



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 02 782 T2** 2006.07.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 500 582 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 02 782.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 425 495.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.07.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.01.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B62M 25/08** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

CAMPAGNOLO S.r.L., Vicenza, IT

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI**

(72) Erfinder:

**Guderzo, Gianfranco, 36071 Arzignano, (Vicenza),
IT**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Schalten eines Fahrradgetriebes mit elektrischem Hilfsantrieb und Schaltvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausführen eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs bei einer Fahrrad-Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung sowie ein Programm, eine elektronische Schaltung und eine Gangschaltung mit Einrichtungen zum Ausführen des Verfahrens.

[0002] Eine Fahrrad-Gangschaltung umfasst im Allgemeinen ein System aus Kette und Zahnrad zur Übertragung von Bewegung von der Achse der Pedalkurbeln auf ein Antriebsrad des Fahrrads und Einrichtungen zum Auswählen der Zahnräder, mit denen die Kette in Eingriff gebracht wird, um das Bewegungsübertragungsverhältnis zu ändern.

[0003] Im Besonderen ist eine hintere Gangschaltungsgruppe normalerweise mit der Nabe des Hinterrades des Fahrrads verbunden und umfasst wenigstens zwei Zahnräder (auch als Zahnkränze bekannt), ein Führungselement für die Kette (auch als hintere Kettenschaltung oder einfach Gangschaltung bekannt) und einen Steuermechanismus zum Verschieben des Führungselements für die Kette in der Axialrichtung der Gangschaltungsgruppe, so dass die Kette in Reaktion auf einen manuellen Befehl, der typischerweise durch Hebel, die mit dem Lenker des Fahrrads verbunden sind, eingegeben wird, mit einem vorgegebenen Zahnrad in Eingriff kommt. Eine Verschiebung von einem Zahnrad mit einem kleineren Durchmesser zu einem Zahnrad mit einem größeren Durchmesser wird als „Hochschalten“ angezeigt, während eine Verschiebung von einem Zahnrad mit einem größeren Durchmesser zu einem Zahnrad mit einem kleineren Durchmesser als „Herunterschalten“ angezeigt wird.

[0004] Auf ähnliche Weise ist eine vordere Gangschaltungsgruppe normalerweise mit der Achse der Pedalkurbeln des Fahrrads verbunden und umfasst wenigstens zwei Zahnräder, die auch als Planräder oder Zahnkränze bekannt sind, ein Führungselement für die Kette, das auch als vordere Kettenschaltung oder Kettenschaltung bekannt ist, und ein Betätigungselement zum Verschieben des Führungselements für die Kette.

[0005] Die vordere Gangschaltungsgruppe (oder im Prinzip auch die hintere Gangschaltungsgruppe) kann durch ein Einzelzahnrad ersetzt werden.

[0006] Bei einer mechanischen Gangschaltung umfasst der Befehlsmechanismus ein Stahlseil, das sich gleitfähig in einer Hülle („Bowdenzug“) zwischen einem manuell betätigten Hebel und dem Führungselement für die Kette erstreckt. Die Betätigung des Hebels in eine erste Richtung übt über das Stahlseil eine Zugkraft auf das Führungselement für die Kette aus,

während die Betätigung des Hebels in eine zweite, entgegengesetzte Richtung über das Stahlseil einen Schub auf das Führungselement für die Kette ausübt oder sie das Seil und das Führungselement für die Kette eher freilassen, um von einer Rückholfeder gezogen zu werden. Die Größe der Verschiebung des Stahlseils ist so eingestellt, dass der Hub des Führungselements für die Kette im Wesentlichen der Distanz oder dem Abstand zwischen zwei angrenzenden Zahnrädern der Gangschaltungsgruppe entspricht.

[0007] Bei einer Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung umfasst der Befehlsmechanismus des Führungselements für die Kette ein Betätigungselement, das im Allgemeinen einen Elektromotor und ein Hebelsystem aufweist, und eine elektronische Steuereinheit wird bereitgestellt, die geeignet ist, die Betätigungselemente zum Ausführen der Gangschaltvorgänge anzutreiben. Die elektronische Steuereinheit kann in einem manuell betriebenen Fahrmodus, in dem das Übersetzungsverhältnis von dem Benutzer über eine manuelle Eingabeeinrichtung einer geeigneten Schnittstelle in die elektronische Steuereinheit eingegeben wird, in einem automatisch betriebenen Fahrmodus, in dem die elektronische Steuereinheit selbst das Übertragungsverhältnis auf der Basis einer Bewertungslogik der Fahrbedingungen festlegt, oder in einem halbautomatisch betriebenen Fahrmodus, der auf halbem Weg zwischen den beiden liegt, arbeiten.

[0008] Die Steuerung der Betätigungselemente durch die elektronische Steuereinheit erfolgt auf der Basis von Logikpositionen („Logikwerte“), die die physischen Positionen der verschiedenen Zahnräder darstellen und in einer geeigneten Speichereinrichtung gespeichert sind.

