



(10) **DE 10 2017 124 175 A1** 2018.05.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 124 175.2**

(22) Anmeldetag: **17.10.2017**

(43) Offenlegungstag: **03.05.2018**

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

(30) Unionspriorität:  
**2016-213623 31.10.2016 JP**

(71) Anmelder:  
**SHIMANO Inc., Sakai-City, Osaka, JP**

(74) Vertreter:  
**FLÜGEL PREISSNER SCHOBER SEIDEL  
Patentanwälte PartG mbB, 80335 München, DE**

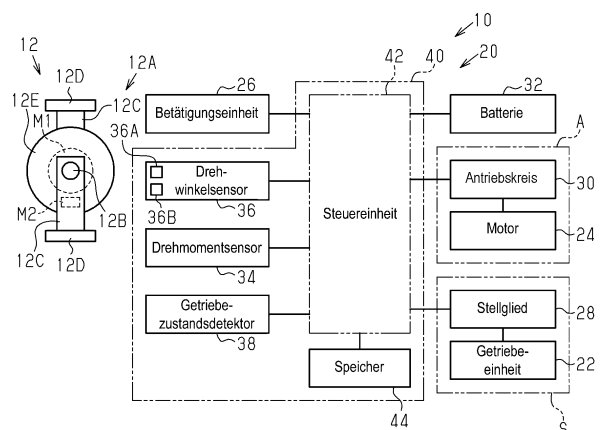
(72) Erfinder:  
**Tsuchizawa, Yasuhiro, Sakai City, Osaka, JP;  
Matsuda, Hiroshi, Sakai City, Osaka, JP; Miyoshi,  
Hiroyuki, Sakai City, Osaka, JP; Katsuki, Takuya,  
Sakai City, Osaka, JP**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Fahradsteuereinrichtung und Fahrradsteuersystem, das die Fahrradsteuereinrichtung umfasst**

(57) Zusammenfassung: Eine Fahrradsteuereinrichtung umfasst eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit und einen Motor in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Wenn das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, führt die Steuereinheit wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung aus. Bei der ersten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit, um ein Übersetzungsverhältnis zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht. Bei der zweiten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit, um ein Zwischenübersetzungsverhältnis des Übersetzungsverhältnisses zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht, und nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, begrenzt die Steuereinheit wieder die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit.



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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrradsteuereinrichtung und ein Fahrradsteuersystem, das eine Fahrradsteuereinrichtung umfasst.

**[0002]** Patentschrift 1 offenbart eine Fahrradsteuereinrichtung, die eine Getriebeeinheit in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads verändert.

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

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0004]** Die obige Fahrradsteuereinrichtung führt eine vorgegebene Steuerung unabhängig vom Inhalt der Schaltanforderung aus, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Somit ist es wünschenswert, dass eine Fahrradsteuereinrichtung ausgebildet ist, die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von dem Inhalt zu steuern, die das Übersetzungsverhältnis verändert.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrradsteuereinrichtung und ein Fahrradsteuersystem bereitzustellen, die ausgebildet sind, eine Getriebeeinheit in Abhängigkeit vom Inhalt einer Schaltanforderung zu steuern, die das Übersetzungsverhältnis verändert.

**[0006]** (1) In einem ersten Aspekt der Erfindung umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, und einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert. In einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, führt die Steuereinheit wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung aus. Bei der ersten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit, um ein Übersetzungsverhältnis zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht. Bei der zweiten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit, um ein Zwischenübersetzungsverhältnis des Übersetzungsverhältnisses zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht, und nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, begrenzt die Steuereinheit wieder die Leistung des Motors und betätigt die Getriebeeinheit.

**[0007]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem ersten Aspekt steuert die Steuereinheit die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von dem Inhalt der Schaltanforderung, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Die Steuereinheit begrenzt die Leistung des Motors in einem von einem Fall, der die erste Schaltbetätigung durchführt, und einem Fall, der die zweite Schaltbetätigung durchführt. Dies verbessert die Getriebeleistung.

**[0008]** (2) In einem zweiten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach dem ersten Aspekt so ausgebildet, dass, wenn die Steuereinheit die Schaltanforderung empfängt, und ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt.

**[0009]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem zweiten Aspekt beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit bei einem Drehwinkel der Kurbel, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit geeignet ist.

**[0010]** (3) In einem dritten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass der erste Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem ersten Drehwinkel, der einem von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des ersten Drehwinkels in einer ersten Richtung, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, enthalten ist.

**[0011]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem dritten Aspekt beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit in einem Bereich des Drehwinkels, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit am meisten geeignet ist.

**[0012]** (4) In einem vierten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass bei der zweiten Schaltbetätigung, nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, falls ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen zweiten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt.

**[0013]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem vierten Aspekt werden bei der zweiten Schaltbetätigung Verminderungen der Leistung des Motors während einer Zeitdauer begrenzt, die zur Betätigung der Getriebeeinheit ungeeignet ist, das heißt, von der Zeit, zu der die Begrenzung der Leistung des Motors verringert wird, bis zu der Zeit, zu der der Drehwinkel der Kurbel den zweiten Winkel erreicht. Die Betätigung der Getriebeeinheit wird bei einem Drehwinkel

der Kurbel wieder aufgenommen, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit geeignet ist.

**[0014]** (5) In einem fünften Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass der zweite Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Drehwinkel, der dem anderen von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des zweiten Drehwinkels in einer ersten Richtung enthalten ist.

**[0015]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem fünften Aspekt werden bei der zweiten Schaltbetätigung Verminderungen der Leistung des Motors während einer Zeitdauer begrenzt, die zur Betätigung der Getriebeeinheit ungeeignet ist, das heißt, von der Zeit, zu der die Begrenzung der Leistung des Motors verringert wird, bis zu der Zeit, zu der der Drehwinkel der Kurbel den zweiten Winkel erreicht. Die Betätigung der Getriebeeinheit wird bei einem Drehwinkel der Kurbel wieder aufgenommen, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit am meisten geeignet ist.

**[0016]** (6) In einem sechsten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass bei der zweiten Schaltbetätigung, nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, falls der Drehwinkel der Kurbel des Fahrrads einen zweiten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt. Der zweite Winkel ist gleich dem ersten Winkel.

**[0017]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem sechsten Aspekt wird der ersten Winkel auf den zweiten Winkel eingestellt. Wenn die Kurbel um 180° und/oder 360° von der Position gedreht wird, an der sich die Kurbel zu der Zeit befand, zu der die Leistung des Motors zum ersten Mal begrenzt wurde, um die Betätigung der Getriebeeinheit zu beginnen, wird somit die Leistung des Motors wieder begrenzt, um die Betätigung der Getriebeeinheit wieder aufzunehmen.

**[0018]** (7) In einem siebten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von der Schaltanforderung ausführt, die empfangen wird, bevor der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht.

**[0019]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem siebten Aspekt führt die Steuereinheit die angemessene von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung durch.

**[0020]** (8) In einem achten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt, bis eine erste Zeit von einer Zeit an abläuft, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht.

**[0021]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem achten Aspekt wird die Begrenzung der Leistung des Motors basierend auf der Zeit gesteuert. Dies vereinfacht die Steuerungen, die durch die Steuereinheit durchgeführt werden, und verringert Situationen, in denen die Unterstützungskraft während der Übersetzung für eine lange Zeitdauer verringert ist.

**[0022]** (9) In einem neunten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit die Leistung des Motors von einer Zeit an begrenzt, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht, bis der Drehwinkel der Kurbel einen dritten Winkel erreicht.

**[0023]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem neunten Aspekt wird die Begrenzung der Leistung des Motors basierend auf dem Drehwinkel der Kurbel gesteuert. Dies erlaubt es, dass die Leistung des Motors präzise basierend auf dem Drehwinkel der Kurbel begrenzt wird. Auch werden Situationen verringert, in denen die Unterstützungskraft während der Übersetzung für eine lange Zeitdauer verringert ist.

**[0024]** (10) In einem zehnten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von zumindest einem von der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis zum Erreichen des Übersetzungsverhältnisses, das der Schaltanforderung entspricht, und einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht.

**[0025]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem zehnten Aspekt wählt die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung angemessen aus und führt sie durch.

**[0026]** (11) In einem elften Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht. In einem Fall, in dem die erste Zeit größer oder gleich der zweiten Zeit ist, führt die Steuereinheit die erste

Schaltbetätigung aus. In einem Fall, in dem die erste Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, führt die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung aus.

**[0027]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem elften Aspekt wird, falls die Getriebevorrichtung innerhalb der ersten Zeit zu dem Übersetzungsverhältnis bewegbar ist, das der Schaltanforderung entspricht, die erste Schaltbetätigung durchgeführt. Falls die Getriebevorrichtung innerhalb der ersten Zeit nicht zu dem Übersetzungsverhältnis bewegt werden kann, das der Schaltanforderung entspricht, wird die zweite Schaltbetätigung durchgeführt.

**[0028]** (12) In einem zwölften Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht. In einem Fall, in dem eine geschätzte Zeit von einer Zeit, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht, bis zu einer Zeit, zu der der Drehwinkel den dritten Winkel erreicht, größer oder gleich der zweiten Zeit ist, führt die Steuereinheit die erste Schaltbetätigung aus. In einem Fall, in dem die geschätzte Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, führt die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung aus.

**[0029]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem zwölften Aspekt wird, falls die Getriebeeinheit innerhalb der Zeit, in der der Drehwinkel von dem ersten Winkel zum dritten Winkel bewegt wird, zu dem Übersetzungsverhältnis bewegbar ist, das der Schaltanforderung entspricht, die erste Schaltbetätigung durchgeführt. Falls die Getriebeeinheit innerhalb der Zeit, in der der Drehwinkel von dem ersten Winkel zum dritten Winkel bewegt wird, nicht zu dem Übersetzungsverhältnis bewegt werden kann, das der Schaltanforderung entspricht, wird die zweite Schaltbetätigung durchgeführt.

**[0030]** (13) In einem dreizehnten Aspekt der Erfindung umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung betätigt, die das Übersetzungsverhältnis verändert. In einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, führt die Steuereinheit wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung aus. Bei der ersten Schaltbetätigung beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit, wenn ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, und betätigt die Getriebeeinheit, bis ein Übersetzungsverhältnis erreicht wird,

das der Schaltanforderung entspricht. Bei der zweiten Schaltbetätigung beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit, wenn der Drehwinkel der Kurbel des Fahrrads der ersten Winkel erreicht, und betätigt die Getriebeeinheit, bis ein Zwischenübersetzungsverhältnis des Übersetzungsverhältnisses erreicht wird, das der Schaltanforderung entspricht, und dann, wenn der Drehwinkel der Kurbel einen zweiten Winkel erreicht, nimmt die Steuereinheit die Betätigung der Getriebeeinheit wieder auf, um von dem Zwischenübersetzungsverhältnis zu dem Übersetzungsverhältnis zu wechseln, das der Schaltanforderung entspricht.

**[0031]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem dreizehnten Aspekt steuert die Steuereinheit die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von dem Inhalt der Schaltanforderung, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Die Steuereinheit begrenzt die Leistung des Motors in einem von einem Fall, der die erste Schaltbetätigung durchführt, und einem Fall, der die zweite Schaltbetätigung durchführt. Dies verbessert die Getriebeleistung. Zusätzlich beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit bei einem Drehwinkel der Kurbel, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit geeignet ist.

**[0032]** (14) In einem vierzehnten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach dem dreizehnten Aspekt so ausgebildet, dass der erste Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem ersten Drehwinkel, der einem von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des ersten Drehwinkels in einer Richtung, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, enthalten ist.

**[0033]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem vierzehnten Aspekt beginnt die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit innerhalb eines Bereichs des Drehwinkels, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit am meisten geeignet ist.

**[0034]** (15) In einem fünfzehnten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach dem vierzehnten Aspekt so ausgebildet, dass der zweite Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Drehwinkel, der dem anderen von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des einen der Kurbelarme entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des zweiten Drehwinkels in der ersten Richtung enthalten ist, oder der zweite Winkel gleich dem ersten Winkel ist.

**[0035]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem fünfzehnten Aspekt nimmt die Steuereinheit die Betätigung der Getriebeeinheit innerhalb eines Bereichs des Drehwinkels wieder auf, der zum Beginn der Betätigung der Getriebeeinheit am meisten geeignet ist.

**[0036]** (16) In einem sechzehnten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach dem vierzehnten oder fünfzehnten Aspekt so ausgebildet, dass die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von zumindest einem von der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis, das der Schaltanforderung entspricht, und einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht.

**[0037]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem sechzehnten Aspekt wählt die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung angemessen aus und führt sie durch.

**[0038]** (17) Nach einem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach dem sechzehnten Aspekt so ausgebildet, dass in einem Fall, in dem eine vorgegebene erste Zeit größer oder gleich der zweiten Zeit ist, die Steuereinheit die erste Schaltbetätigung ausführt. In einem Fall, in dem die erste Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, führt die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung aus.

**[0039]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem siebzehnten Aspekt wird, falls die Getriebeeinheit innerhalb der ersten Zeit zu dem Übersetzungsverhältnis bewegbar ist, das der Schaltanforderung entspricht, die erste Schaltbetätigung durchgeführt. Falls die Getriebeeinheit innerhalb der ersten Zeit nicht zu dem Übersetzungsverhältnis bewegt werden kann, das der Schaltanforderung entspricht, wird die zweite Schaltbetätigung durchgeführt.

**[0040]** (18) Nach einem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit ein Ausgangssignal von einer Betätigungseinheit, die durch einen Fahrer betätigbar ist, als die Schaltanforderung empfängt.

**[0041]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem achtzehnten Aspekt steuert die Steuereinheit die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von einer Anforderung einer manuellen Übersetzung.

**[0042]** (19) In einem neunzehnten Aspekt der Erfindung ist die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte so ausgebildet, dass die Steuereinheit wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung ausführt, wenn die Betätigungseinheit durchgehend für eine vorgegebene erste Zeitdauer betätigt wird, oder die Betätigungseinheit mehrfach innerhalb einer zweiten vorgegebenen Zeitdauer betätigt wird.

**[0043]** Mit der Fahrradsteuereinrichtung nach dem neunzehnten Aspekt wird es dem Fahrer erlaubt an-

zufordern, dass das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten verändert wird, indem er die Betätigungseinheit durchgehend für die vorgegebene erste Zeitdauer oder länger betätigt, oder die Betätigungseinheit mehrfach innerhalb der zweiten vorgegebenen Zeitdauer betätigt.

**[0044]** (20) In einem zwanzigsten Aspekt der Erfindung umfasst ein Fahrradsteuersystem die Fahrradsteuereinrichtung nach einem dem vorangehenden Aspekten, die Getriebeeinheit, den Motor und die Betätigungseinheit.

