive Bestimmung in Schritt S46 erfolgt, die Steuereinrichtung **52** weiter zu Schritt S51.

**[0115]** Im Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen jedes abgewandelten Beispiels, die die Schritte S38 bis S40 und S41 bis S43 umfassen, können, wenn das Schalten passend durchgeführt wird, sowohl der Grenzwert DTM als auch die erste Zeit SA verändert werden. Wenn die positive Bestimmung in Schritt S36 der **Fig. 4** erfolgt

oder die positive Bestimmung in Schritt S34 der abgewandelten Beispiele erfolgt, die nicht die Schritte S35 und S36 umfassen, lässt die Steuereinrichtung **52** den Bestimmungsprozess aus Schritt S37 aus und führt die Schritte S38 bis S40 und S41 bis S43 aus.

**[0116]** Im Lernprozess der ersten Ausführungsform und den Lernprozessen jedes abgewandelten Beispiels, die die Schritte S48 bis S50 und S51 bis S53 umfassen, können, wenn das Schalten nicht passend durchgeführt wird, sowohl der Grenzwert DTM als auch die erste Zeit SA verändert werden. Wenn die positive Bestimmung in Schritt S46 der **Fig. 5** erfolgt oder die positive Bestimmung in Schritt S44 eines abgewandelten Beispiels erfolgt, das nicht die Schritte S45 und S46 umfasst, lässt die Steuereinrichtung **52** den Bestimmungsprozess aus Schritt S47 aus und führt die Schritte S48 bis S50 und die Schritte S51 bis S53 aus.

**[0117]** Im zweiten Prozess jeder Ausführungsform kann die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22** gestartet werden, bevor die Begrenzung der Motorausgangsleistung TM gestartet wird. Alternativ können die Begrenzung der Motorausgangsleistung TM und die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22** gleichzeitig gestartet werden.

**[0118]** Schritt S24 kann aus dem zweiten Prozess jeder Ausführungsform weggelassen werden. Wenn in diesem Fall die Steuereinrichtung **52** in Schritt S22 bestimmt, dass die Zielschaltstufe nicht mit der gegenwärtigen Schaltstufe übereinstimmt, können die Begrenzung der Motorausgangsleistung TM und die Schaltaktion der Schaltvorrichtung **22** unmittelbar gestartet werden.

**[0119]** Der zweite Prozess kann in einem automatischen Schalten ausgeführt werden, bei dem die Steuereinrichtung **52** automatisch die Schaltvorrichtung **22** steuert, um ein Schalten in Abhängigkeit von einem oder mehr Sensoren durchzuführen, die am Fahrrad **10** montiert sind. Der eine oder mehrere Sensor, der am Fahrrad **10** montiert ist, umfasst zumindest einen von einem Drehmomentsensor, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor und einem Trittfrequenzsensor. Die Steuereinrichtung **52** bestimmt, ob eine Schaltanforderung empfangen wird oder nicht, basierend auf den Signalen von dem einen oder mehr Sensoren, die am Fahrrad **10** montiert sind, und einem Automatikschaltsteuerprogramm, das in dem Speicher **54** gespeichert ist.

**[0120]** Die Schaltvorrichtung **22** kann in eine Schaltvorrichtung geändert werden, die manuell eine Schaltaktion durchführt. In diesem Fall sind der Bedienungsabschnitt **26** und die Schaltvorrichtung **22** durch einen Seilzug verbunden. Die Steuereinrichtung **52** legt in Abhängigkeit von einem Ausgang eines Detektionsabschnitts, der die Bedienung des Be-

dienungsabschnitts 26 detektiert, eine Schaltanforderung fest und steuert den Motor **24**.

Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Fahrrad
<b>12A</b>	Kurbel
<b>22</b>	Schaltvorrichtung
<b>24</b>	Motor
<b>50</b>	Fahrradsteuervorrichtung
<b>52</b>	Steuereinrichtung

**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 5496158 [0003]

**Patentansprüche**

1. Fahrradsteuereinrichtung, umfassend eine Steuereinrichtung, die einen Motor steuert, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt, wobei in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, die Steuereinrichtung die Ausgangsleistung des Motors auf kleiner oder gleich einem Grenzwert verringert, und die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um zumindest eines von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung bei der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads zu verändern, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

2. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Schaltaktion eine erste Schaltaktion und eine zweite Schaltaktion umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt wird, und die Steuereinrichtung zumindest eines von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die zweite Schaltaktion durchgeführt wird, so festlegt, dass sie sich von zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall unterscheiden, in dem die erste Schaltaktion durchgeführt wird, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Aktionszustand der Schaltvorrichtung bei der ersten Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads, der durch die erste Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

3. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 2, bei der in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in der ersten Schaltaktion verringert wird, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu verringern.

4. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 2, bei der in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in der ersten Schaltaktion erhöht wird, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden, um das Übersetzungsverhältnis zu erhöhen.

5. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 2, bei der die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden.

6. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 2, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung bei der ersten Schaltaktion das Übersetzungsverhältnis von einem ersten Übersetzungsverhältnis in ein zweites Übersetzungsverhältnis ändert, die zweite Schaltaktion alle der Schaltaktionen umfasst, bei denen die Schaltvorrichtung das Übersetzungsverhältnis von dem ersten Übersetzungsverhältnis in das zweite Übersetzungsverhältnis ändert, die nach der ersten Schaltaktion durchgeführt werden.

7. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Erhöhung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

8. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 7, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, in einem Zustand, in dem die Ausgangsleistung des Motors nicht auf einen vorgegebenen Wert verringert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall verringert, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis unverändert bleibt, in einem Zustand, in dem die Ausgangsleistung des Motors auf den vorgegebenen Wert verringert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall erhöht, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

9. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und eine Anzahl von Malen, bei denen die erste Schaltaktion nicht abgeschlossen wird, oder eine Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis unverändert geblieben ist, innerhalb der vorgegebenen Periode eine erste Anzahl von Malen erreicht, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die

zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Verringerung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Erhöhung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

10. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 2, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb einer vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

11. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

12. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei der  
in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, in einem Zustand, in dem die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, größer als ein vorgegebener Wert ist, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, von einem Fall verringert, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt, und  
in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und innerhalb der vorgegebenen Periode die erste Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, in einem Zustand, in dem die Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert ist, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, den Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall

erhöht, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

13. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei der in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt und eine Anzahl von Malen, bei denen die erste Schaltaktion abgeschlossen wird, oder eine Anzahl von Malen, bei denen das Übersetzungsverhältnis verändert wird, innerhalb der vorgegebenen Periode eine zweite Anzahl von Malen erreicht, die Steuereinrichtung in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die zweite Schaltaktion durchführt, zumindest eines von einer Erhöhung des Grenzwerts der Ausgangsleistung des Motors und einer Verringerung der Ausgangsleistung des Motors von einem Fall durchführt, in dem die Schaltvorrichtung die erste Schaltaktion durchführt.

14. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der der Parameter des Fahrrads eine Drehgeschwindigkeit einer Kurbel des Fahrrads umfasst.

15. Fahrradsteuereinrichtung, umfassend eine Steuereinrichtung, die einen Motor steuert, der den Vortrieb eines Fahrrads unterstützt, wobei  
in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern, die Steuereinrichtung die Ausgangsleistung des Motors verringert, und  
in einem Fall, in dem die Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bevor eine vorgegebene Periode abläuft, die Steuereinrichtung eine Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, beendet, bevor die vorgegebene Periode abläuft, und  
in einem Fall, in dem die Schaltaktion oder die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses nicht abgeschlossen wird, obwohl die vorgegebene Periode abgelaufen ist, die Steuereinrichtung die Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, beendet.

16. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 15, bei der die vorgegebene Periode für jedes einzelne Übersetzungsverhältnis festgelegt wird, das verändert werden soll.

17. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, bei der die Steuereinrichtung basierend auf einer Drehgeschwindigkeit einer Kurbel des Fahrrads und einer Drehgeschwindigkeit eines Rads des Fahrrads bestimmt, ob das Übersetzungsverhältnis verändert wurde oder nicht.

18. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 17, bei der die Steuereinrichtung eine Steuerung in Abhängigkeit von der Bestimmung, die auf der Drehgeschwindigkeit der Kurbel des Fahrrads basiert, nur

durchführt, wenn eine manuelle Antriebskraft, die in die Kurbel des Fahrrads eingeleitet wird, größer oder gleich einem vorgegebenen Wert ist.

19. Fahrradsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Steuereinrichtung ein elektrisches Stellglied steuert, das die Schaltvorrichtung betätigt, so dass die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt.