[0009] In der hinteren und/oder vorderen Gangschaltungsgruppe kann sich außerdem ein Wandler befinden, um die Position des Betätigungselements (und somit des Führungselements für die Kette) zu erfassen und sie der elektronischen Steuereinheit anzuzeigen.

[0010] Fahrradgangschaltungen mit elektronischer Servo-Unterstützung des vorgenannten Typs werden zum Beispiel in den Patenten US 5.480.356, US 5.470.277 und US 5.865.454 und in den europäischen Patentanmeldungen EP 1 103 456, alle an den Anmelder; in dem Patent US 6.047.230 an Spencer u. a. und in der deutschen Patentanmeldung DE 39 38 454 A1 an Ellsäßer beschrieben.

[0011] Im Besonderen beschreibt EP 1 103 456 eine solche Gangschaltung, bei der die Positionswandler von dem absoluten Typ sind und in der Lage sind, ein elektrisches Signal bereitzustellen, das die absolute Position der Kettenschaltungen anzeigt, so

dass nach (erneutem) Einschalten diese Wandler die tatsächliche Position der Kettenschaltungen berücksichtigen, die sich zum Beispiel auf Grund von Schwingungen, die durch die Fahrt des Fahrrads verursacht werden, geringfügig bewegt haben könnten.

[0012] Während der Fahrt ist es manchmal notwendig oder von dem Fahrradfahrer gewünscht, mit einem Mehrfach-Gangschaltvorgang fortzufahren, in anderen Worten die Kette von dem Zahnrad (der hinteren oder vorderen Gangschaltungsgruppe), mit dem sie sich in Eingriff befindet – oder dem aktuellen Zahnrad – zu einem Zahnrad zu bewegen, das nicht unmittelbar an es angrenzt und einen größeren Durchmesser (Mehrfach-Hochschaltvorgang) oder einen kleineren Durchmesser (Mehrfach-Herunterschaltvorgang) aufweist.

[0013] Um einen solchen Zweck zu erreichen, sind mechanisch befohlene Gangschaltungen bekannt, bei denen eine Einfach-Betätigung des Hebels oder viele schnell aufeinanderfolgende Betätigungen einer solchen Verschiebung des Bowdenzugs entsprechen, dass auf das Führungselement für die Kette eine Verschiebung ausgeübt wird, die dem zwei- oder dreifachen Abstand zwischen zwei angrenzenden Zahnradern entspricht. Aus praktischen Gründen ist es nicht möglich, eine Verschiebung zu erzielen, die einem Vielfachen entspricht, das größer als der zwei- oder dreifache Abstand zwischen zwei angrenzenden Zahnradern ist, d. h. der Mehrfach-Gangschaltvorgang ist auf einen zwei- oder dreifachen Gangschaltvorgang begrenzt.

[0014] Ähnlich ist eine Lösung, die für elektronisch befohlene Gangschaltungen geeignet sein könnte, diejenige, bei der die elektronische Steuereinheit zum Ausführen eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs das Betätigungselement in einem Einzelschritt auf Basis der Logikposition, die die physische Position des Ziel-Zahnrad darstellt, antreibt.

[0015] Beide dieser Lösungen besitzen den Nachteil, dass die Kette in einem großen Winkel in Bezug auf die Ebene des Ziel-Zahnrad angeordnet wird und in Bezug auf das Zwischen-Zahnrad/die Zwischen-Zahnradern schräg ist. In einer solchen Situation kann die Kette Zugkraft verlieren und/oder in den Zwischen-Zahnradern hängen bleiben, was zur Folge hat, dass der/die Fahrradfahrer(in) sein/ihr Gleichgewicht verlieren und fallen kann. Darüber hinaus kann die Gangschaltung mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sein. Das Problem ist besonders relevant bei einem Mehrfach-Hochschaltvorgang.

[0016] Der Anmelder hat nun erkannt, dass das oben dargelegte Problem bei einer Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung gelöst werden kann, indem eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang in eine Vielzahl von Ein-

zel-Gangschaltvorgängen zwischen zwei angrenzenden Zahnradern geteilt wird. Auf eine solche Weise wird der Winkel, der zwischen der Ebene der Verlängerung der Kette und den Ebenen der Zahnrad in der Tat verringert.

[0017] Bei einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur elektronischen Servo-Unterstützung einer Fahrrad-Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung, das die folgenden Schritte umfasst:

- a) Auslösen eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs, um eine Kette in eine Gangschalttrichtung in Bezug auf eine Gangschaltungsgruppe mit wenigstens drei Zahnradern von einem aktuellen Zahnrad zu einem Ziel-Zahnrad zu bewegen, das nicht unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt,
- wobei Schritt a) des Auslösens eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs die folgenden Schritte umfasst:
- b) Auslösen eines Einfach-Gangschaltvorgangs, um die Kette auf ein Zahnrad zu bewegen, das in der Gangschalttrichtung unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt,
- c) Wiederholen von Schritt b), bis das unmittelbar angrenzende Zahnrad das Ziel-Zahnrad ist (Anspruch 1).