**[0045]** Mit dem Fahrradsteuersystem nach dem zwanzigsten Aspekt steuert das Fahrradsteuersystem die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von dem Inhalt der Schaltanforderung, die das Übersetzungsverhältnis verändert.

**[0046]** (21) In einem einundzwanzigsten Aspekt der Erfindung umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, und einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Wenn die Steuereinheit die Schaltanforderung empfängt, und eine Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, der sich an einer vorgelagerten Seite eines Drehwinkels befindet, der einem oberen Totpunkt oder einem unteren Totpunkt in einer ersten Richtung entspricht, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, begrenzt die Steuereinheit die Leistung des Motors und beginnt mit der Betätigung der Getriebeeinheit. In einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, wird der erste Winkel weiter zu der vorgelagerten Seite in der ersten Richtung verändert, von einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in nur einem Schritt verändert.

**[0047]** Mit dem Fahrradsteuersystem nach dem einundzwanzigsten Aspekt wird die Getriebeeinheit in Abhängigkeit von dem Inhalt der Schaltanforderung gesteuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert. Auch in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten verändert wird, wird die Übersetzung in einem Bereich durchgeführt, in dem das in die Kurbel eingeleitete Drehmoment minimiert ist.

**[0048]** Die obige Fahrradsteuereinrichtung und das Fahrradsteuersystem, das die Fahrradsteuereinrichtung umfasst, sind ausgebildet, die Getriebeeinheit in Abhängigkeit vom Inhalt einer Schaltanforderung zu steuern, die das Übersetzungsverhältnis verändert.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das den elektrischen Aufbau eines Fahrrads zeigt, das eine erste Ausführungsform einer Steuereinrichtung und eines Fahrradsteuersystems umfasst.

**Fig. 2** ist ein Ablaufdiagramm einer ersten Steuerung, die durch die in **Fig. 1** gezeigte Steuereinheit ausgeführt wird.

**Fig. 3** ist ein Ablaufdiagramm einer zweiten Steuerung, die durch die in **Fig. 1** gezeigte Steuereinheit in einem Fall ausgeführt wird, in dem ein erster Winkel gleich einem zweiten Winkel ist.

**Fig. 4** ist ein Ablaufdiagramm der zweiten Steuerung, die durch die in **Fig. 1** gezeigte Steuereinheit in einem Fall ausgeführt wird, in dem der erste Winkel ungleich dem zweiten Winkel ist.

Die **Fig. 5A** und **Fig. 5B** sind Zeitdiagramme, die ein Beispiel der zweiten Steuerung zeigen, die in einer ersten Schaltbetätigung durchgeführt werden. Die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** sind Zeitdiagramme, die ein Beispiel der zweiten Steuerung zeigen, die in einer zweiten Schaltbetätigung durchgeführt werden. **Fig. 7** ist ein Ablaufdiagramm einer dritten Steuerung, die durch eine zweite Ausführungsform einer Steuereinheit ausgeführt wird.

**Fig. 8** ist ein Ablaufdiagramm einer vierten Steuerung, die durch eine dritte Ausführungsform einer Steuereinheit ausgeführt wird.

**Fig. 9** ist ein Ablaufdiagramm, das eine fünfte Steuerung eines ersten abgewandelten Beispiels zeigt.

**Fig. 10** ist ein Ablaufdiagramm, das eine sechste Steuerung eines zweiten abgewandelten Beispiels zeigt.

## AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

## Erste Ausführungsform

**[0049]** Ein Fahrrad, das eine erste Ausführungsform einer Fahrradsteuereinrichtung und eines Fahrradsteuersystems umfasst, wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

**[0050]** Ein Fahrrad **10** umfasst einen Antriebsmechanismus **12** und ein Fahrradsteuersystem **20**.

**[0051]** Der Antriebsmechanismus **12** umfasst eine Kurbel **12A** und Pedale **12D**. Die Kurbel **12A** umfasst eine Kurbelwelle **12B** und Kurbelarme **12C**. Der Antriebsmechanismus **12** überträgt vom Menschen aufgebrachte Leistung, die auf die Pedale **12D** ausgeübt wird, auf ein Hinterrad (nicht gezeigt). Der Antriebsmechanismus **12** ist ausgebildet, die Drehung der

Kurbel **12A** beispielsweise durch 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 die Kurbel **12A** vorwärts gedreht wird, und die Rückwärtsdrehung des vorderen Drehkörpers **12E** nicht in einem Fall zu erlauben, in dem die Kurbel **12A** rückwärts gedreht wird. 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.

**[0052]** Das Fahrradsteuersystem **20** umfasst eine Fahrradsteuereinrichtung **40**, eine Getriebeeinheit **22**, einen Motor **24** und eine Betätigungseinheit **26**. Bei einem Beispiel umfasst das Fahrradsteuersystem **20** des Weiteren ein Stellglied **28** der Getriebeeinheit **22**, einen Antriebskreis **30** des Motors **24**, eine Batterie **32**, einen Drehmomentsensor **34**, einen Drehwinkelsensor **36** und einen Getriebezustandsdetektor **38**.

**[0053]** Die Getriebeeinheit **22** und das Stellglied **28** bilden eine Getriebevorrichtung **S**. Die Getriebeeinheit **22** ist ausgebildet, ein Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** schrittweise zu verändern. Bei einem Beispiel ändert die Getriebeeinheit **22** die Geschwindigkeit der Drehung, die in die Kurbelwelle **12B** eingeleitet wird, und überträgt die Drehung an das Hinterrad. In diesem Fall umfasst die Getriebeeinheit **22** eine interne Getriebeeinheit. Die interne Getriebeeinheit ist in der Umgebung der Kurbelwelle **12B** oder einer Nabe der Achswelle des Hinterrades angeordnet. Die interne Getriebeeinheit kann in einem Leistungsübertragungsweg angeordnet sein, der sich zwischen der Kurbel **12A** und dem vorderen Drehkörper **12E** erstreckt. Bei einem weiteren Beispiel bewegt die Getriebeeinheit **22** die Kette zwischen einer Mehrzahl von vorderen Ritzeln oder einer Mehrzahl von hinteren Ritzeln, um die Geschwindigkeit der Drehung zu verändern, die in die Kurbelwelle **12B** eingeleitet wird, und überträgt die Drehung an das Hinterrad. In diesem Fall umfasst die Getriebeeinheit **22** einen Umwerfer. Der Umwerfer umfasst zumindest eine von einer vorderen externen Getriebeeinheit, die die Kette zwischen den vorderen Ritzeln (nicht gezeigt) bewegt, und einer hinteren externen Getriebeeinheit, die die Kette zwischen den hinteren Ritzeln (nicht gezeigt) bewegt. Das Stellglied **28** umfasst einen Elektromotor. Das Stellglied **28** wird angetrieben, um es der Getriebeeinheit **22** zu erlauben, eine Getriebebetätigung auszuführen, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** schrittweise zu verändern. In einem Fall, in dem die Getriebeeinheit **22** eine interne Getriebeeinheit ist, umfasst die

Getriebebetätigung eine Betätigung, die den Kopp-lungszustand von Zahnrädern eines Planetenzahn-radmechanismus verändert, die sich in der Getriebe-einheit **22** befinden. In einem Fall, in dem die Ge-triebeeinheit **22** eine externe Getriebeeinheit ist, um-fasst die Getriebebetätigung eine Betätigung, die die Kette zwischen Ritzeln bewegt. Die interne Getrie-beeinheit kann einen stufenlos verstellbaren Getrie-bemechanismus (continuously variable transmission, CVT) umfassen. Bei einem Beispiel umfasst der CVT-Mechanismus einen Planetenmechanismus, der Ein-gangskörper, einen Ausgangskörper und einen Ge-triebekörper umfasst. Die Drehung des Getriebekör-pers verändert kontinuierlich das Übersetzungsver-hältnis  $r$ . Die Getriebevorrichtung **S** kann andere Komponenten zusätzlich zu der Getriebeeinheit **22** und dem Stellglied **28** umfassen.

**[0054]** Der Motor **24** und der Antriebskreis **30** bil-den eine Unterstützungseinheit **A**. Der Antriebskreis **30** steuert elektrische Energie, die von der Batterie **32** dem Motor **24** zugeführt wird. Der Motor **24** un-terstützt den Vortrieb des Fahrrads **10**. Der Motor **24** umfasst einen Elektromotor. Der Motor **24** ist an-geordnet, eine Drehung an einen Übertragungsweg für vom Menschen aufgebrachte Leistung zu über-tragen, der sich von den Pedalen **12D** zum Hinter-rad oder zu einem Vorderrad (nicht gezeigt) erstreckt. Der Motor **24** ist an einem Rahmen (nicht gezeigt) des Fahrrads **10**, dem Hinterrad oder dem Vorderrad angeordnet. Bei einem Beispiel ist der Motor **24** mit einem Kraftübertragungsweg verbunden, der von der Kurbelwelle **12B** zu dem vorderen Drehkörper **12E** verläuft. Bevorzugt ist eine Freilaufkupplung (nicht gezeigt) in einem Leistungsübertragungsweg ange-ordnet, der zwischen dem Motor **24** und der Kurbel-welle **12B** verläuft, um die Drehung des Motors **24** zu verhindern, die durch die Drehung der Kurbel in dem Fall erzeugt würde, in dem die Kurbelwelle **12B** in eine Drehung gedreht wird, in der sich das Fahr-rad **10** vorwärts bewegt. Die Unterstützungseinheit **A** kann anderen Komponenten zusätzlich zu dem Motor **24** und dem Antriebskreis **30** umfassen. Die Un-terstützungseinheit **A** kann beispielsweise ein Unterset-zungsgetriebe umfassen, das die Drehgeschwindig-keit des Motors **24** verringert und die Drehung aus-gibt.

**[0055]** Die Betätigungseinheit **26** ist durch den Fah-rer betätigbar. Die Betätigungseinheit **26** ist an einen Lenker (nicht gezeigt) des Fahrrads **10** gekoppelt. Die Fahrradsteuereinrichtung **40** umfasst eine Steu-ereinheit **42**, die mit der Betätigungseinheit **26** kom-munikationsfähig ist. Die Betätigungseinheit **26** und die Steuereinheit **42** sind miteinander durch draht-gebundene oder drahtlose Kommunikation verbun-den. Die Betätigungseinheit **26** ist mit der Steuer-einheit **42** beispielsweise durch Stromleitungskom-munikation (power line communication, PCL) kom-munikationsfähig. Wenn der Fahrer die Betätigungs-

einheit **26** betätigt, sendet die Betätigungseinheit **26** ein Ausgangssignal an die Steuereinheit **42**. Das Ausgangssignal umfasst ein Hochschaltsignal, das das Übersetzungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** er-höht, oder ein Herunterschaltsignal, das das Überset-zungsverhältnis  $r$  des Fahrrads **10** verringert. Die Be-tätigungseinheit **26** umfasst beispielsweise ein Betä-tigungselement, einen Sensor, der die Bewegung des Betätigungselements detektiert, und eine elektrische Schaltung, die mit der Steuereinheit **42** in Abhängig-keit von einem Ausgangssignal des Sensors kommu-niziert.

**[0056]** Die Betätigungseinheit **26** kann ausgebildet sein, ein Ausgangssignal auszugeben, das einer Mehrschritübersetzung entspricht. Bei einem Bei-spiel, in einem Fall, in dem eine Betätigung zur Er-höhung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  kontinuier-lich an der Betätigungseinheit **26** für eine erste vorge-gebene Zeitdauer **TX** oder länger durchgeführt wird, überträgt die Betätigungseinheit **26** ein Ausgangssi-gnal, das das Hochschaltsignal umfasst, mehrfach an die Steuereinheit **42**. Die Anzahl der Male, zu denen das Ausgangssignal übertragen wird, kann erhöht werden, während die Betätigung zur Erhö-hung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  an der Betä-tigungseinheit **26** für eine längere Zeitdauer ausge-führt wird. In einem Fall, in dem eine Betätigung zur Verringerung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  kon-tinuierlich an der Betätigungseinheit **26** für die ers-te vorgegebene Zeitdauer **TX1** oder länger durchge-führt wird, überträgt die Betätigungseinheit **26** ein Ausgangssignal, das das Herunterschaltsignal um-fasst, mehrfach an die Steuereinheit **42**. Die Anzahl der Male, zu denen das Ausgangssignal übertragen wird, kann erhöht werden, während die Betätigung zur Verringerung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  an der Betätigungseinheit **26** für eine längere Zeitdauer ausgeführt wird. Die Betätigungseinheit **26** kann an die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal übertragen, das der Zeitdauer entspricht, während der die Betäti-gungseinheit **26** innerhalb der ersten vorgegebenen Zeitdauer **TX1** betätigt wird. In diesem Fall aktualisiert die Steuereinheit **42** ein Anforderungsübersetzungs-verhältnis  $rA$  basierend auf der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis  $r$ , das zu verändern ist, in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal, das der Zeitdauer entspricht, während der die Betätigungs-einheit **26** betätigt wird.

**[0057]** Bei einem weiteren Beispiel, in einem Fall, in dem eine Betätigung zur Erhöhung des Überset-zungsverhältnisses  $r$  mehrere Male an der Betäti-gungseinheit **26** innerhalb einer zweiten vorgegebenen Zeitdauer **TX2** durchgeführt wird, überträgt die Betätigungseinheit **26** ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, jedes Mal, wenn die Be-tätigung durchgeführt wird, an die Steuereinheit **42**. In einem Fall, in dem eine Betätigung zur Verringe-rung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  mehrere Ma-

le an der Betätigungseinheit **26** innerhalb der zweiten vorgegebenen Zeitdauer TX2 durchgeführt wird, überträgt die Betätigungseinheit **26** ein Ausgangssignal, das das Herunterschaltssignal umfasst, jedes Mal, wenn die Betätigung durchgeführt wird, an die Steuereinheit **42**. Jedes Mal, wenn die Steuereinheit **42** das Ausgangssignal empfängt, führt die Steuereinheit **42** eine erste Steuerung aus, die ein Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  verändert. Die Betätigungseinheit **26** kann an die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal übertragen, das der Anzahl der Male entspricht, die die Betätigungseinheit **26** innerhalb der zweiten vorgegebenen Zeitdauer TX2 betätigt wird. In diesem Fall aktualisiert die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  basierend auf der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis  $r$ , das zu verändern ist, in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal, das der Anzahl der Male entspricht, die die Betätigungseinheit **26** betätigt wird.

**[0058]** Das Ausgangssignal der Betätigungseinheit **26** kann eine Anforderung zum Verändern des Übersetzungsverhältnisses  $r$  in mehreren Schritten umfassen. Die Betätigungseinheit **26** umfasst beispielsweise einen Schalter, der das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten verändert. In einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal der Betätigungseinheit **26** empfängt, kann die Steuereinheit **42** eine Schaltungsanforderung einstellen, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten verändert, in Abhängigkeit von dem Signal oder dem Steuerzustand des Fahrrads **10**.