20. Fahrradsteuervorrichtung nach Anspruch 19, bei der die Steuereinrichtung die Schaltvorrichtung in einem Fall betätigt, in dem ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads in einem vorgegebenen Bereich liegt, und der vorgegebene Bereich einen oberen Totpunkt der Kurbel des Fahrrads oder einen unteren Totpunkt der Kurbel des Fahrrads umfasst.

21. Verfahren zum Steuern eines Fahrrads, um einen Motor zu steuern, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, wobei das Verfahren umfasst:  
Verringern der Ausgangsleistung des Motors auf kleiner oder gleich einem Grenzwert in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern; und  
Verändern von zumindest einem von dem Grenzwert der Ausgangsleistung des Motors und der Zeit, in der die Ausgangsleistung des Motors verringert wird, in einem Fall, in dem die Schaltvorrichtung die Schaltaktion durchführt, in Abhängigkeit von zumindest einem von einem Betätigungszustand der Schaltvorrichtung nach der Schaltaktion und einem Parameter des Fahrrads, der durch die Schaltaktion verändert wird, die durch die Schaltvorrichtung durchgeführt wird.

22. Verfahren zum Steuern eines Fahrrads, um einen Motor zu steuern, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, wobei das Verfahren umfasst:  
Verringern der Ausgangsleistung des Motors in einem Fall, in dem eine Schaltvorrichtung eine Schaltaktion durchführt, um ein Übersetzungsverhältnis des Fahrrads zu verändern;  
Beenden der Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, bevor eine vorgegebene Periode endet, wenn die Schaltaktion abgeschlossen wird oder das Übersetzungsverhältnis verändert wird, bevor eine vorgegebene Periode abläuft;  
Beenden der Steuerung, die die Ausgangsleistung des Motors verringert, wenn die Schaltaktion oder die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses nicht abgeschlossen wird, obwohl die vorgegebene Periode abgelaufen ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