[0018] Mit anderen Worten sorgt die elektronische Steuereinheit für das Übersetzen einer Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang, die zum Beispiel durch eine verlängerte Betätigung der manuellen Eingabeeinrichtung erzeugt wurde, in eine Vielzahl von Einfach-Gangschaltvorgängen. Während des automatischen oder halbautomatischen Betriebs der Gangschaltung bewältigt die elektronische Steuereinheit auf dieselbe Weise einen Mehrfach-Gangschaltvorgang, der von ihr selbst festgelegt wurde.

[0019] Bei einer praktischen Ausführung sendet die elektronische Steuereinheit Antriebssignale für Einfach-Gangschaltvorgänge an das hintere oder vordere Betätigungselement, jeweils immer nur eines gleichzeitig, typischerweise über eine Leistungsplatte – die für die Zwecke der vorliegenden Erfindung als Teil einer verteilten elektronischen Steuereinheit zu erachten ist –.

[0020] Bei einer Ausführung (Anspruch 2) erfolgt das Senden eines Antriebssignals für einen Einfach-Gangschaltvorgang lediglich nach Empfang eines erfolgreichen Gangschaltvorgangs, typischerweise von dem hinteren oder vorderen Wandler, zum Beispiel über dieselbe Leistungsplatte. Zur gleichen Zeit nimmt das Steuersystem der Positionierung der Kette, das durch die Leistungsplatte, das hintere oder vordere Betätigungselement und den hinteren oder vorderen Wandler gebildet wird, eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang an, führt sie aus,

sendet ein Signal zu einem erfolgreichen Gangschaltvorgang und bereitet sich darauf vor, eine nachfolgende Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang anzunehmen.

[0021] Bei solchen Ausführungen folgen die Einfach-Gangschaltvorgänge daher unmittelbar einer nach dem anderen. Der Anmelder hat jedoch erkannt, dass sich die daraus folgende sehr schnelle Folge von aufeinanderfolgenden Positionierungen der Kette unter manchen Umständen immer noch als für die Mechanik der Gangschaltung schädigend und als für den Fahrradfahrer frustrierend oder gefährlich erweisen kann.

[0022] Um dies zu verhindern, stellen bevorzugtere Ausführungen des Verfahrens nach der Erfindung eine Verzögerung zwischen jedem Einfach-Gangschaltvorgang bereit (Anspruch 3). Die Verzögerung ermöglicht der Kette, mit jedem Zwischen-Zahnrad ausreichend wirksam in Eingriff zu bleiben, um sich in ihrer neuen Erweiterungsebene zu setzen, wodurch die mechanischen Beanspruchungen an der Kette und an den Zähnen der Zahnräder weiter nachlassen und die Gefahr von Stockung an den Zwischen-Zahnrädern vermieden wird.

[0023] Die Verzögerung kann von dem Empfang des Bestätigungssignals, soweit bereitgestellt, oder von dem Anfang des Schritts des Auslösens des Einfach-Gangschaltvorgangs gezählt werden. In dem ersten Fall hat sie vorzugsweise einen Wert innerhalb des Bereichs von 150 Millisekunden bis 350 Millisekunden (Anspruch 4). In dem zweiten Fall hat sie einen höheren Wert, um die Zeit zu berücksichtigen, die zum Auslösen des Einfach-Gangschaltvorgangs vorgesehen ist.

[0024] Wenn die Verzögerung von dem Anfang des Schritts des Auslösens des Einfach-Gangschaltvorgangs gezählt wird, kann ihr Wert auf Basis der Differenz zwischen dem vorgesehenen Zeitpunkt erfolgreicher Auslösung des Einfach-Gangschaltvorgangs und dem tatsächlichen Zeitpunkt eingestellt werden (Anspruch 5).

[0025] Die Verzögerung kann eine einfache sein oder sie kann ansonsten unabhängig für jede Gangschaltungsgruppe, hinten oder vorn, vorhanden sein oder nicht (Anspruch 6).

[0026] Alternativ oder jeweils zusätzlich kann eine Verzögerung für Mehrfach-Hochschaltvorgänge und/oder eine Verzögerung für Mehrfach-Herunterschaltvorgänge bestehen, die einfach oder unabhängig für die beiden Gangschaltungsgruppen vorhanden sein können oder nicht (Anspruch 7).

[0027] Bei einer ausgeklügelteren Version kann die Verzögerung unabhängig für jedes Zwischen-Zahn-

rad und außerdem unabhängig danach, ob das Zwischen-Zahnrad während eines Hochschaltvorgangs oder während eines Herunterschaltvorgangs erreicht wurde, vorhanden sein oder nicht (Anspruch 8).

[0028] Bei den verschiedenen vorgenannten Ausführungen wird der Wert der vorgegebenen Verzögerung(en) im Werk auf einen jeweiligen Standardwert voreingestellt. Vorzugsweise kann der Wert der vorgegebenen Verzögerung(en) jedoch durch den Benutzer verändert werden (Anspruch 9). In einem solchen Fall ist es geeignet, die Möglichkeit zur Rückkehr zu den Standardwerten (entsprechend den Nenn- oder Durchschnittswerten) vorzusehen, die auf geeignete Weise in einer Nur-Lese-Speichereinrichtung gespeichert sind.