**[0059]** Die Batterie **32** umfasst eine oder mehr Batteriezellen. Die Batteriezellen umfassen eine wiederaufladbare Batterie. Die Batterie **32** ist am Fahrrad **10** montiert, um andere elektrische Komponenten (z.B. den Motor **24**, das Stellglied **28** und die Fahrradsteuereinrichtung **40**) mit elektrischer Energie versorgt, die durch Drähte mit der Batterie **32** elektrisch verbunden sind.

**[0060]** Der Drehmomentsensor **34** Sensor gibt ein Signal aus, das der vom Menschen aufgebrachten Leistung  $T$  entspricht. Der Drehmomentsensor **34** detektiert die vom Menschen aufgebrachte Leistung  $T$ , die auf die Kurbelwelle **12B** ausgeübt wird. Der Drehmomentsensor **34** kann zwischen der Kurbelwelle **12B** und dem vorderen Drehkörper **12E** angeordnet sein. Alternativ kann der Drehmomentsensor **34** an der Kurbelwelle **12B**, dem vorderen Drehkörper **12E**, den Kurbelarmen **12C** oder den Pedalen **12D** angeordnet sein. Der Drehmomentsensor **34** kann beispielsweise durch einen Dehnungssensor, einen magnetostriktiven Sensor, einen optischen Sensor oder einen Drucksensor verwirklicht sein. Jeder Sensor kann als der Drehmomentsensor **34** verwendet werden, solange der Sensor ein Signal ausgibt, das der vom Menschen aufgebrachten Leistung  $T$  entspricht,

die auf die Kurbelarme **12C** oder die Pedale **12D** ausgeübt wird.

**[0061]** Der Drehwinkelsensor **36** detektiert einen Drehwinkel CA der Kurbel. Der Drehwinkelsensor **36** ist an den Rahmen des Fahrrads **10** oder ein Gehäuse (nicht gezeigt) der Unterstützungseinheit A gekoppelt. Der Drehwinkelsensor **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 zwischen dem zweiten Element **36B** und einem zweiten Magneten M2 entspricht. Der erste Magnet M1 befindet sich an der Kurbelwelle **12B** oder an den Kurbelarmen **12C** und koaxial mit der Kurbelwelle **12B**. Der erste Magnet M1 ist ein Ringmagnet, bei dem verschiedene Magnetpole abwechselnd nebeneinander in der Umfangsrichtung angeordnet sind. Das erste Element **36A** detektiert den Drehwinkel der Kurbel **12A** relativ zum Rahmen. Während sich die Kurbel **12A** einmal dreht, gibt das erste Element **36A** ein Signal von Zyklen aus, von denen jedes dem Winkel entspricht, der durch das Dividieren von 360 Grad durch die Anzahl von Magnetpolen erhalten wird, die dieselbe Polarität aufweisen. Der Minimalwert des Drehwinkels der Kurbel **12A**, der durch den Drehwinkelsensor **36** detektierbar ist, ist 180 Grad oder weniger. Der Minimalwert beträgt vorzugsweise fünfzehn Grad, und weiter bevorzugt sechs Grad. Der zweite Magnet M2 befindet sich an der Kurbelwelle **12B** oder an den Kurbelarmen **12C**. Das zweite Element **36B** detektiert einen Referenzwinkel der Kurbel **12A** (z.B. den oberen Totpunkt oder den unteren Totpunkt der Kurbel **12A**) relativ zum Rahmen. Das zweite Element **36B** gibt ein Signal von Zyklen aus, von denen jedes einer Drehung der Kurbelwelle **12B** entspricht.

**[0062]** Der Drehwinkelsensor **36** kann anstelle des ersten Elements **36A** und des zweiten Elements **36B** einen Magnetsensor umfassen, der ein Signal ausgibt, das der Größe des Magnetfeldes entspricht. In diesem Fall ist anstelle des ersten Magneten M1 und des zweiten Magneten M2 ein Ringmagnet, bei dem sich die Größe des Magnetfeldes in der Umfangsrichtung unterscheidet, an der Kurbelwelle **12B** koaxial mit der Kurbelwelle **12B** angeordnet. Die Verwendung eines Magnetsensors, der ein Signal ausgibt, das der Größe des Magnetfeldes entspricht, macht es möglich, dass ein Sensor die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel und den Drehwinkel der Kurbel **12A** detektiert. Dies vereinfacht die Struktur und erleichtert den Zusammenbau. Der Drehwinkelsensor **36** kann die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel zusätzlich zum Drehwinkel CA der Kurbel detektieren. Die Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel kann aus einer von der Ausgabe des ersten Elements **36A**, der Ausgabe des zweiten Elements **36B** und der Ausgabe des Magnetsensors detektiert werden.



**[0063]** Der Getriebezustandsdetektor **38** detektiert den Betätigungszustand der Getriebeeinheit **22**. Bei einem Beispiel umfasst die Getriebeeinheit **22** einen sich bewegendem Abschnitt (nicht gezeigt), der sich in Abhängigkeit von Veränderungen des Übersetzungsverhältnisses  $r$  bewegt, und der Getriebezustandsdetektor **38** detektiert die Position des sich bewegendem Abschnitts. In einem weiteren Beispiel detektiert der Getriebezustandsdetektor **38** das Übersetzungsverhältnis  $r$  basierend auf der Drehgeschwindigkeit des Hinterrades relativ zur Drehgeschwindigkeit  $N$  der Kurbel.

**[0064]** Die Fahrradsteuereinrichtung **40** umfasst die Steuereinheit **42**. Bei einem Beispiel wird bevorzugt, dass die Fahrradsteuereinrichtung **40** des Weiteren einen Speicher **44** umfasst.

**[0065]** Die Steuereinheit **42** umfasst einen Arithmetik-Prozessor, der vorgegebene Steuerprogramme ausführt. Der Arithmetik-Prozessor umfasst beispielsweise eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder eine Mikroverarbeitungseinheit (MPU). Die Steuereinheit **42** kann einen oder mehr Mikrocomputer umfassen. Der Speicher **44** speichert Information, die in verschiedenen Arten von Steuerprogrammen und verschiedenen Arten von Steuerprozessen verwendet wird. Der Speicher **44** umfasst beispielsweise einen nichtflüchtigen Speicher und einen flüchtigen Speicher. Die Steuereinheit **42** umfasst des Weiteren einen Zeitnehmer.

**[0066]** Die Steuereinheit **42** empfängt ein Ausgangssignal von der Betätigungseinheit **26** als eine Schaltanforderung. Die Steuereinheit **42** steuert die Getriebeeinheit **22** und den Motor **24** in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert. Genauer führt in einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal empfängt, das das Hochschaltsignal als die Schaltanforderung umfasst, die Steuereinheit **42** die erste Steuerung aus, um das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das der Schaltanforderung entspricht (hiernach als „das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ “ bezeichnet) und im Speicher **44** gespeichert ist, zu erhöhen. In einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal empfängt, das das Herunterschaltsignal als die Schaltanforderung umfasst, führt die Steuereinheit **42** die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das im Speicher **44** gespeichert ist, zu verringern.

**[0067]** Die erste Steuerung wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung in vorgegebenen Zyklen aus, solange die Fahrradsteuereinrichtung **40** mit Energie versorgt wird.

**[0068]** In Schritt S11 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Schaltanforderung empfangen wird oder nicht.

Wenn die Schaltanforderung empfangen wird, geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S12 und aktualisiert das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das im Speicher **44** gespeichert ist, und führt dann den Prozess von Schritt S11 nach dem vorgegebenen Zyklus wieder aus. Wenn die Schaltanforderung in Schritt S11 nicht empfangen wird, führt die Steuereinheit **42** den Prozess von Schritt S11 nach dem vorgegebenen Zyklus wieder aus.

**[0069]** Die Steuereinheit **42** führt eine zweite Steuerung aus, die die Getriebeeinheit **22** und den Motor **24** in Abhängigkeit von dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  steuert, das in der ersten Steuerung aktualisiert wird.

**[0070]** In einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, führt die Steuereinheit **42** wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung aus. In einem Fall, in dem die Betätigungseinheit **26** kontinuierlich für die erste vorgegebene Zeitdauer TX1 oder länger betätigt wird oder die Betätigungseinheit **26** mehrfach innerhalb der zweiten vorgegebenen Zeitdauer TX2 betätigt wird, führt die Steuereinheit **42** wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung aus. Die Steuereinheit **42** führt wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von der Schaltanforderung aus, die empfangen wird, bevor der Drehwinkel CA der Kurbel einen ersten Winkel CA1 erreicht.

**[0071]** Genauer führt die Steuereinheit **42** eine oder keine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung aus, basierend auf dem Ergebnis eines Vergleichs zwischen dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das durch die Schaltanforderung aktualisiert wird, und dem Übersetzungsverhältnis  $r$ , das durch den Getriebezustandsdetektor **38** detektiert wird. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das durch die Schaltanforderung aktualisiert wird, mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt, führt die Steuereinheit **42** keine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung aus. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das durch die Schaltanforderung aktualisiert wird, sich von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  in nur einem Schritt unterscheidet, führt die Steuereinheit **42** die erste Schaltbetätigung aus. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das durch die Schaltanforderung aktualisiert wird, sich von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  um zwei oder mehr Schritte unterscheidet, führt die Steuereinheit **42** zumindest eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  und der Differenz zwischen dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  und dem Übersetzungsverhältnis  $r$  aus.

nis  $r$  aus. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  die Obergrenze des Übersetzungsverhältnisses  $r$  übersteigt, die durch die Getriebeeinheit **22** machbar ist, führt die Steuereinheit **42** keine Übersetzung durch, die die Obergrenze des Übersetzungsverhältnisses  $r$  übersteigen würde. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  kleiner als die Untergrenze des Übersetzungsverhältnisses  $r$  ist, die durch die Getriebeeinheit **22** machbar ist, führt die Steuereinheit **42** keine Übersetzung durch, die kleiner als die Untergrenze des Übersetzungsverhältnisses  $r$  werden würde. In einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ausgebildet ist, eine Mehrzahl von Getriebeeinheiten **22** zu steuern, beziehen sich die Obergrenze und die Untergrenze des Übersetzungsverhältnisses  $r$  auf die Obergrenze und die Untergrenze des Übersetzungsverhältnisses des Fahrrads **10**, das durch jede der Getriebeeinheiten **22** machbar ist. In der ersten Steuerung, die in **Fig. 2** gezeigt wird, kann in Schritt S12 die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  in einem Bereich von der Untergrenze bis zur Obergrenze des Anforderungsübersetzungsverhältnisses  $rA$  einstellen.

**[0072]** Die Steuereinheit **42** führt eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von einer zweiten Zeit  $T2$  aus, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit **22** zu dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  zu bewegen. Wenn eine erste Zeit  $T1$  größer oder gleich der zweiten Zeit  $T2$  ist, führt die Steuereinheit **42** die erste Schaltbetätigung aus. Wenn die erste Zeit  $T1$  kleiner als die zweite Zeit  $T2$  ist, führt die Steuereinheit **42** die zweite Schaltbetätigung aus. Die zweite Zeit  $T2$  variiert in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  und dem Übersetzungsverhältnis  $r$ . Bei einem Beispiel speichert der Speicher **44** eine Übersetzungszeit, die benötigt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  in einem Schritt zu erhöhen, und eine Übersetzungszeit, die benötigt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  in einem Schritt zu verringern. Die Steuereinheit **42** berechnet die zweite Zeit  $T2$ , indem sie die im Speicher **44** gespeicherten Übersetzungszeiten addiert, basierend auf dem vorliegenden Übersetzungsverhältnis  $r$  und dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ . Die erste Zeit  $T1$  wird auf die Zeit eingestellt, die eine Übersetzung in einem Schritt bei jedem Übersetzungsverhältnis  $r$  erlaubt. Das Übersetzungsverhältnis kann die dieselbe Übersetzungszeit oder verschiedene Übersetzungszeiten in jedem Schritt aufweisen. Die Übersetzungszeit kann durch die Steuereinheit **42** in Abhängigkeit von den Eigenschaften und der Leistung der Getriebeeinheit **22** eingestellt werden. Beispielsweise kann die Steuereinheit **42** mit einer externen Vorrichtung, wie etwa einem Personal Computer, über drahtlose oder drahtgebundene Kommunikation verbunden sein, um die Übersetzungszeit einzustellen.

**[0073]** Bei der ersten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** und betätigt die Getriebeeinheit **22**, bis das Übersetzungsverhältnis das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  wird.

**[0074]** Wenn die Steuereinheit **42** die Schaltanforderung empfängt, und der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel des Fahrrads **10** den ersten Winkel  $CA1$  erreicht, begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** und beginnt mit der Betätigung der Getriebeeinheit **22**. Die Steuereinheit **42** begrenzt die Leistung des Motors **24**, bis die erste Zeit  $T1$  von der Zeit an abläuft, zu der der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht. Zu der Zeit, zu der die erste Zeit  $T1$  abgelaufen ist, verringert die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24**. Es ist bevorzugt, dass zu der Zeit, zu der die erste Zeit  $T1$  abgelaufen ist, die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** stoppt und den Motor **24** bei dem Unterstützungsverhältnis steuert, das verwendet wurde, unmittelbar bevor mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen wurde.

**[0075]** Der erste Winkel  $CA1$  ist in einem Bereich von 45 Grad von einem ersten Drehwinkel  $CX1$ , der einem von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** entspricht, bis zu der vorgelagerten Seite des ersten Drehwinkels  $CX1$  in einer ersten Richtung, in die die Kurbel **12A** gedreht wird, um das Fahrrad **10** vorzutreiben, enthalten. Die erste Richtung ist die Richtung, in die die Kurbel **12A** gedreht wird, um das Fahrrad **10** vorwärts zu bewegen. Wenn der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel in einem Zustand 0 Grad beträgt, in dem sich einer der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** am oberen Totpunkt befindet, beträgt der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel in einem Zustand 180 Grad, in dem sich einer der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** am unteren Totpunkt befindet. In diesem Fall ist der erste Drehwinkel  $CX1$  eines von 0 Grad und 180 Grad. Auch ist in diesem Fall der erste Winkel  $CA1$  in einem von einem Bereich von -45 Grad (215 Grad) bis 0 Grad und einem Bereich von 135 Grad bis 180 Grad enthalten. In einem Fall, in dem der erste Drehwinkel  $CX1$  auf 0 Grad eingestellt ist, ist der erste Winkel  $CA1$  in dem Bereich von -45 Grad (215 Grad) bis 0 Grad enthalten. In einem Fall, in dem der erste Drehwinkel  $CX1$  auf 180 Grad eingestellt ist, ist der erste Winkel  $CA1$  in dem Bereich von 135 Grad bis 180 Grad enthalten. Die Steuereinheit **42** kann eines von 0 Grad und 180 Grad für den ersten Drehwinkel  $CX1$  auswählen. Wenn sich beispielsweise der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel zur Zeit des Empfangs der Schaltanforderung im Bereich von 135 Grad bis 215 Grad befindet, stellt die Steuereinheit **42** den ersten Drehwinkel  $CX1$  auf 360 (0) Grad ein. In diesem Fall ist der erste Winkel  $CA1$  in einem Bereich von 215 Grad bis 360 (0) Grad des nächsten Zyklus enthalten. Wenn sich der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel zur Zeit

des Empfangs der Schaltanforderung im Bereich von 215 Grad bis 135 Grad des nächsten Zyklus befindet, stellt die Steuereinheit **42** den ersten Drehwinkel CX1 auf 180 Grad ein. In diesem Fall ist der erste Winkel CA1 in einem Bereich von 135 Grad bis 180 Grad des nächsten Drehzyklus enthalten.