Fig.1

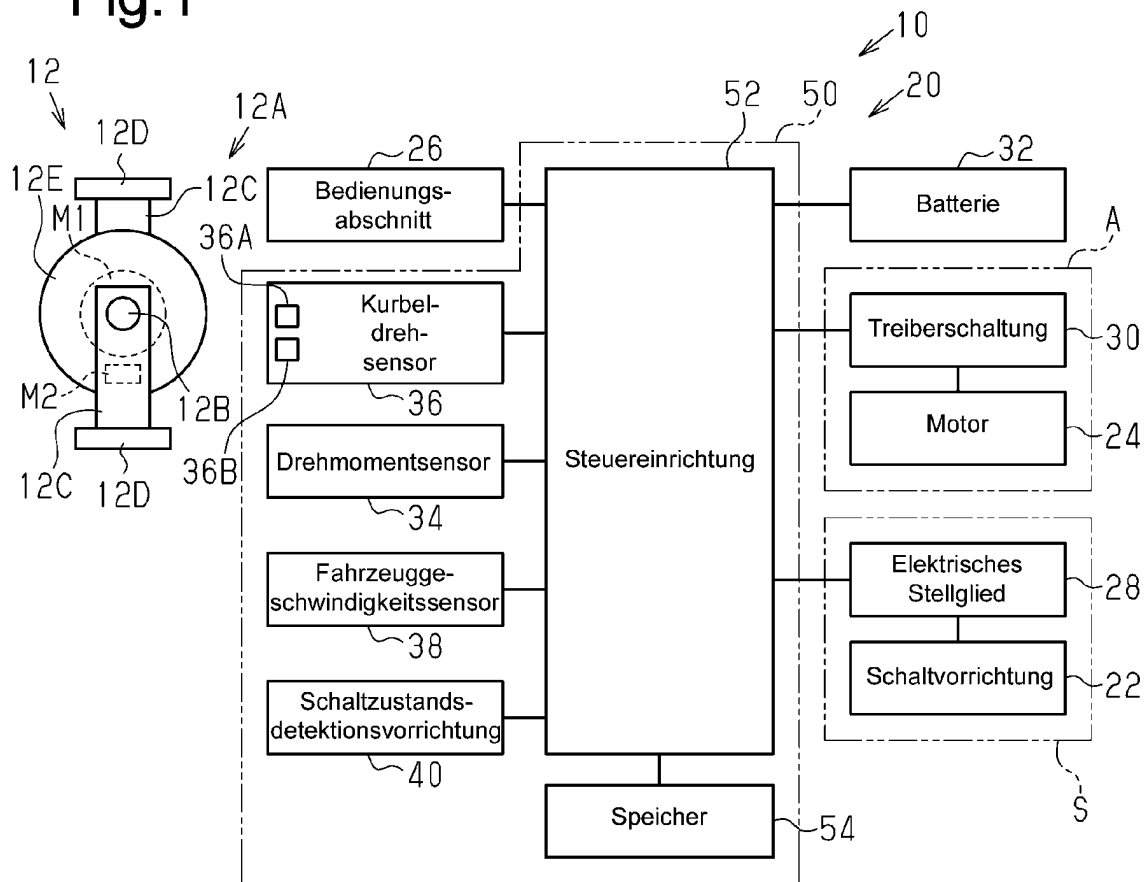


Fig.2

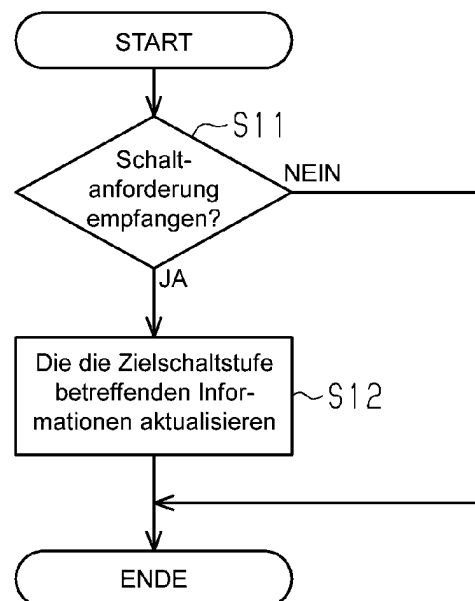