[0029] Darüber hinaus kann bei den verschiedenen vorgenannten Ausführungen die Verzögerung als eine Funktion einer vorgegebenen Verschiebung der Kette auf das Zwischen-Zahnrad vorgegeben werden (Anspruch 10).

[0030] Die Verschiebung kann auf Basis eines Winkelpositions- oder Winkelgeschwindigkeitssensors bewertet werden (Anspruch 11).

[0031] Der Sensor kann ein Sensor für das Schneiden einer Bezugsposition durch wenigstens eine Ketteneingriffs-Lösezone des Zwischen-Zahnrades sein oder einen solchen umfassen (Anspruch 12). Die amerikanische Patentanmeldung, die als US 2001/0048211 A1 für den Anmelder veröffentlicht wurde, beschreibt einen Sensor, der für die Zwecke der vorliegenden Erfindung geeignet ist, wobei dieser dort zum Feststellen der Bewegungsrichtung der Kette und ihrer Winkelposition verwendet wurde, um den Anfang eines Gangschaltvorgangs nicht anzuweisen, bevor sich das Zahnrad an einer Winkelposition befindet, die der Lösezone entspricht.

[0032] Die vorgegebene Verschiebung kann außerdem auf Basis der Geschwindigkeit der Kette oder des Fahrrades bewertet werden (Anspruch 13).

[0033] Bei einer vorteilhaften Ausführung entspricht die vorgegebene Winkelverschiebung dem Winkelabstand zwischen Ketteneingriffs-Lösezonen des Zwischen-Zahnrades oder einem ganzen Vielfachen desselben (Anspruch 14).

[0034] Im Besonderen ist, wenn es m Lösezone gibt, die gleichmäßig auf das Zahnrad mit einem Winkelabstand ALFA verteilt sind, die gewünschte Verschiebung vorzugsweise so zu wählen, dass sie $n \times ALFA$ entspricht, und die Verzögerung kann aus der Beziehung $D = R \times n \times ALFA/v$ oder $D = n \times ALFA/w$ berechnet werden, wobei R der Radius des Zwischen-Zahnrades ist, v und w die Linear- bzw. Winkelgeschwindigkeit der Kette an dem Zwi-

schen-Zahnrad sind und n eine ganze Zahl ist, die größer oder gleich 1 ist.

[0035] Bei einer praktischen Ausführung des Verfahrens der Erfindung muss die Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung selbstverständlich in der Lage sein, beide Mehrfach-Gangschaltvorgänge nach der Erfindung und außerdem Einfach-Gangschaltvorgänge, d. h. zwischen dem aktuellen Zahnrad und einem unmittelbar daran angrenzenden Ziel-Zahnrad, zu bewältigen.

[0036] Bei ersten Ausführungen ist die elektronische Steuereinheit in der Lage, vorab festzustellen, ob die Gangschalt-Anforderung mehrfach oder einfach ist.

[0037] In einem solchen Fall umfasst das Verfahren nach der Erfindung die folgenden Schritte: Warten auf den Empfang einer Gangschalt-Anforderung, Feststellen, ob die Gangschalt-Anforderung eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, wenn sie eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang ist, Auslösen eines Einfach-Gangschaltvorgangs, wenn sie eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, Auslösen eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs wie oben dargelegt (Anspruch 15).

[0038] Bei dem automatischen oder halbautomatischen Betrieb obliegt es der elektronischen Steuereinheit selbst, die Entscheidung zu den Übertragungsverhältnissen zu treffen und somit eine interne Gangschalt-Anforderung zu erzeugen. Bei manuellem Betrieb kann der Schritt des Feststellens, ob die Gangschalt-Anforderung eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, zum Beispiel auf Basis der Dauer eines Signals, das von einer Benutzerschnittstelle empfangen wird (Anspruch 16), zum Beispiel die Dauer der Betätigung eines Knopfes oder Hebels, auf Basis der Anzahl von aufeinanderfolgenden Signalen, die von einer Benutzerschnittstelle empfangen wird (Anspruch 17), zum Beispiel die Anzahl der aufeinanderfolgenden Betätigungen eines Knopfes oder eines Hebels, ausgeführt werden. Alternativ kann eine komplexere Benutzerschnittstelle bereitgestellt sein, die geeignet ist, eine Vielzahl von diversifizierten Signalen zu senden (Anspruch 18), zum Beispiel unterschiedliche Knöpfe für die unterschiedlichen Anforderungssignale oder ein numerisches Tastenfeld, eine Anzeige, die mit einer grafischen Schnittstelle oder einer berührungsempfindlichen Anzeige ausgestattet ist, um der elektronischen Steuereinheit das gewünschte Ziel-Zahnrad des Gangschaltvorgangs direkt anzuzeigen.

[0039] Bei anderen Ausführungen ist die elektronische Steuereinheit nicht in der Lage, vorab festzu-

stellen, ob die Gangschalt-Anforderung mehrfach oder einfach ist.