**[0076]** Bei der zweiten Schaltbetätigung begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** und betätigt die Getriebeeinheit **22**, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  ein Zwischenübersetzungsverhältnis  $r$  des Anforderungsübersetzungsverhältnisses  $r_A$  erreicht. Nachdem sie zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors **24** verringert hat, begrenzt die Steuereinheit **42** wieder die Leistung des Motors **24** und betätigt die Getriebeeinheit **22**. Bei der zweiten Schaltbetätigung, nachdem die Steuereinheit **42** zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors **24** verringert, falls der Drehwinkel CA der Kurbel des Fahrrads **10** einen zweiten Winkel CA2 erreicht, begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** und beginnt mit der Betätigung der Getriebeeinheit **22**. Die Steuereinheit **42** begrenzt die Leistung des Motors **24**, bis die erste Zeit T1 von der Zeit an abläuft, zu der der Drehwinkel CA der Kurbel den zweiten Winkel CA2 erreicht. Zu der Zeit, zu der die erste Zeit T1 abgelaufen ist, verringert die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24**. Es ist bevorzugt, dass zu der Zeit, zu der die erste Zeit T1 abgelaufen ist, die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** stoppt und den Motor **24** bei dem Unterstützungsverhältnis steuert, das verwendet wurde, unmittelbar bevor mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen wurde.

**[0077]** Bei einem Beispiel ist der zweite Winkel CA2 gleich dem ersten Winkel CA1. Der zweite Winkel CA2 ist in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Drehwinkel CX2, der einem von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des zweiten Drehwinkels CX2 in der ersten Richtung enthalten. In diesem Fall beträgt, wenn der erste Drehwinkel CX1 0 Grad beträgt, der zweite Drehwinkel CX2 0 Grad, und der zweite Winkel CA2 ist in dem Bereich von -45 Grad (215 Grad) bis 0 Grad enthalten. Wenn der erste Drehwinkel CX1 180 Grad beträgt, beträgt der zweite Drehwinkel CX2 180 Grad, und der zweite Winkel CA2 ist in dem Bereich von 135 Grad bis 180 Grad enthalten.

**[0078]** In einem anderen Beispiel unterscheidet sich der zweite Winkel CA2 von dem ersten Winkel CA1. Der zweite Winkel CA2 befindet sich an der vorgelagerten Seite oder der nachgelagerten Seite des ersten Winkels CA1 in der ersten Richtung. Bei einem Beispiel befindet sich der zweite Winkel CA2 an der nachgelagerten Seite des ersten Winkels CA1 und um 180 Grad getrennt. Der zweite Winkel CA2 ist in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Dreh-

winkel CX2, der dem anderen von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des einen der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des zweiten Drehwinkels CX2 in der ersten Richtung enthalten. In diesem Fall beträgt, wenn der erste Drehwinkel CX1 0 Grad beträgt, der zweite Drehwinkel CX2 180 Grad, und der zweite Winkel CA2 ist in dem Bereich von 135 bis 180 Grad enthalten. Wenn der erste Drehwinkel CX1 180 Grad beträgt, beträgt der zweite Drehwinkel CX2 0 Grad, und der zweite Winkel CA2 ist in dem Bereich von -45 Grad (215 Grad) bis 0 Grad enthalten.

**[0079]** Die zweite Steuerung wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben. Die Steuereinheit **42** führt die zweite Steuerung in vorgegebenen Zyklen aus, solange die Fahrradsteuereinrichtung **40** mit Energie versorgt wird. Hierbei konzentriert sich die Beschreibung auf einen Fall, in dem der erste Winkel CA1 gleich dem zweiten Winkel CA2 ist. Bei einem Beispiel entspricht der erste Drehwinkel CX1 einem von 0 Grad und 180 Grad. Der zweite Drehwinkel CX2 entspricht einem von 0 Grad und 180 Grad. In diesem Fall wird die zweite Steuerung nur einmal durchgeführt, während die Kurbel **12A** einmal gedreht wird.

**[0080]** In Schritt S21 detektiert die Steuereinheit **42** das Übersetzungsverhältnis  $r$  und geht zu Schritt S22 weiter. In Schritt S22 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt oder nicht. Genauer vergleicht die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$ , das in der ersten in **Fig. 2** gezeigten Steuerung aktualisiert wird, und das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das durch den Getriebezustandsdetektor **38** detektiert wird. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess. Wenn sich das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  unterscheidet, geht die Steuereinheit **42** weiter zum Schritt S23.

**[0081]** In Schritt S23 berechnet die Steuereinheit **42** die zweite Zeit T2. Wenn die zweite Zeit T2 kleiner als die erste Zeit T1 ist, stellt die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  als ein Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  ein. Wenn die zweite Zeit T2 größer oder gleich der ersten Zeit T1 ist, stellt die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  auf ein Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das zwischen dem vorliegenden Übersetzungsverhältnis  $r$  und dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  liegt und durch die Getriebeeinheit **22** innerhalb der ersten Zeit T1 verändert werden kann. Das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$ , das in dem Fall eingestellt wird, in dem die zweite Zeit T2 größer oder gleich der ersten Zeit T1 ist, entspricht dem Zwischenübersetzungsverhältnis  $r$ .

**[0082]** In Schritt S24 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht hat oder nicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 nicht erreicht hat, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess. Nach einem vorgegebenen Zyklus führt die Steuereinheit **42** die Prozesse erneut von Schritt S21 an aus. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  in der ersten Steuerung verändert wird, bevor Schritt S22 im nächsten Steuerungszyklus der zweiten Steuerung durchgeführt wird, führt die Steuereinheit **42** die Bestimmung von Schritt S22 basierend auf dem veränderten Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  durch. Somit führt die Steuereinheit **42** die Prozesse von Schritt S22 an in Abhängigkeit von der Schaltanforderung aus, die empfangen wird, bevor der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht. Wenn die Steuereinheit **42** in Schritt S24 bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht hat, beginnt die Steuereinheit **42** damit, die Leistung des Motors **24** in Schritt S25 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S26. In Schritt S26 führt die Steuereinheit **42** die Getriebebetätigung an der Getriebeeinheit **22** aus, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  in das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  verändert wurde, das in Schritt S23 eingestellt wird. Wenn sich das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  um zwei oder mehr Schritte unterscheidet, betätigt die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22** kontinuierlich.

**[0083]** In Schritt S27 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die erste Zeit T1 abgelaufen ist oder nicht. Genauer bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht hat, größer oder gleich der ersten Zeit T1 ist oder nicht. In einem weiteren Beispiel bestimmt in Schritt S27 die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem die Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen hat, größer oder gleich der ersten Zeit T1 ist oder nicht. Die Steuereinheit **42** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S27, bis die erste Zeit T1 abläuft. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass die erste Zeit T1 abgelaufen ist, geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S28 und verringert die Begrenzung der Leistung des Motors **24** und beendet den Prozess. Bei einem Beispiel steuert die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** unter derselben Bedingung wie die Bedingung, die verwendet wurde, bevor die Leistung des Motors **24** in Schritt S25 begrenzt wurde, und stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

**[0084]** Wenn das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$ , das in Schritt S23 eingestellt wurde, nicht gleich dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  ist und das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  während einer Zeitdauer vor dem Schritt S22 im nächsten Steuerungszyklus der zweiten Steuerung nicht aktualisiert

wird oder die Differenz zwischen dem vorliegenden Übersetzungsverhältnis  $r$  und dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  erhöht wird, führt die Steuereinheit **42** die zweite Steuerung durch, so dass das Übersetzungsverhältnis  $r$  sich dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  im nächsten Steuerungszyklus der zweiten Steuerung annähert. Obwohl die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S28 des vorherigen Steuerungszyklus der zweiten Steuerung verringert wurde, wird somit die Begrenzung der Leistung des Motors **24** zu der Zeit wieder aufgenommen, zu der der Drehwinkel CA der Kurbel wieder den ersten Winkel CA1 erreicht.

**[0085]** Die zweite Steuerung, die in einem Fall ausgeführt wird, in dem der erste Winkel CA1 sich von dem zweiten Winkel CA2 unterscheidet, wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. Die Steuereinheit **42** führt die Prozesse der Schritte S21 bis S28, die in **Fig. 3** gezeigt werden, durch dieselben Prozeduren wie in der zweiten Steuerung durch, die in einem Fall ausgeführt wird, in dem der erste Winkel CA1 gleich dem zweiten Winkel CA2 ist.

**[0086]** Nachdem die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S28 verringert, geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S62 und bestimmt durch denselben Prozess wie in Schritt S22, ob das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt oder nicht. Wenn sich das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  unterscheidet, geht die Steuereinheit **42** weiter zum Schritt S63.

**[0087]** In Schritt S63 berechnet die Steuereinheit **42** eine vierte Zeit T4, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit **22** zu dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  zu bewegen. Wenn die vierte Zeit T4 kleiner als eine dritte Zeit T3 ist, die im Vorhinein im Speicher **44** gespeichert wird, stellt die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  als das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  ein. Bei einem Beispiel ist die dritte Zeit T3 gleich der ersten Zeit T1. Wenn die vierte Zeit T4 größer oder gleich der dritten Zeit T3 ist, stellt die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  auf ein Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das zwischen dem vorliegenden Übersetzungsverhältnis  $r$  und dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  liegt und durch die Getriebeeinheit **22** innerhalb der dritten Zeit T3 verändert werden kann. Das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$ , das in dem Fall eingestellt wird, in dem die vierte Zeit T4 größer oder gleich der dritten Zeit T3 ist, entspricht dem Zwischenübersetzungsverhältnis  $r$ .

**[0088]** In Schritt S64 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob der Drehwinkel CA der Kurbel den zweiten Winkel CA2 erreicht hat oder nicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den

zweiten Winkel CA2 nicht erreicht hat, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess. Nach einem vorgegebenen Zyklus führt die Steuereinheit **42** die Prozesse erneut von Schritt S21 an aus, der in **Fig. 3** gezeigt wird. Wenn die Steuereinheit **42** in Schritt S64 bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den zweiten Winkel CA2 erreicht hat, beginnt die Steuereinheit **42** damit, die Leistung des Motors **24** in Schritt S65 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S66. Während der Zeitdauer von Schritt S28 bis Schritt S64 wird die Begrenzung der Leistung des Motors **24** verringert. Somit wird die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S65 wieder aufgenommen. In Schritt S66 führt die Steuereinheit **42** die Getriebebetätigung an der Getriebeeinheit **22** aus, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  in das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  verändert wurde, das in Schritt S63 eingestellt wurde. Wenn sich das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  um zwei oder mehr Schritte unterscheidet, betätigt die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22** kontinuierlich.

**[0089]** In Schritt S67 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die dritte Zeit T3 abgelaufen ist oder nicht. Genauer bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem der Drehwinkel CA der Kurbel den zweiten Winkel CA2 erreicht hat, größer oder gleich der dritten Zeit T3 ist oder nicht. In einem weiteren Beispiel bestimmt in Schritt S67 die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem die Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen hat, größer oder gleich der dritten Zeit T3 ist oder nicht. Die Steuereinheit **42** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S67, bis die dritte Zeit T3 abläuft. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass die dritte Zeit T3 abgelaufen ist, verringert die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S68 und beendet den Prozess. Bei einem Beispiel steuert die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** unter derselben Bedingung wie die Bedingung, die verwendet wurde, bevor die Leistung des Motors **24** in Schritt S65 begrenzt wurde, und stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

**[0090]** Der Ausführungsmodus der ersten Schaltbetätigung, die in der ersten Steuerung und der zweiten Steuerung durchgeführt wird, wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beschrieben. In **Fig. 5B** deutet die doppelt strichpunktierte Linie das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  an, und die durchgezogene Linie deutet das Übersetzungsverhältnis  $r$  an.

**[0091]** Die Zeit t11 zeigt die Zeit an, zu der die Betätigungseinheit **26** betätigt wird, um ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, an die Steuereinheit **42** zu übertragen. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  in einem Schritt zu erhöhen.

**[0092]** Die Zeit t12 zeigt die Zeit an, zu der die Betätigungseinheit **26** betätigt wird, um ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, an die Steuereinheit **42** zu übertragen. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$ , das zur Zeit t11 verändert wurde, in einem Schritt weiter zu erhöhen.

**[0093]** Die Zeit t13 zeigt die Zeit an, zu der der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht. Die Steuereinheit **42** vergleicht das Übersetzungsverhältnis  $r$  und das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$ . Hier ist die zweite Zeit T2, die zur Erhöhung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  um zwei Schritte benötigt wird, kleiner oder gleich der ersten Zeit T1. Somit stellt die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  auf das Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das um zwei Schritte größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist. Zur Zeit t13 beginnt die Steuereinheit **42** damit, die Leistung des Motors **24** zu begrenzen. Zusätzlich zum Beginn der Begrenzung der Leistung des Motors **24** steuert die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22**, die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  um zwei Schritte zu beginnen. Es wird bevorzugt, dass die Getriebeeinheit **22** betätigt wird, nachdem mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen wurde. Jedoch können die Begrenzung der Leistung des Motors **24** und die Betätigung der Getriebeeinheit **22** gleichzeitig begonnen werden. Alternativ kann die Betätigung der Getriebeeinheit **22** unmittelbar vor dem Beginn der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen werden.