Fig.3

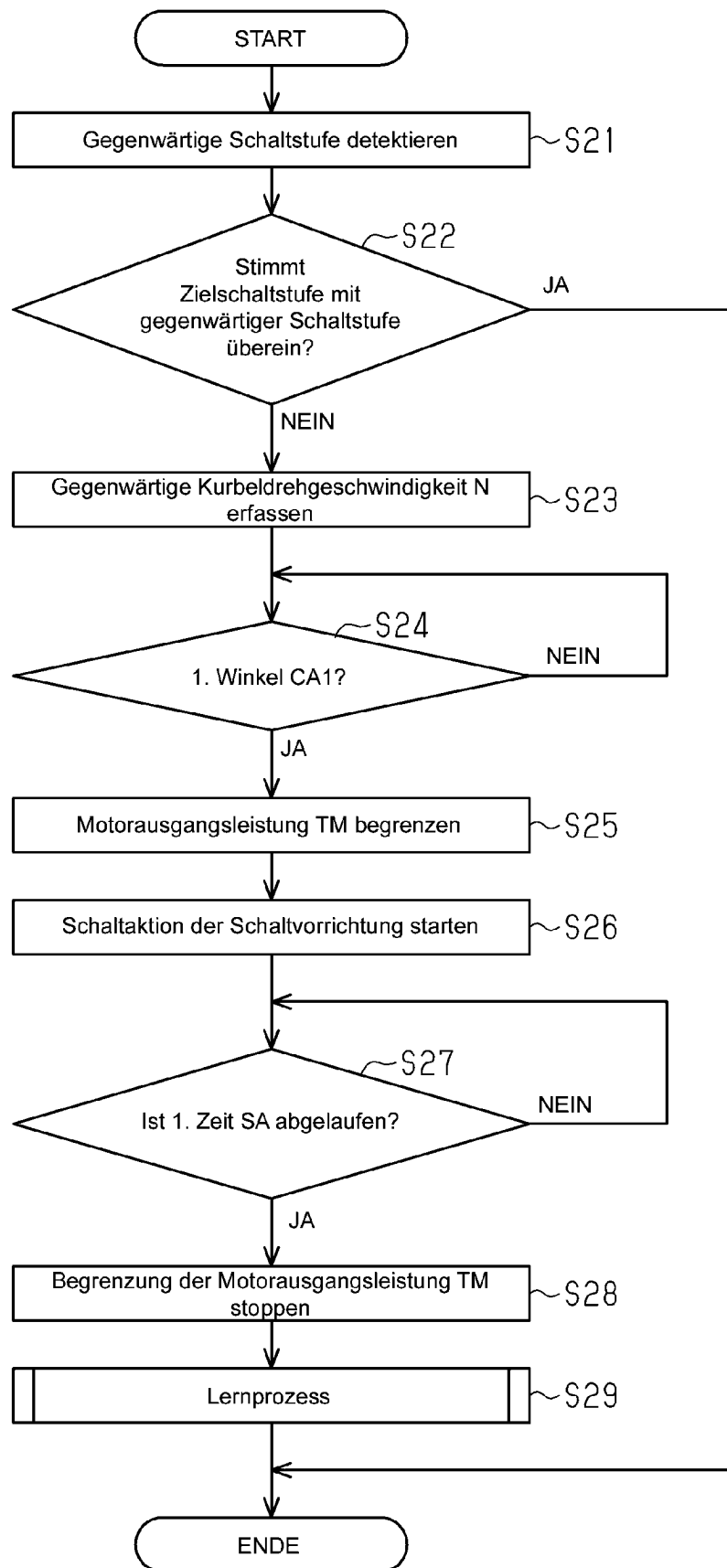




Fig.4