[0040] In einem solchen Fall kann das Verfahren nach der Erfindung mit den folgenden Schritten ausgestattet sein: Warten auf eine Gangschalt-Anforderung, Ausführen von Schritt b), der oben dargelegt wird, Feststellen, ob sie ein Anforderungssignal für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, wenn sie eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, Ausführen von Schritt c), der oben dargelegt wird, während, wenn sie eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang ist, Zurückkehren zum Warten auf eine Gangschalt-Anforderung erfolgt (Anspruch 19).

[0041] Bei automatischem oder halbautomatischem Betrieb kann dies vorkommen, wenn die elektronische Steuereinheit zuerst eine interne generische Gangschalt-Anforderung erzeugt und unmittelbar danach feststellt, ob ein Einfach- oder Mehrfach-Gangschaltvorgang besser geeignet ist. Bei manuellem Betrieb kann diese Ausführung vorteilhaft sein, wenn zum Beispiel der Typ des Gangschaltvorgangs auf Basis der Dauer eines Signals oder auf Basis der Anzahl von aufeinanderfolgenden Signalen festgestellt wird; in der Tat ist es in einem solchen Fall möglich, unmittelbar den ersten Einfach-Gangschaltvorgang auszulösen, der in jedem Fall angefordert ist, ohne die Zeit abzuwarten, die erforderlich ist, um festzustellen, ob es eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist.

[0042] Eine ähnliche Ausführung umfasst die folgenden Schritte: Warten auf den Empfang eines Anfangs einer Gangschalt-Anforderung, Ausführen von Schritt b) und gleichzeitig Überwachen des Empfangs eines Endes der Gangschalt-Anforderung, wenn das Ende der Gangschalt-Anforderung empfangen wird, bevor die Ausführung des vorgenannten Schrittes c) begonnen wird, Zurückkehren zu dem Schritt des Wartens auf einen Anfang einer Gangschalt-Anforderung, ansonsten Ausführen des vorgenannten Schrittes c), wobei die Wiederholung des Schrittes b) stattfindet bis zum Empfang des Endes der Gangschalt-Anforderung als eine Anzeige des Zustandes, dass das unmittelbar angrenzende Zahnrad das Ziel-Zahnrad ist (Anspruch 20).

[0043] Diese Ausführung ist besonders vorteilhaft, da sie ermöglicht, dass das Ziel-Zahnrad nicht von Anfang an bekannt ist. Die elektronische Steuereinheit oder der Benutzer, bei automatischem oder halbautomatischem bzw. bei manuellem Betrieb, sollen im Nachhinein feststellen, wann ein zufriedenstellendes Übertragungsverhältnis erreicht wurde. Bei manuellem Betrieb können die Anfangsanforderung und die Endanforderung jeweils durch das Betätigen und Freigeben eines Knopfes oder Hebels, durch das Be-

tätigen von zwei verschiedenen Knöpfen oder Hebeln, durch ein erstes Betätigen und ein nachfolgendes zweites Betätigen eines Knopfes oder Hebels bereitgestellt werden.

[0044] Bei den verschiedenen Ausführungen, die oben dargelegt wurden, kann eine Gangschalt-Anforderung zurückgehalten werden, bis eine vorgegebene minimale Zeit von der Auslösung des letzten vorangehenden Gangschaltvorgangs vergangen ist, und zwar auf Grund der technischen Gründe, die oben dargelegt wurden (Anspruch 22).

[0045] Bei einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Programm zur elektronischen Servo-Unterstützung einer Fahrrad-Gangschaltung, das Programmcodemittel umfasst, die geeignet sind, die Schritte des oben dargelegten Verfahrens auszuführen, wenn das Programm auf einem Prozessor ausgeführt wird (Anspruch 23).

[0046] Das Programm ist vorzugsweise in wenigstens eine Mikrosteuerung integriert.

[0047] Alternativ kann das Programm in einem Speicher für einen Prozessor gespeichert sein oder in einen Nur-Lese-Speicher integriert sein.

[0048] Bei einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung eine elektronische Schaltung, die geeignet ist, die Schritte des oben dargelegten Verfahrens auszuführen (Anspruch 24).

[0049] Bei einem vierten Aspekt betrifft die Erfindung eine Fahrrad-Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung, die umfasst:

- ein System aus Kette und Zahnrädern zur Übertragung von Bewegung von der Achse der Pedalkurbeln auf ein Antriebsrad des Fahrrads, wobei das Bewegungsübertragungssystem umfasst:
- wenigstens eine Gangschaltungsgruppe, die wenigstens drei Zahnräder koaxial entlang einer Achse aufweist, die aus der Achse der Pedalkurbeln und der Achse des Antriebsrades ausgewählt wird, wobei die wenigstens eine Gangschaltungsgruppe Führungseinrichtungen, die die Kette in Eingriff mit einem vorgegebenen Zahnrad der Gangschaltungsgruppe bewegen, und ein Betätigungselement der Führungseinrichtungen umfasst,
- eine elektronische Steuerschaltung, die geeignet ist, das Betätigungselement der wenigstens einen Gangschaltungsgruppe anzutreiben und die eine Einrichtung zum Auslösen des oben dargelegten Verfahrens umfasst (Anspruch 25).