**[0094]** Die Zeit t14 zeigt die Zeit an, zu der die erste Zeit T1 von der Zeit t13 abläuft. Die Steuereinheit **42** stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

**[0095]** Der Ausführungsmodus der zweiten Schaltbetätigung, die in der ersten Steuerung und der zweiten Steuerung durchgeführt wird, wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** beschrieben. In **Fig. 6B** deutet die doppelt strichpunktierte Linie das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  an, und die durchgezogene Linie deutet das Übersetzungsverhältnis  $r$  an. Die einfach strichpunktierte Linie in **Fig. 6B** zeigt das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das verändert wird, in einem Fall an, in dem die Betätigung der Getriebeeinheit **22** fortgeführt wird, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  wird, ohne die Betätigung der Getriebeeinheit **22** zur Zeit t25 zu unterbrechen.

**[0096]** Die Zeit t21 zeigt die Zeit an, zu der die Betätigungseinheit **26** betätigt wird, um ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, an die Steuereinheit **42** zu übertragen. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  in einem Schritt zu erhöhen.

**[0097]** Die Zeit  $t_{22}$  zeigt die Zeit an, zu der die Betätigungseinheit **26** betätigt wird, um ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, an die Steuereinheit **42** zu übertragen. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das zur Zeit  $t_{21}$  verändert wurde, in einem Schritt weiter zu erhöhen.

**[0098]** Die Zeit  $t_{23}$  zeigt die Zeit an, zu der die Betätigungseinheit **26** betätigt wird, um ein Ausgangssignal, das das Hochschaltsignal umfasst, an die Steuereinheit **42** zu übertragen. Die Steuereinheit **42** führt die erste Steuerung aus, um das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das zur Zeit  $t_{22}$  verändert wurde, in einem Schritt weiter zu erhöhen.

**[0099]** Die Zeit  $t_{24}$  zeigt die Zeit an, zu der der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht. Die Steuereinheit **42** vergleicht das Übersetzungsverhältnis  $r$  und das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ . In einem Fall, in dem die zweite Zeit  $T2$ , die benötigt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu erhalten, das um drei Schritte größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, größer oder gleich der ersten Zeit  $T1$  ist, und die zweite Zeit  $T2$ , die benötigt wird, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu erhalten, das um zwei Schritte größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, kleiner oder gleich der ersten Zeit  $T1$  ist, stellt die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $rX$  auf das Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das um zwei Schritte größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, und beginnt mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24** zur Zeit  $t_{24}$ . Zusätzlich zum Beginn der Begrenzung der Leistung des Motors **24** steuert die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22**, die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses  $r$  um zwei Schritte zu beginnen. Es wird bevorzugt, dass die Getriebeeinheit **22** betätigt wird, nachdem mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen wurde. Jedoch können die Begrenzung der Leistung des Motors **24** und die Betätigung der Getriebeeinheit **22** gleichzeitig begonnen werden. Alternativ kann die Betätigung der Getriebeeinheit **22** unmittelbar vor dem Beginn der Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen werden. In diesem Fall entspricht das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das um zwei Schritte größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, dem Zwischenübersetzungsverhältnis  $r$ .

**[0100]** Die Zeit  $t_{25}$  zeigt die Zeit an, zu der die erste Zeit  $T1$  von der Zeit  $t_{24}$  abläuft. Die Steuereinheit **42** verringert die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

**[0101]** Die Zeit  $t_{26}$  zeigt die Zeit an, zu der der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den zweiten Winkel  $CA2$  erreicht. Die Steuereinheit **42** vergleicht das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  und das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , berechnet das Überset-

zungsverhältnis  $r$ , das um einen Schritt größer als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, als das Zielübersetzungsverhältnis  $rX$ , und beginnt mit der Begrenzung der Leistung des Motors **24**. Zusätzlich steuert die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22**, das Übersetzungsverhältnis  $r$  in einem Schritt zu verändern.

**[0102]** Die Zeit  $t_{27}$  zeigt die Zeit an, zu der die erste Zeit  $T1$  von der Zeit  $t_{26}$  abläuft. Die Steuereinheit **42** stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**. In einem Fall, in dem der erste Winkel  $CA1$  sich von dem zweiten Winkel  $CA2$  unterscheidet, zeigt die Zeit  $t_{27}$  die Zeit an, zu der die dritte Zeit  $T3$  von der Zeit  $t_{26}$  abläuft.

#### Zweite Ausführungsform

**[0103]** Eine zweite Ausführungsform der Fahrradsteuereinrichtung **40** wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 7** beschrieben. Dieselben Bezugszeichen werden an die Komponenten vergeben, die dieselben sind wie die entsprechenden Komponenten der ersten Ausführungsform. Solche Komponenten werden nicht detailliert beschrieben. Anstelle der ersten Steuerung und der zweiten Steuerung der ersten Ausführungsform wird in der zweiten Ausführungsform eine dritte Steuerung ausgeführt.

**[0104]** Die Steuereinheit **42** empfängt ein Ausgangssignal von der Betätigungseinheit **26** als die Schaltanforderung. Die Steuereinheit **42** steuert die Getriebeeinheit **22** und den Motor **24** in Abhängigkeit von der Schaltanforderung, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  verändert. Genauer führt in einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal empfängt, das das Hochschaltsignal als die Schaltanforderung umfasst, die Steuereinheit **42** die dritte Steuerung am Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  aus, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu erhöhen. In einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal empfängt, das das Herunterschaltsignal als die Schaltanforderung umfasst, führt die Steuereinheit **42** die dritte Steuerung am Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  aus, um das Übersetzungsverhältnis  $r$  zu verringern.

**[0105]** Die dritte Steuerung wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. Die Steuereinheit **42** führt die dritte Steuerung in vorgegebenen Zyklen aus, solange die Fahrradsteuereinrichtung **40** mit Energie versorgt wird.

**[0106]** In Schritt  $S31$  bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Schaltanforderung empfangen wird oder nicht. Wenn die Schaltanforderung nicht empfangen wird, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess und führt den Bestimmungsprozess von Schritt  $S31$  in jedem vorgegebenen Zyklus wieder aus. Wenn die Schalt-

anforderung empfangen wird, geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S32.

**[0107]** Die Steuereinheit **42** detektiert das Übersetzungsverhältnis  $r$  in Schritt S32 und geht zu Schritt S33 weiter. In Schritt S33 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt oder nicht. Genauer vergleicht die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das in dem Ausgangssignal von der Betätigungseinheit **26** enthalten ist, und das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das durch den Getriebezustandsdetektor **38** detektiert wird. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess. Wenn sich das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  unterscheidet, geht die Steuereinheit **42** weiter zum Schritt S34.

**[0108]** Die Steuereinheit **42** berechnet die zweite Zeit  $T2$ , die benötigt wird, um die Getriebeeinheit **22** zu dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  zu bewegen, in Schritt S34 und geht weiter zu Schritt S35.

**[0109]** In Schritt S35 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht hat oder nicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  nicht erreicht hat, wiederholt die Steuereinheit **42** den Prozess von Schritt S35, bis der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht hat, beginnt die Steuereinheit **42** damit, die Leistung des Motors **24** in Schritt S36 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S37. In Schritt S37 führt die Steuereinheit **42** die Getriebebetätigung an der Getriebeeinheit **22** aus, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  wird. Wenn sich das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  um zwei oder mehr Schritte unterscheidet, betätigt die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22** kontinuierlich.

**[0110]** In Schritt S38 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die zweite Zeit  $T2$  abgelaufen ist oder nicht. Genauer bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht hat, größer oder gleich der zweiten Zeit  $T2$  ist oder nicht. In einem weiteren Beispiel bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem die Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen hat, größer oder gleich der zweiten Zeit  $T2$  ist oder nicht. Die Steuereinheit **42** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S38, bis die zweite Zeit  $T2$  abläuft. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass die zweite Zeit  $T2$  abgelaufen ist, stoppt die Steuerein-

heit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S39 und beendet den Prozess. Bei einem Beispiel steuert die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** unter derselben Bedingung wie die Bedingung, die verwendet wurde, bevor die Leistung des Motors **24** in Schritt S36 begrenzt wurde, und stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

### Dritte Ausführungsform

**[0111]** Eine dritte Ausführungsform der Fahrradsteuereinrichtung **40** wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 8** beschrieben. Dieselben Bezugszeichen werden an die Komponenten vergeben, die dieselben sind wie die entsprechenden Komponenten der zweiten Ausführungsform. Solche Komponenten werden nicht detailliert beschrieben. Die dritte Ausführungsform führt eine vierte Steuerung aus, die sich von der dritten Steuerung der zweiten Ausführungsform dahingehend unterscheidet, dass der erste Winkel  $CA1$  in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird.

**[0112]** Wenn der Drehwinkel  $CA$  der Kurbel den ersten Winkel  $CA1$  erreicht, begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** und beginnt mit der Betätigung der Getriebeeinheit **22**. In einem Fall, in dem die Getriebeeinheit **22** das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, ändert die Steuereinheit **42** den ersten Winkel  $CA1$  weiter zu der vorgelagerten Seite in der ersten Richtung, von einem Fall, in dem die Getriebeeinheit **22** das Übersetzungsverhältnis  $r$  in nur einem Schritt verändert, in Abhängigkeit von der Schaltanforderung.

**[0113]** Die vierte Steuerung wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben. Die Steuereinheit **42** führt die vierte Steuerung in vorgegebenen Zyklen aus, solange die Fahrradsteuereinrichtung **40** mit Energie versorgt wird.

**[0114]** In Schritt S31 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Schaltanforderung empfangen wird oder nicht. Wenn die Schaltanforderung nicht empfangen wird, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess und führt den Bestimmungsprozess von Schritt S31 in jedem vorgegebenen Zyklus wieder aus. Wenn die Schaltanforderung empfangen wird, geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S32.

**[0115]** Die Steuereinheit **42** detektiert das Übersetzungsverhältnis  $r$  in Schritt S32 und geht zu Schritt S33 weiter. In Schritt S33 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt oder nicht. Genauer vergleicht die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $rA$ , das in dem Ausgangssignal von der Betätigungseinheit **26** enthalten ist, und das Übersetzungsverhältnis

r, das durch den Getriebezustandsdetektor **38** detektiert wird. Wenn das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  mit dem Übersetzungsverhältnis  $r$  übereinstimmt, beendet die Steuereinheit **42** den Prozess. Wenn sich das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  von dem Übersetzungsverhältnis  $r$  unterscheidet, geht die Steuereinheit **42** weiter zum Schritt S41.

**[0116]** In Schritt S41 berechnet die Steuereinheit **42** eine zweite Zeit  $T_2$ , die benötigt wird, um die Getriebeeinheit **22** zu dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  zu bewegen, und stellt den ersten Winkel CA1 ein, der der zweiten Zeit  $T_2$  entspricht. Dann geht die Steuereinheit **42** weiter zu Schritt S35. Wenn die Getriebeeinheit **22** das Übersetzungsverhältnis  $r$  in nur einem Schritt in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, stellt die Steuereinheit **42** den ersten Winkel CA1 auf den Anfangswert des ersten Winkels CA1 ein, der im Vorhinein im Speicher **44** gespeichert wird. Wenn die Getriebeeinheit **22** das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, verändert die Steuereinheit **42** den ersten Winkel CA1 weiter zu der vorgelagerten Seite in der ersten Richtung, während die zweite Zeit  $T_2$  länger wird. Der Speicher **44** kann eine Tabelle, die die zweite Zeit  $T_2$  dem ersten Winkel CA1 zuordnet, oder eine Funktion des ersten Winkels CA1 und der zweiten Zeit  $T_2$  speichern. Die Steuereinheit **42** kann den ersten Winkel CA1 aus der zweiten Zeit  $T_2$  durch eine Berechnung unter Verwendung der Zuordnungstabelle oder der Funktion erhalten, die im Speicher **44** gespeichert sind.

**[0117]** In Schritt S35 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1, der in Schritt S41 eingestellt wurde, erreicht hat oder nicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 nicht erreicht hat, wiederholt die Steuereinheit **42** den Prozess von Schritt S35, bis der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht hat, beginnt die Steuereinheit **42** damit, die Leistung des Motors **24** in Schritt S36 zu begrenzen und geht weiter zu Schritt S37. In Schritt S37 führt die Steuereinheit **42** die Getriebebetätigung an der Getriebeeinheit **22** aus, bis das Übersetzungsverhältnis  $r$  das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  wird. Wenn sich das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  von dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  um zwei oder mehr Schritte unterscheidet, betätigt die Steuereinheit **42** die Getriebeeinheit **22** kontinuierlich.

**[0118]** In Schritt S38 bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die zweite Zeit  $T_2$  abgelaufen ist oder nicht. Genauer bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht hat, größer oder gleich der zwei-

ten Zeit  $T_2$  ist oder nicht. In einem weiteren Beispiel bestimmt die Steuereinheit **42**, ob die Zeit, nachdem die Begrenzung der Leistung des Motors **24** begonnen hat, größer oder gleich der zweiten Zeit  $T_2$  ist oder nicht. Die Steuereinheit **42** wiederholt die Bestimmung aus Schritt S38, bis die zweite Zeit  $T_2$  abläuft. Wenn die Steuereinheit **42** bestimmt, dass die zweite Zeit  $T_2$  abgelaufen ist, stoppt die Steuereinheit **42** die Begrenzung der Leistung des Motors **24** in Schritt S39 und beendet den Prozess. Bei einem Beispiel steuert die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** unter derselben Bedingung wie die Bedingung, die verwendet wurde, bevor die Leistung des Motors **24** in Schritt S39 begrenzt wurde, und stoppt die Begrenzung der Leistung des Motors **24**.

#### Abgewandelte Beispiele

**[0119]** Die obige Beschreibung stellt Ausführungsformen einer Fahrradsteuereinrichtung und eines Fahrradsteuersystems nach der vorliegenden Erfindung dar und soll nicht einschränkend sein. Die Fahrradsteuereinrichtung und das Fahrradsteuersystem 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 detailliert beschrieben.

**[0120]** Die zweite Steuerung der ersten Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt wird, kann in eine fünfte Steuerung verändert werden, die in **Fig. 9** gezeigt wird. Bei diesem abgewandelten Beispiel wird nur die Getriebeeinheit **22** gesteuert. Somit wird der Motor **24** nicht gesteuert. Die fünfte Steuerung, die in **Fig. 9** gezeigt wird, führt die Prozesse aus, die die Prozesse der Schritte S25 und S28 aus der zweiten Steuerung entfernen, die in **Fig. 3** gezeigt wird. Wenn der erste Winkel CA1 sich von dem zweiten Winkel CA2 unterscheidet, werden die Prozesse der Schritte S65 und S68, die in **Fig. 4** gezeigt werden, ebenso auf dieselbe Weise entfernt wie die Prozesse der Schritte S25 und S28. Bei diesem abgewandelten Beispiel kann die fünfte Steuerung, die in **Fig. 9** gezeigt wird, an dem Fahrradsteuersystem **20** durchgeführt werden, das den Motor **24** nicht umfasst.