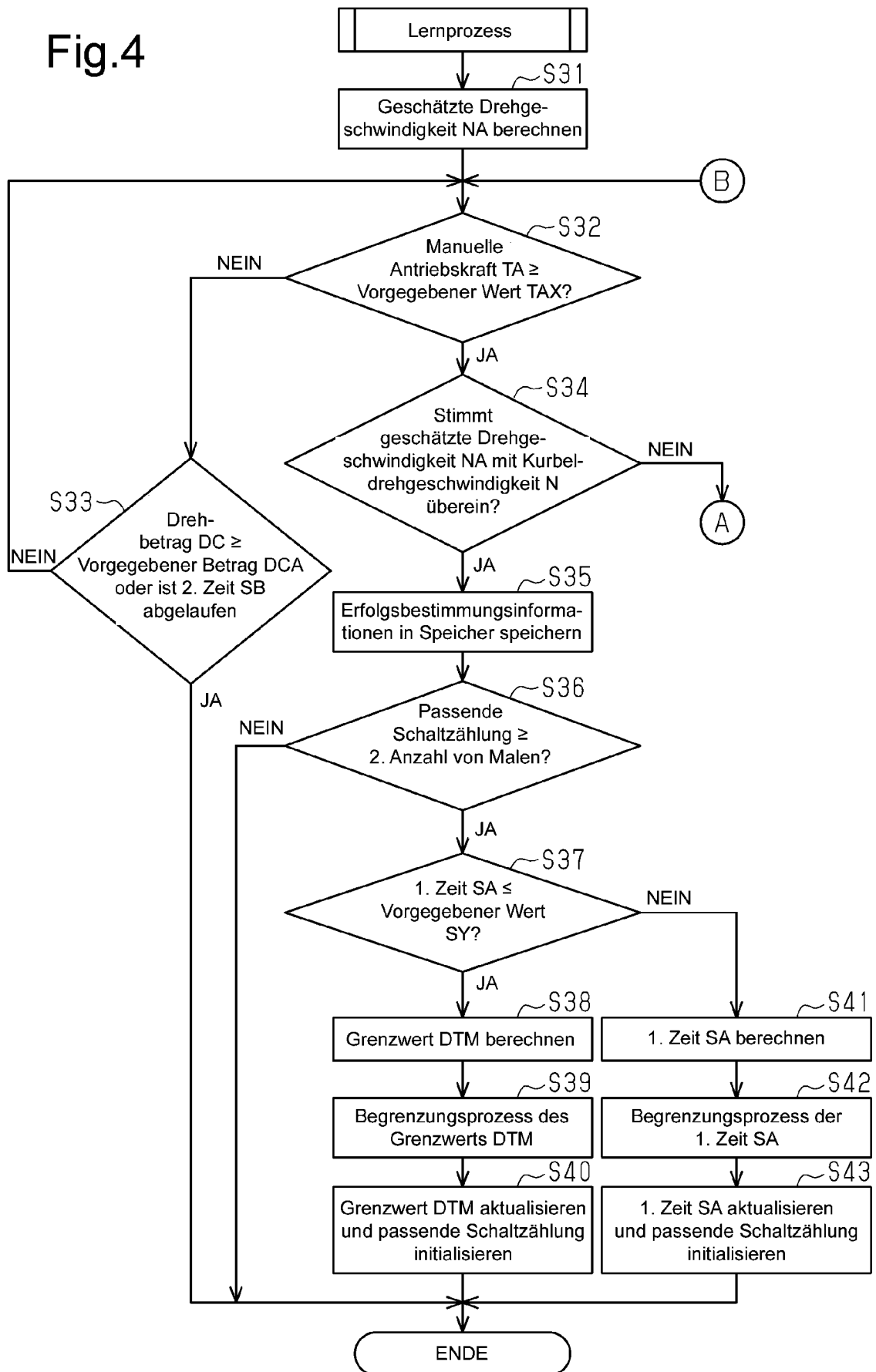


Fig.5

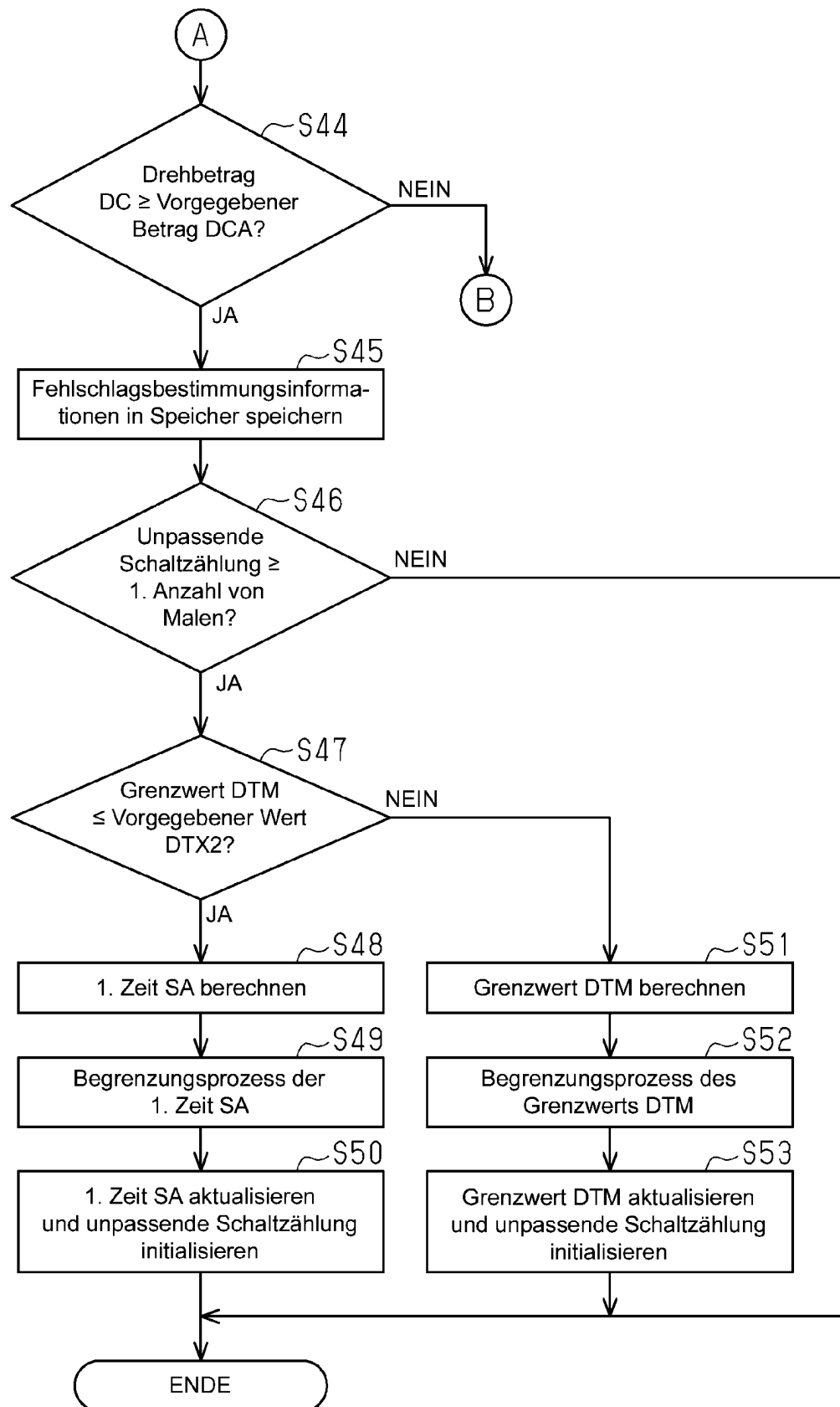


Fig.6