[0050] Bei der Fahrrad-Gangschaltung kann die wenigstens eine Gangschaltungsgruppe einen Wandler der Position des Führungselements in Bezug auf die Zahnräder in der Gangschaltungsgruppe umfassen,

der geeignet ist, das Bestätigungssignal zu erzeugen (Anspruch 26).

[0051] Die elektronische Steuereinheit kann eine Speichereinrichtung umfassen, die geeignet ist, die oder jede vorgegebene Verzögerung zu speichern (Anspruch 27).

[0052] Die Speichereinrichtung ist vorzugsweise in einem Gehäuse aufgenommen, das von dem Fahrrad entfernt werden kann, vorzugsweise in einer entfernbaren Anzeigeeinheit (Anspruch 28).

[0053] Die Fahrrad-Gangschaltung kann eine Schnittstelleneinrichtung zwischen einem Benutzer und der elektronischen Steuereinheit umfassen, die so arbeitet, dass sie die Signale für Gangschalt-Anforderung, Gangschalt-Anforderungsanfang und/oder Gangschalt-Anforderungsende zu der elektronischen Steuereinheit sendet und/oder den Wert der oder jeder Verzögerung einstellt (Anspruch 29).

[0054] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung von manchen ihrer bevorzugten Ausführungen deutlicher, wobei diese mit Bezug auf die angehängten Zeichnungen abgegeben wird und bei den Zeichnungen:

[0055] [Fig. 1](#) schematisch eine Perspektivansicht eines Fahrrads darstellt, das mit einer Gangschaltung mit elektronischen Servo-Unterstützung nach der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist;

[0056] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm der Gangschaltung mit elektronischen Servo-Unterstützung nach der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0057] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) schematisch die Position des Bewegungsübertragungssystems bei einem Mehrfach-Gangschaltvorgang nach dem Stand der Technik darstellen;

[0058] [Fig. 5](#) schematisch die Position des Bewegungsübertragungssystems bei einem Mehrfach-Gangschaltvorgang nach der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0059] [Fig. 6](#) ein Blockdiagramm der Auslösung eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs nach der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0060] [Fig. 7](#) bis [Fig. 10](#) schematisch die Auslösung eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs nach verschiedenen Ausführungen der vorliegenden Erfindung darstellen;

[0061] [Fig. 11](#) ein Blockdiagramm einer Art der Festlegung einer Verzögerung des Mehrfach-Gangschaltvorgangs nach manchen Ausführungen der vorlie-

genden Erfindung darstellt; und

[0062] Fig. 12 bis Fig. 14 Blockdiagramme der Bewältigung von Einfach- und Mehrfach-Gangschaltvorgängen nach verschiedenen Ausführungen der vorliegenden Erfindung darstellen.

[0063] Mit Bezug auf Fig. 1 umfasst ein Fahrrad (1), im Besonderen ein Rennrad, einen Rahmen (2), der auf eine bekannte Weise durch Röhrenelemente geformt ist, die eine Tragstruktur (3) für ein Hinterrad (4) und eine Gabel (5) für ein Vorderrad (6) bilden. Ein Lenker (70) mit einer röhrenförmigen Struktur ist funktionsfähig mit der Gabel (5) verbunden.

[0064] Der Rahmen (2) trägt an seinem unteren Abschnitt eine Achse der Pedalkurbeln oder Pedaleinheit (7) des herkömmlichen Typs, um das Hinterrad (4) über eine Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung nach der Erfindung, im Allgemeinen mit der Referenzziffer 8 angezeigt, zu aktivieren.

[0065] Die Gangschaltung (8) wird im Wesentlichen durch eine hintere Gangschaltungsgruppe (9) und eine vordere Gangschaltungsgruppe (10) gebildet. Die hintere Gangschaltungsgruppe (9) umfasst eine Vielzahl von Zahnrädern oder Zahnkränzen (11) (typischerweise neun, zehn, elf oder eine andere Anzahl) mit unterschiedlichen Durchmessern und koaxial (Achse A) mit dem Hinterrad (4). Die vordere Gangschaltungsgruppe (10) umfasst eine Vielzahl von Zahnrädern oder Planrädern oder Zahnkränzen (12) (mit einer Anzahl von drei im dargestellten Beispiel, die jedoch auch zwei oder eine andere Anzahl sein können) mit unterschiedlichen Durchmessern und koaxial (Achse B) mit der Achse der Pedalkurbeln (7).

[0066] Obwohl dies überhaupt nicht vorteilhaft in Bezug auf die Anzahl von Übertragungsverhältnissen ist, kann die vordere Gangschaltungsgruppe (oder im Prinzip auch die hintere Gangschaltungsgruppe) durch ein Einzel-Zahnrad ersetzt werden und in einem solchen Fall ist die Erfindung selbstverständlich lediglich jeweils in der hinteren (oder vorderen) Gangschaltungsgruppe zu betätigen. Auf dieselbe Weise ist in dem Fall, in dem eine der beiden Gangschaltungsgruppen (typischerweise die vordere Gangschaltungsgruppe) lediglich zwei Zahnräder umfasst, die Erfindung selbstverständlich lediglich in der Gangschaltungsgruppe zu betätigen, die mehr als zwei Zahnräder umfasst (typischerweise die hintere Gangschaltungsgruppe).