**[0121]** Die zweite Steuerung der ersten Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt wird, kann in eine sechste Steuerung verändert werden, die in **Fig. 10** gezeigt wird. Bei diesem abgewandelten Beispiel begrenzt die Steuereinheit **42** die Leistung des Motors **24** von der Zeit an, zu der der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 erreicht, bis zu der Zeit, zu der der Drehwinkel CA der Kurbel einen dritten Winkel CA3 erreicht. Genauer wird der Schritt S51



aus **Fig. 10** anstelle von Schritt S27 aus **Fig. 1** durchgeführt. Die Steuereinheit **42** beginnt damit, die Leistung des Motors **24** in Schritt **25** zu begrenzen, und beginnt damit, die Getriebebetätigung an der Getriebeeinheit in Schritt S26 durchzuführen. Nachfolgend bestimmt in Schritt S51 die Steuereinheit **42**, ob der Drehwinkel CA der Kurbel den dritten Winkel CA3 erreicht hat oder nicht. Bei einem Beispiel ist der dritte Winkel CA3 in einem Bereich von 45 Grad von dem ersten Drehwinkel CX1, der einem von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme **12C** der Kurbel **12A** entspricht, bis zu der nachgelagerten Seite des ersten Drehwinkels CX1 in der ersten Richtung, in die die Kurbel **12A** gedreht wird, um das Fahrrad **10** vorzutreiben, enthalten.

**[0122]** Das abgewandelte Beispiel, das in **Fig. 10** gezeigt wird, kann wie folgt weiter verändert werden. Bei diesem abgewandelten Beispiel führt die Steuereinheit **42** die erste Schaltbetätigung aus, wenn eine geschätzte Zeit TA, die der Drehwinkel CA der Kurbel benötigt, um den dritten Winkel CA3 vom ersten Winkel CA1 aus zu erreichen, größer oder gleich der zweiten Zeit T2 ist. Wenn die geschätzte Zeit TA kleiner als die zweite Zeit T2 ist, führt die Steuereinheit **42** die zweite Schaltbetätigung aus. Genauer stellt in Schritt S23 der **Fig. 10**, wenn die geschätzte Zeit TA größer oder gleich der zweiten Zeit T2 ist, die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  als das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  ein. Dementsprechend führt die Steuereinheit **42** die erste Schaltbetätigung in den Prozessen von Schritt S24 an durch. Wenn die geschätzte Zeit TA kleiner als die zweite Zeit T2 in Schritt S23 ist, stellt die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  auf ein Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das zwischen dem vorliegenden Übersetzungsverhältnis  $r$  und dem Anforderungsübersetzungsverhältnis  $r_A$  liegt und durch die Getriebeeinheit **22** innerhalb der geschätzten Zeit TA verändert werden kann. Dementsprechend führt die Steuereinheit **42** die zweite Schaltbetätigung in den Prozessen von Schritt S24 und dem Prozess der sechsten Steuerung durch, der beim nächsten Mal und später durchgeführt wird. Die Steuereinheit **42** berechnet die geschätzte Zeit TA mittels der Drehgeschwindigkeit N der Kurbel, die durch den Drehwinkelsensor **36** zu erhalten ist.

**[0123]** Die erste Ausführungsform kann wie folgt verändert werden. Bei diesem abgewandelten Beispiel führt die Steuereinheit **42** eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von der Anzahl von Schritten im Übersetzungsverhältnis  $r$  zum Erreichen des Anforderungsübersetzungsverhältnisses  $r_A$  durch. Genauer stellt in Schritt S23 der **Fig. 3**, wenn die Anzahl von Schritten im Übersetzungsverhältnis  $r$  zum Erreichen des Anforderungsübersetzungsverhältnisses  $r_A$  kleiner als eine vorgegebene Anzahl von Schritten ist, die Steuereinheit **42** das Anforderungsübersetzungsver-

hältnis  $r_A$  als das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  ein. Dementsprechend führt die Steuereinheit **42** die erste Schaltbetätigung in den Prozessen von Schritt S24 an durch. Wenn die Anzahl von Schritten im Übersetzungsverhältnis  $r$  zum Erreichen des Anforderungsübersetzungsverhältnisses  $r_A$  größer als eine vorgegebene Anzahl von Schritten ist, stellt in Schritt S23 die Steuereinheit **42** das Zielübersetzungsverhältnis  $r_X$  auf ein Übersetzungsverhältnis  $r$  ein, das um die vorgegebene Anzahl von Schritten größer oder kleiner als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist. Dementsprechend führt die Steuereinheit **42** die zweite Schaltbetätigung in den Prozessen von Schritt S24 und dem Prozess der zweiten Steuerung durch, der beim nächsten Mal und später durchgeführt wird. In diesem Fall entspricht das Übersetzungsverhältnis  $r$ , das um die vorgegebene Anzahl von Schritten größer oder kleiner als das vorliegende Übersetzungsverhältnis  $r$  ist, dem Zwischenübersetzungsverhältnis  $r$ .

**[0124]** Bei der dritten Steuerung der zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 7** gezeigt wird, kann nur die Getriebeeinheit **22** gesteuert werden. Somit kann die Steuerung des Motors **24** weggelassen werden. Dieses abgewandelte Beispiel führt die Prozesse aus, die die Prozesse der Schritte S36 und S39 aus der dritten Steuerung entfernen. Bei diesem abgewandelten Beispiel kann die dritte Steuerung an dem Fahrradsteuersystem **20** durchgeführt werden, das den Motor **24** nicht umfasst.

**[0125]** Bei der vierten Steuerung der dritten Ausführungsform, die in **Fig. 8** gezeigt wird, kann nur die Getriebeeinheit **22** gesteuert werden. Somit kann die Steuerung des Motors **24** weggelassen werden. Dieses abgewandelte Beispiel führt die Prozesse aus, die die Prozesse der Schritte S36 und S39 aus der vierten Steuerung entfernen. Die vierte Steuerung kann an dem Fahrradsteuersystem **20** durchgeführt werden, das den Motor **24** nicht umfasst.

**[0126]** In der dritten Steuerung der zweiten Ausführungsform und der vierten Steuerung der dritten Ausführungsform kann der Drehwinkel CA der Kurbel, der die Begrenzung des Motors **24** stoppt, eingestellt werden, anstelle die zweite Zeit T2 einzustellen. Genauer stellt in Schritt S34 der zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 7** gezeigt wird, oder in Schritt S41 der dritten Ausführungsform die Steuereinheit **42** den Bereich des Drehwinkels CA der Kurbel ein, der die Leistung des Motors **24** begrenzt. Die Steuereinheit **42** berechnet den Drehwinkel CA der Kurbel, der die Begrenzung der Leistung des Motors **24** stoppt, basierend auf der zweiten Zeit T2. Der Bereich des Drehwinkels CA der Kurbel, der die Leistung des Motors **24** begrenzt, wird erhöht, während die zweite Zeit T2 länger wird. Während die zweite Zeit T2 länger wird, wird somit der Drehwinkel CA der Kurbel, der die Begrenzung der Leistung des Motors **24** stoppt, weiter

zur nachgelagerten Seite in der ersten Richtung verändert. In Schritt S38 wiederholt die Steuereinheit **42** den Prozess des Schrittes S38, bis der Drehwinkel CA der Kurbel den Winkel erreicht, der die Begrenzung der Leistung des Motors **24** stoppt.

**[0127]** Bei der ersten und der zweiten Ausführungsform kann das Ausgangssignal der Betätigungseinheit **26** eine Anforderung zum Verändern des Übersetzungsverhältnisses  $r$  in mehreren Schritten umfassen. In diesem Fall umfasst die Betätigungseinheit **26** beispielsweise einen Schalter, der das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten verändert. Zusätzlich kann in einem Fall, in dem die Steuereinheit **42** ein Ausgangssignal der Betätigungseinheit **26** empfängt, die Steuereinheit **42** eine Schaltungsanforderung einstellen, die das Übersetzungsverhältnis  $r$  in mehreren Schritten verändert, in Abhängigkeit von dem Signal oder dem Steuerzustand des Fahrrads **10**.

**[0128]** Wenn in Schritt S35 der dritten oder vierten Steuerung der zweiten oder dritten Ausführungsform die Steuereinheit **42** bestimmt, dass der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 nicht erreicht hat, kann die Steuereinheit **42** den Prozess beenden. Nach einem vorgegebenen Zyklus kann die Steuereinheit **42** die Bestimmung von Schritt S31 wieder durchführen.

**[0129]** In der ersten und der zweiten Ausführungsform kann zumindest eine von der Begrenzung der Leistung des Motors **24** und der Getriebebetätigung begonnen werden, auch in einem Fall, in dem der Drehwinkel CA der Kurbel den ersten Winkel CA1 nicht erreicht hat. Genauer kann der Prozess von Schritt S24 aus der ersten Ausführungsform weggelassen werden. Alternativ kann der Prozess von Schritt S35 aus der zweiten Ausführungsform weggelassen werden. In diesem Fall kann beispielsweise unmittelbar nachdem der Schritt S23 endet, der Schritt S25 ausgeführt werden. Alternativ kann zu der Zeit, zu der das durch den Drehmomentsensor **34** detektierte Drehmoment kleiner oder gleich einem vorgegebenen Wert wird, der Schritt S25 durchgeführt werden. Ferner kann bei der zweiten Steuerung der ersten Ausführungsform, die in **Fig. 4** gezeigt wird, der Prozess von Schritt S64 zusätzlich zum Prozess von Schritt S24 weggelassen werden.

**[0130]** Die Steuerung der obigen Ausführungsformen kann in einer zweiten Steuerung, einer dritten Steuerung oder einer vierten Steuerung eines Automatikgetriebes durchgeführt werden, in der die Steuereinheit **42** automatisch die Getriebeeinheit **22** steuert, um eine Übersetzung in Abhängigkeit von einem oder mehr Sensoren durchzuführen, die am Fahrrad **10** installiert sind. Der eine oder mehrere Sensor, der am Fahrrad **10** installiert ist, umfasst zumindest einen von einem Drehmomentsensor, einem

Fahrzeuggeschwindigkeitssensor und einem Trittfrequenzsensor. Die Steuereinheit **42** bestimmt, ob die Schaltanforderung empfangen wird oder nicht, basierend auf den Signalen von dem einen oder mehr Sensoren, die am Fahrrad **10** installiert sind, und einem Automatikgetriebesteuerprogramm, das in dem Speicher **44** gespeichert ist.

#### Ausführungsform 1

**[0131]** Fahrradsteuereinrichtung, umfassend:

eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, und einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert,

wobei in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt, die Getriebeeinheit betätigt, um ein Übersetzungsverhältnis zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht, und die Begrenzung der Leistung des Motors zu einer Zeit stoppt, zu der eine zweite Zeit abgelaufen ist, wobei die zweite Zeit dazu benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht.

#### Ausführungsform 2

**[0132]** Fahrradsteuereinrichtung, umfassend:

eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, ein Übersetzungsverhältnis schrittweise zu verändern;

einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt; und

eine Steuereinheit, die eine Steuerung in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung durchführt, die das Übersetzungsverhältnis verändert, wobei

wenn die Steuereinheit die Schaltanforderung empfängt, und eine Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, der sich an einer vorgelagerten Seite eines Drehwinkels befindet, der einem oberen Totpunkt oder einem unteren Totpunkt in einer ersten Richtung entspricht, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt, und

in einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, eine Zeitdauer verlängert wird, während der

die Leistung des Motors begrenzt wird, oder ein Bereich eines Drehwinkels der Kurbel, in dem die Leistung des Motors begrenzt wird, vergrößert wird, von einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in nur einem Schritt verändert.

**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 Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, und einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert, wobei in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, die Steuereinheit wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung ausführt, bei der ersten Schaltbetätigung die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und die Getriebeeinheit betätigt, um ein Übersetzungsverhältnis zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht, und bei der zweiten Schaltbetätigung die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und die Getriebeeinheit betätigt, um ein Zwischenübersetzungsverhältnis des Übersetzungsverhältnisses zu erreichen, das der Schaltanforderung entspricht, und nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, die Steuereinheit die Leistung des Motors wieder begrenzt und die Getriebeeinheit betätigt.

2. Fahrradsteuereinrichtung nach Anspruch 1, bei der, wenn die Steuereinheit die Schaltanforderung empfängt, und ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt.

3. Fahrradsteuereinrichtung Anspruch 1 oder 2, bei der der erste Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem ersten Drehwinkel, der einem von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des ersten Drehwinkels in einer ersten Richtung, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, enthalten ist.

4. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der bei der zweiten Schaltbetätigung, nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, falls ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen zweiten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt.

5. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der zweite Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Drehwinkel, der dem anderen von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des

zweiten Drehwinkels in einer ersten Richtung enthalten ist.

6. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der bei der zweiten Schaltbetätigung, nachdem die Steuereinheit zeitweise die Begrenzung der Leistung des Motors verringert, falls der Drehwinkel der Kurbel des Fahrrads einen zweiten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt, und der zweite Winkel gleich dem ersten Winkel ist.

7. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Steuereinheit wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von der Schaltanforderung ausführt, die empfangen wird, bevor der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht.

8. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt, bis eine erste Zeit von einer Zeit an abläuft, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht.

9. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Steuereinheit die Leistung des Motors von einer Zeit an begrenzt, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht, bis der Drehwinkel der Kurbel einen dritten Winkel erreicht.

10. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von zumindest einem von der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis zum Erreichen des Übersetzungsverhältnisses, das der Schaltanforderung entspricht, und einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht.

11. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht, in einem Fall, in dem die erste Zeit größer oder gleich der zweiten Zeit ist, die Steuereinheit die erste Schaltbetätigung ausführt, und in einem Fall, in dem die erste Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung ausführt.

12. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der

die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht,

in einem Fall, in dem eine geschätzte Zeit von einer Zeit an, zu der der Drehwinkel der Kurbel den ersten Winkel erreicht, bis zu einer Zeit, zu der der Drehwinkel den dritten Winkel erreicht, größer oder gleich der zweiten Zeit ist, die Steuereinheit die erste Schaltbetätigung ausführt, und

in einem Fall, in dem die geschätzte Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung ausführt.

13. Fahrradsteuereinrichtung, umfassend:

eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung betätigt, die das Übersetzungsverhältnis verändert, wobei

in einem Fall, in dem das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert wird, die Steuereinheit wahlweise eine von einer ersten Schaltbetätigung und einer zweiten Schaltbetätigung ausführt, bei der ersten Schaltbetätigung die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt, wenn ein Drehwinkel einer Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, und die Getriebeeinheit betätigt, bis ein Übersetzungsverhältnis erreicht wird, das der Schaltanforderung entspricht, und

bei der zweiten Schaltbetätigung die Steuereinheit mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt, wenn der Drehwinkel der Kurbel des Fahrrads den ersten Winkel erreicht, und die Getriebeeinheit betätigt, bis ein Zwischenübersetzungsverhältnis des Übersetzungsverhältnisses erreicht wird, das der Schaltanforderung entspricht, und dann, wenn der Drehwinkel der Kurbel einen zweiten Winkel erreicht, die Steuereinheit die Betätigung der Getriebeeinheit wieder aufnimmt, um von dem Zwischenübersetzungsverhältnis zu dem Übersetzungsverhältnis zu wechseln, das der Schaltanforderung entspricht.

14. Fahrradsteuereinrichtung nach Anspruch 13, bei der der erste Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem ersten Drehwinkel, der einem von einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt eines der Kurbelarme der Kurbel entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des ersten Drehwinkels in einer Richtung, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, enthalten ist.

15. Fahrradsteuereinrichtung nach Anspruch 14, bei der

der zweite Winkel in einem Bereich von 45 Grad von einem zweiten Drehwinkel, der dem anderen von dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des einen der Kurbelarme entspricht, bis zu einer vorgelagerten Seite des zweiten Drehwinkels in der ersten Richtung enthalten ist, oder  
der zweite Winkel gleich dem ersten Winkel ist.

16. Fahrradsteuereinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, bei der die Steuereinheit eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung in Abhängigkeit von zumindest einem von der Anzahl von Schritten in dem Übersetzungsverhältnis, das der Schaltanforderung entspricht, und einer zweiten Zeit ausführt, die benötigt wird, um die Getriebeeinheit zu dem Übersetzungsverhältnis zu bewegen, das der Schaltanforderung entspricht.

17. Fahrradsteuereinrichtung nach Anspruch 16, bei der

in einem Fall, in dem eine vorgegebene erste Zeit größer oder gleich der zweiten Zeit ist, die Steuereinheit die erste Schaltbetätigung ausführt, und  
in einem Fall, in dem die erste Zeit kleiner als die zweite Zeit ist, die Steuereinheit die zweite Schaltbetätigung ausführt.

18. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der die Steuereinheit ein Ausgangssignal von einer Betätigungseinheit, die durch einen Fahrer betätigbar ist, als die Schaltanforderung empfängt.

19. Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Steuereinheit wahlweise eine von der ersten Schaltbetätigung und der zweiten Schaltbetätigung ausführt, wenn die Betätigungseinheit durchgehend für eine vorgegebene erste Zeitdauer betätigt wird, oder die Betätigungseinheit mehrfach innerhalb einer zweiten vorgegebenen Zeitdauer betätigt wird.

20. Fahrradsteuersystem, umfassend:  
die Fahrradsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19;  
die Getriebeeinheit;  
den Motor; und  
die Betätigungseinheit.

21. Fahrradsteuereinrichtung, umfassend:  
eine Steuereinheit, die eine Getriebeeinheit, die ausgebildet ist, das Übersetzungsverhältnis eines Fahrrads schrittweise zu verändern, und einen Motor, der den Vortrieb des Fahrrads unterstützt, in Abhängigkeit von einer Schaltanforderung steuert, die das Übersetzungsverhältnis verändert, wobei  
wenn die Steuereinheit die Schaltanforderung empfängt, und eine Kurbel des Fahrrads einen ersten Winkel erreicht, der sich an einer vorgelagerten Seite eines Drehwinkels befindet, der einem oberen Tot-

punkt oder einem unteren Totpunkt in einer ersten Richtung entspricht, in die die Kurbel gedreht wird, um das Fahrrad vorzutreiben, die Steuereinheit die Leistung des Motors begrenzt und mit der Betätigung der Getriebeeinheit beginnt, und  
in einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in mehreren Schritten in Abhängigkeit von der Schaltanforderung verändert, der erste Winkel weiter zu der vorgelagerten Seite in der ersten Richtung verändert wird, von einem Fall, in dem die Getriebeeinheit das Übersetzungsverhältnis in nur einem Schritt verändert.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

Fig.1

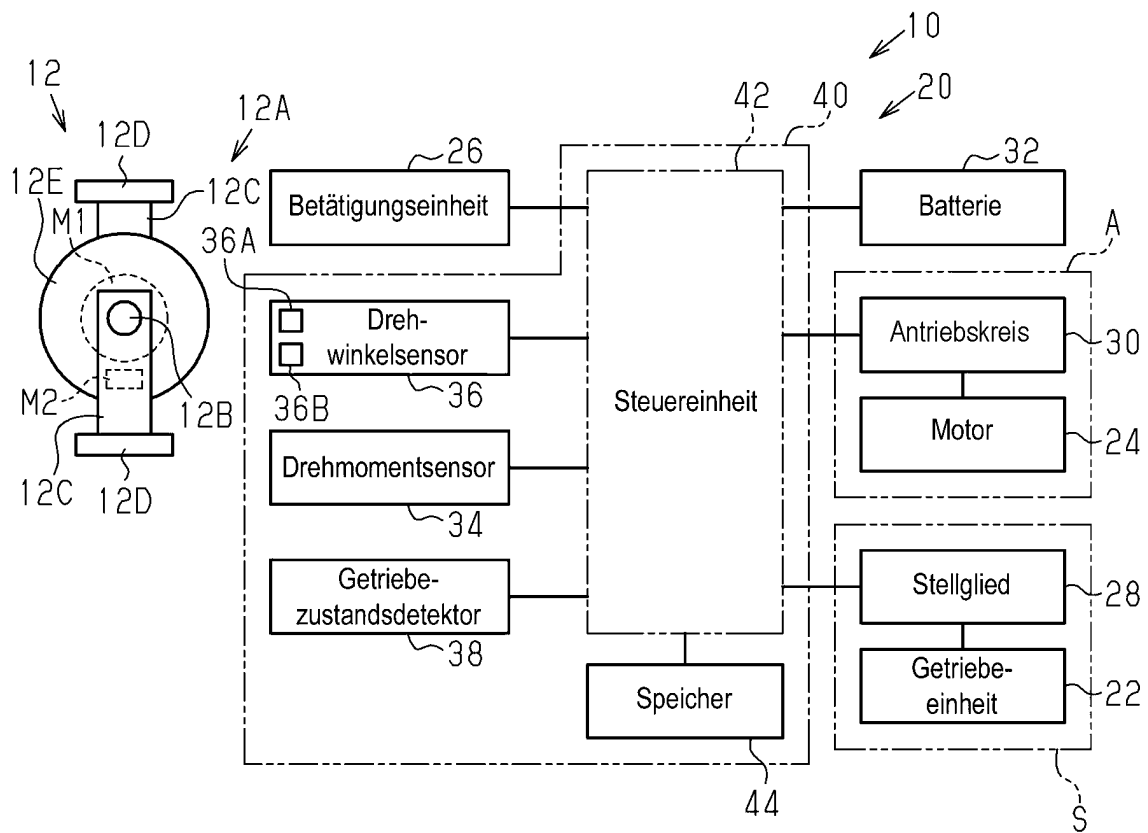


Fig.2

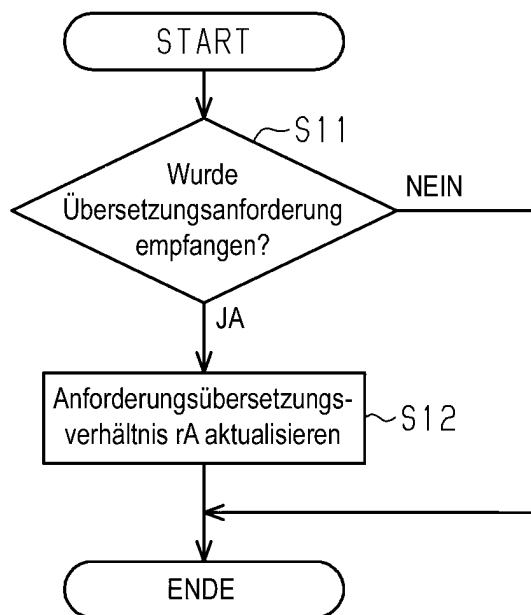




Fig.3

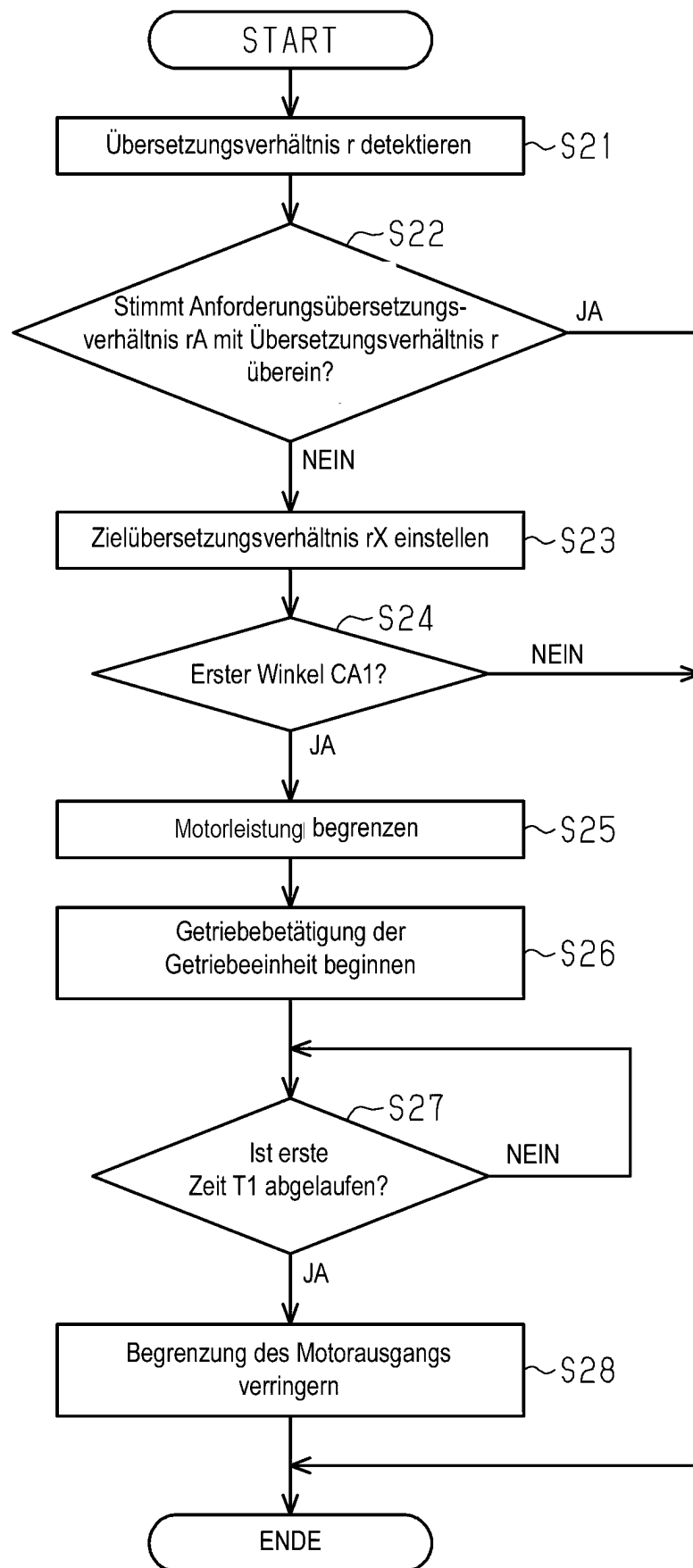
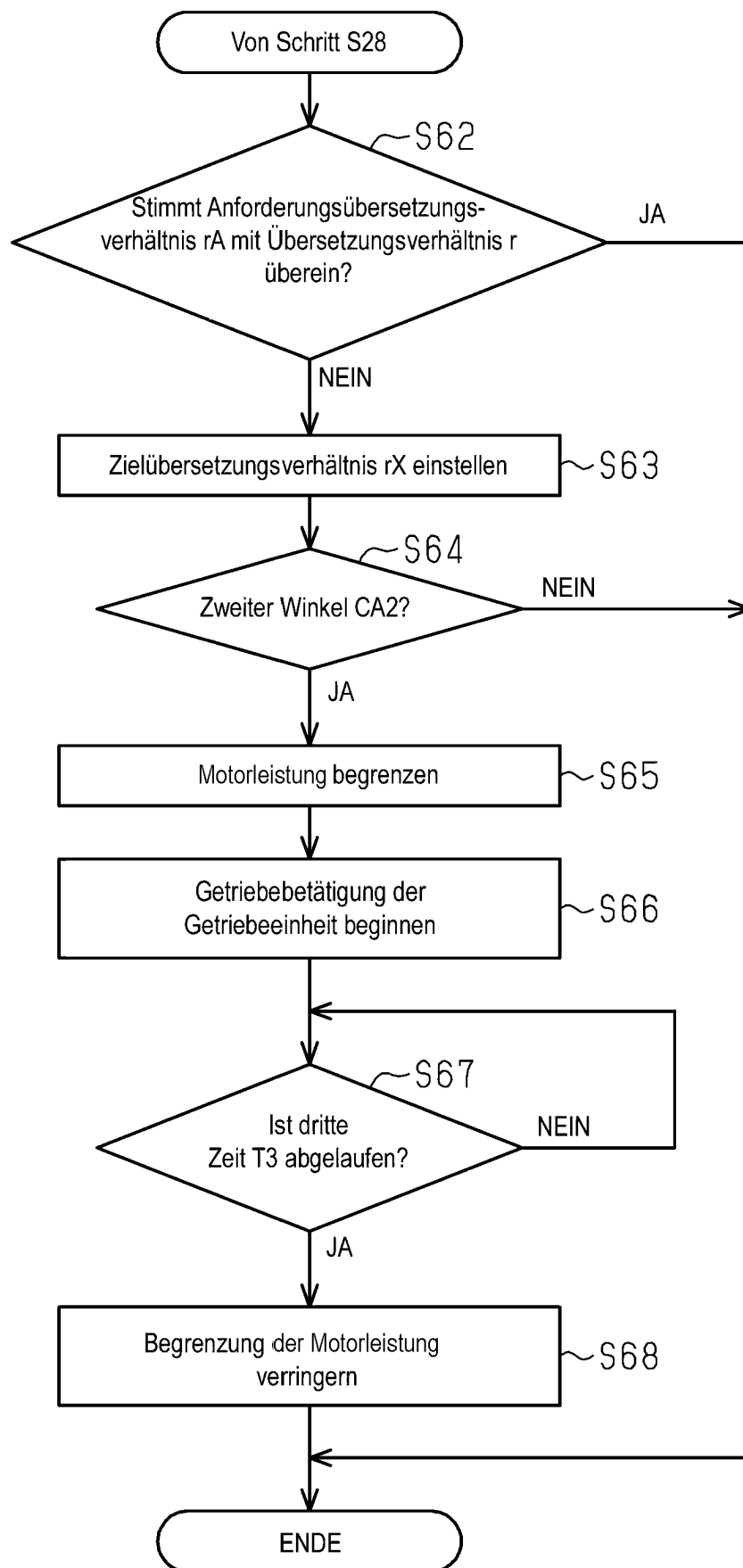
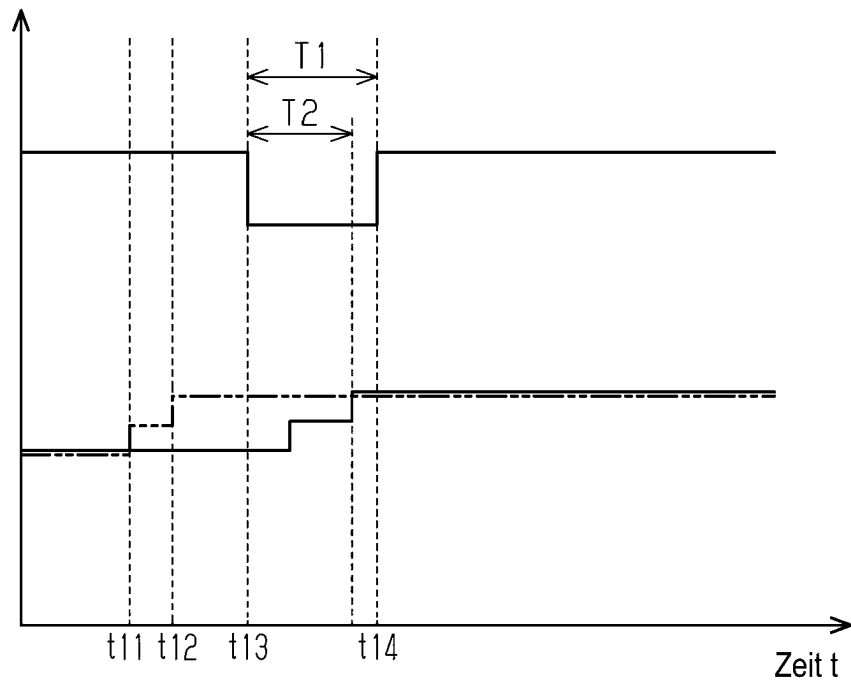