[0067] Die Zahnräder (11) der hinteren Gangschaltungsgruppe (9) und die Zahnräder (12) der vorderen Gangschaltungsgruppe (10) können selektiv durch eine geschlossene schleifenförmige Übertragungskette (13) in Eingriff gebracht werden, um ein System aus Kette und Zahnrädern zur Übertragung von Be-

wegung von der Achse der Pedalkurbeln (7) zu dem Hinterrad (4), das das Antriebsrad des Fahrrads (1) ist, zu bilden.

[0068] Die unterschiedlichen Übertragungsverhältnisse können durch Bewegen eines hinteren Kettenführungselements oder Kettenschaltung (oder auch einfach Gangschaltung) (14) der hinteren Gangschaltungsgruppe (9) und/oder eines vorderen Kettenführungselements oder Kettenschaltung (oder auch einfach Gangschaltung) (15) der vorderen Gangschaltungsgruppe (10) erzielt werden.

[0069] Die hintere Kettenschaltung (14) und die vordere Kettenschaltung (15) werden durch ein jeweiliges Betätigungselement (16, 17) (lediglich schematisch in Fig. 2 gezeigt) angewiesen, die typischerweise eine Gelenk-Parallelkinematik und einen Elektromotor mit einem Reduzierer zum Deformieren des Gelenk-Parallelogramms umfassen.

[0070] Mit den Betätigungselementen (16, 17) sind vorzugsweise ein Positionssensor der hinteren Kettenschaltung (direkt oder durch Erfassen der Position des hinteren Betätigungselements) oder hinterer Wandler (18) (lediglich schematisch in Fig. 2 gezeigt) und ein Positionssensor der vorderen Kettenschaltung (direkt oder durch Erfassen der Position des vorderen Betätigungselements) oder vorderer Wandler (19) verbunden.

[0071] Die Einzelheiten der Konstruktion der Kettenschaltungen (14, 15) der jeweiligen Betätigungselemente (16, 17) und der jeweiligen Positionssensoren oder Wandler (18, 19) werden hier nicht dargestellt, da die vorliegende Erfindung außerhalb ihrer spezifischen Konstruktion liegt. Für ausführlichere Einzelheiten wird zum Beispiel auf die Beschreibung der oben zitierten Patentanmeldungen und Patente verwiesen.

[0072] Im Besonderen sind die Wandler (18, 19) vorzugsweise von dem Typ, der in EP 1 103 456 A2 beschrieben wird und geeignet, ein elektrisches Signal bereitzustellen, das die absolute Position der Kettenschaltungen (14, 15) anzeigt.

[0073] Die Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung nach der Erfindung umfasst (einen) Mikroprozessor(en) mit elektronischer Steuereinheit (40), geeignet, die Betätigungselemente (16, 17) im Besonderen nach dem Verfahren der Erfindung, das hiernach zu beschreiben ist, anzutreiben, die Ausgabesignale der Wandler (18, 19), soweit bereitgestellt, zu empfangen und eine Benutzerschnittstelle zu steuern.

[0074] In der vorliegenden Beschreibung und in den angehängten Ansprüchen ist mit elektronischer Steuereinheit (40) eine Logikeinheit gemeint, die jedoch

durch viele physikalische Einheiten gebildet sein kann, im Besonderen ein oder mehrere verteilte Mikroprozessoren, die in einer Anzeigeeinheit (60) und/oder in einer elektronischen Leistungsplatte (30) und/oder in einer Befehlseinheit enthalten sein können.

[0075] Aus solch einem logischen Gesichtspunkt umfasst die elektronische Steuereinheit (40) neben dem/den Mikroprozessor(en) eine Speichereinrichtung, die eine oder mehrere Vorrichtungen zum Speichern der Anweisungen umfassen können, die das Verwaltungsprogramm der elektronischen Gangschaltung kodifizieren, um Betriebsvariable zum Ausführen des Programms selbst vorübergehend zu speichern (Register) sowie einen oder mehrere Verzögerungswerte flüchtig, nichtflüchtig oder permanent zu speichern, wie dies in der restlichen Beschreibung besser spezifiziert wird.

[0076] Die Speichervorrichtungen können von einem oder mehreren Typen unter Nur-Lese-, Einmal-Beschreib- oder Lese/Schreib-, Direktzugriffs- oder Sequenzspeichern sein und können aus verschiedenen Technologien, wie optische Speicher, Magnetspeicher usw., bestehen.

[0077] Die Speichervorrichtung(en) kann/können in der Anzeigeeinheit (60) und/oder in der elektronischen Leistungsplatte (30) und/oder in der Befehlseinheit enthalten sein und/oder separate Vorrichtungen sein.