Fig.4



**Fig.5A**

Nicht Begrenzt  
**Motorleistung**  
Begrenzt

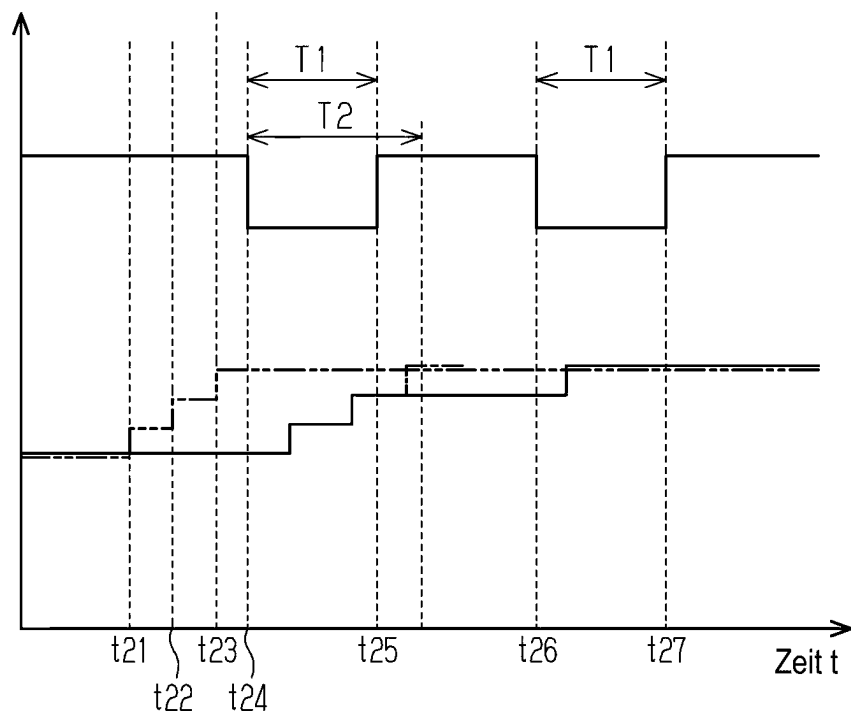


**Fig.5B**

Übersetzungs-  
verhältnis  $r$

**Fig.6A**

Nicht Begrenzt  
**Motorleistung**  
Begrenzt



**Fig.6B**

Übersetzungs-  
verhältnis  $r$

Fig.7

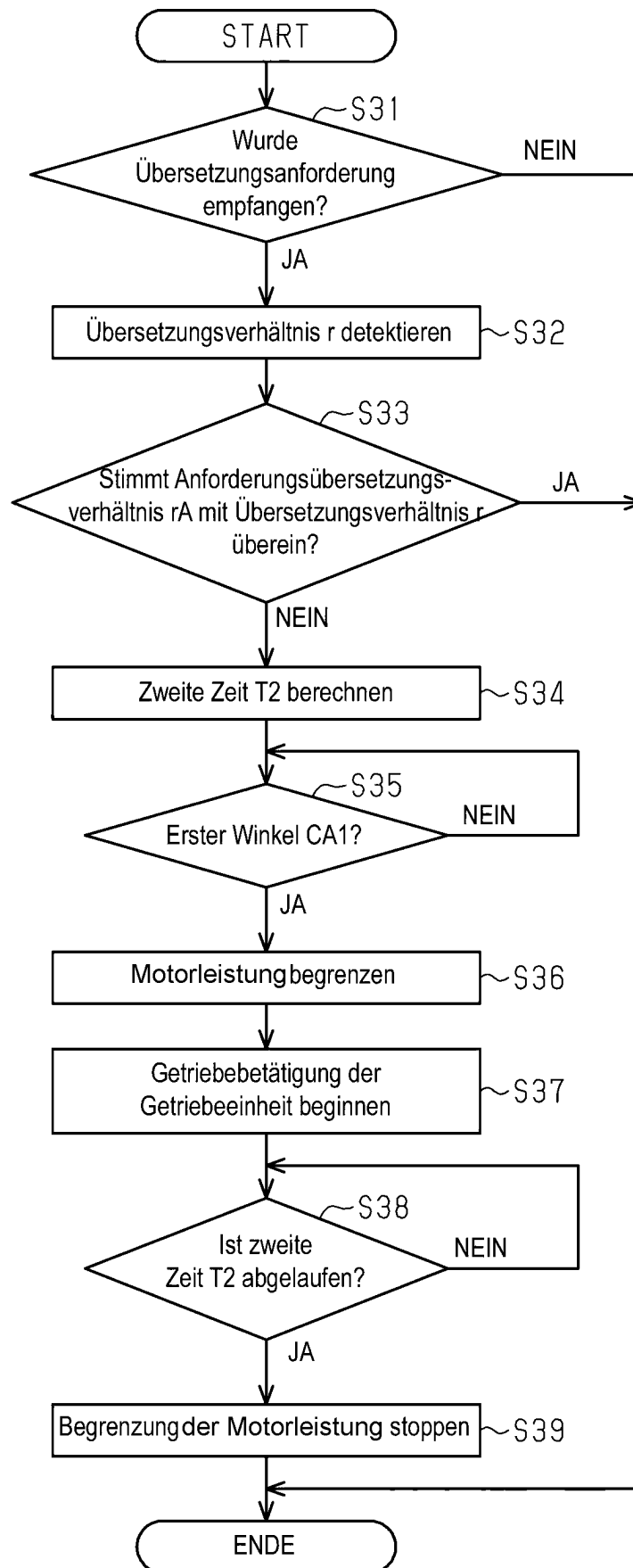


Fig.8

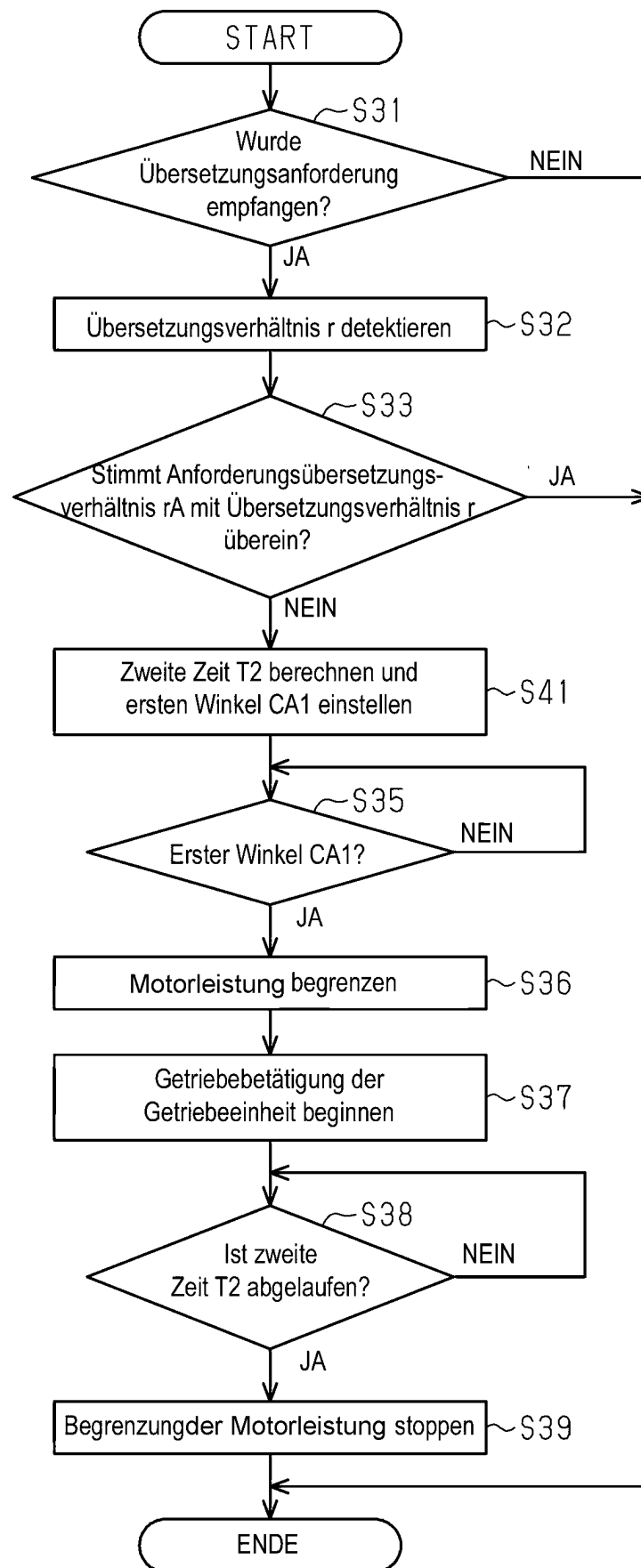


Fig.9

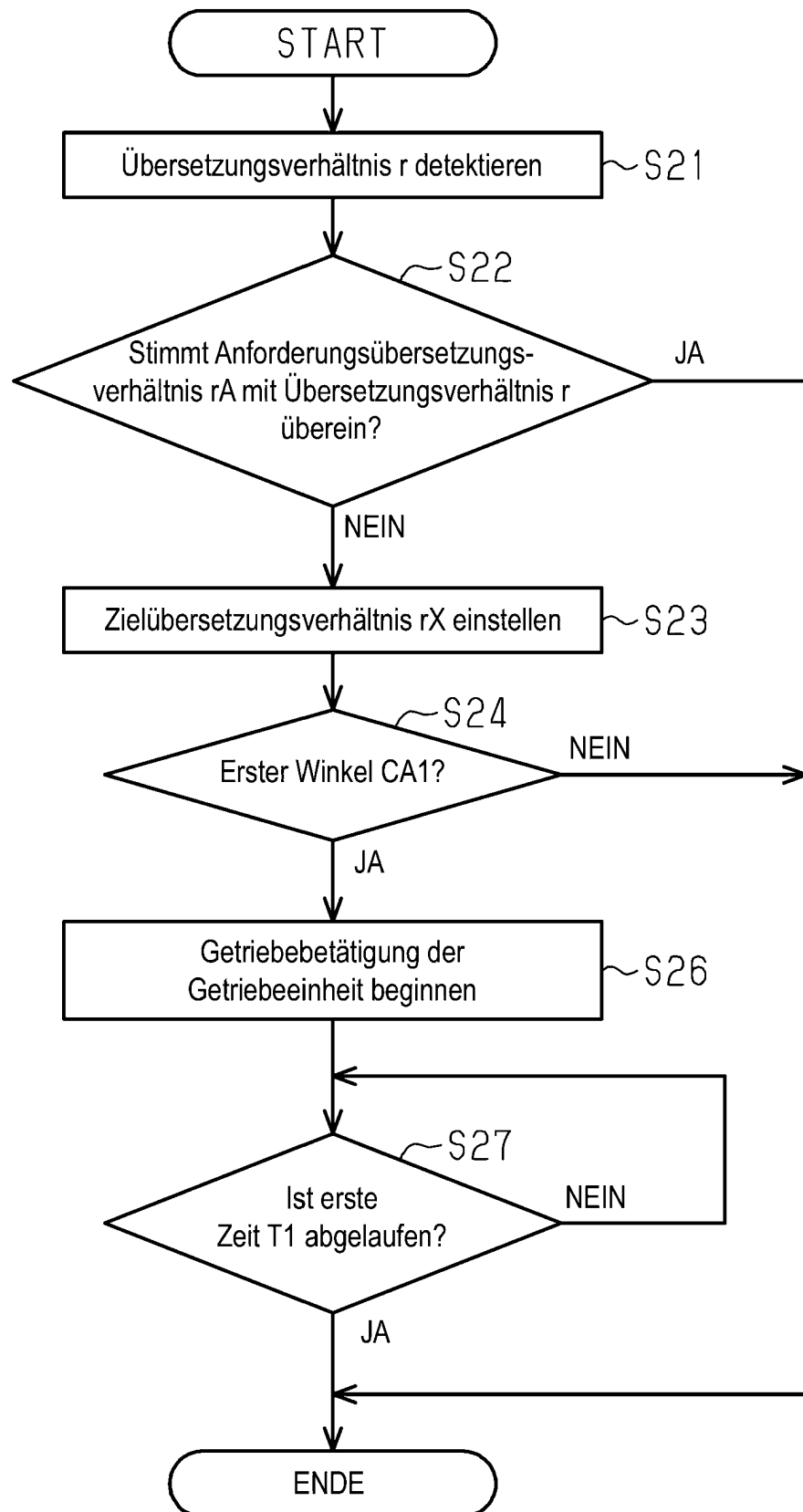


Fig.10