[0078] Bei einer besonders bevorzugten Ausführung kann die Anzeigeeinheit (60) von dem Fahrrad (1) entfernt werden und nimmt wenigstens einen Teil der Speichereinrichtung der elektronischen Steuereinheit (40) auf. In einem solchen Fall werden die Werte, die von dem Benutzer für verschiedene Parameter der Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung (8), im Besonderen der Wert für eine oder mehrere Verzögerungen, festgelegt werden, vorzugsweise in der Speichereinrichtung gespeichert, die in die Anzeigeeinheit (60) aufgenommen ist. Diese Ausführung ist vor allem vorteilhaft bei Rennrädern, bei denen die von dem Benutzer festgelegten Werte das „Know-how“ des Fahrradfahrers wiedergeben und daher privat sind, und weil es ermöglicht, dass die Anzeigeeinheit, die relativ kostspielig ist, geschützt werden kann.

[0079] Wenn die Anzeigeeinheit (60) wieder mit dem Fahrrad (1) verbunden wird, können die Werte der dort gespeicherten Variablen in einen Zwischenspeicher der elektronischen Steuereinheit (40) kopiert werden.

[0080] Die elektronische Leistungsplatte (30), die mit einer Batterie ausgestattet ist, führt elektrische Leistung zu den Motoren der Betätigungselemente

(16, 17) und zu dem/den Mikroprozessor(en) der elektronischen Steuereinheit (40) sowie, soweit bereitgestellt, zu den Wandlern (18, 19) und zu der Anzeigeeinheit (60), soweit bereitgestellt, zu. Die Batterie ist vorzugsweise wiederaufladbar und die hintere Kettenschaltung (14) kann auf eine per se bekannte Weise eine dynamoelektrische Einheit (nicht gezeigt) zum Wiederaufladen der Batterie enthalten.

[0081] Die elektronische Leistungsplatte (30) ist zum Beispiel in einem der Rohre des Lenkers (70), in einem der Rohre des Rahmens (2), zum Beispiel an einem Träger für eine Flasche (nicht dargestellt) oder in der Anzeigeeinheit (60), die vorzugsweise mittig an dem Lenker (70) aufgenommen ist, aufgenommen.

[0082] Die Übertragung von Informationen zwischen den verschiedenen Bauteilen wird durch Elektrokabel, die vorteilhafterweise im Inneren der Rohre des Rahmens (2) aufgenommen sind oder anderweitig mit drahtlosen Verfahren, zum Beispiel mit Bluetooth-Protokoll, ausgeführt.

[0083] Die Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung (8) und im Besonderen die elektronische Steuereinheit (40) können in einem Fahrmodus manuellen Betriebs, in dem das gewünschte Übertragungsverhältnis für jede Gangschaltungsgruppe (9, 10), mit anderen Worten das Zahnrad (11 oder 12), mit dem die Kette in Eingriff kommen muss, der elektronischen Steuereinheit durch den Benutzer über eine manuelle Eingabeeinrichtung einer geeigneten Schnittstelle, wie hier im Folgenden besser beschrieben wird, auferlegt wird; in einem Fahrmodus automatischen Betriebs, in dem die elektronische Steuereinheit (40) selbst das Übertragungsverhältnis auf Basis einer Bewertungslogik der Fahrbedingungen ermittelt (zum Beispiel über Geschwindigkeitssensoren, Neigungsmesser, Drucksensoren oder Sensoren für den Herzschlag des Fahrradfahrers usw.); oder in einem Fahrmodus halbautomatischen Betriebs, der auf halbem Weg zwischen den beiden liegt, sowie in anderen Betriebsmodi, wie ein Programmiermodus, ein Diagnosemodus usw., arbeiten.

[0084] Ungeachtet des Fahrmodus werden die Gangschalt-Anforderungen zwischen dem aktuellen Zahnrad (11, 12) (das Zahnrad (11, 12), mit dem die Kette (13) zum Zeitpunkt der Gangschalt-Anforderung in Eingriff ist) und einem Ziel-Zahnrad durch die elektronische Steuereinheit (40) bewältigt.

[0085] Nach der vorliegenden Erfindung können die Gangschalt-Anforderungen Anforderungen für Einfach-Gangschaltvorgänge, wenn das Ziel-Zahnrad an das aktuelle Zahnrad (11, 12) (das Zahnrad (11, 12), mit dem die Kette (13) zum Zeitpunkt der Gangschalt-Anforderung in Eingriff ist) unmittelbar angrenzt, oder ansonsten Anforderungen für Mehrfach-Gangschaltvorgänge, wenn das Ziel-Zahnrad

an das aktuelle Rad nicht unmittelbar angrenzt, sein.

[0086] Bei einer Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang sorgt die elektronische Steuereinheit (40) ungeachtet des Fahrmodus für den Antrieb des Betätigungselements (16, 17), um das Führungselement für die Kette (14, 15) zu bewegen, um die Kette (13) so in eine Position zu bringen, dass sie mit dem Ziel-Zahnrad (11, 12) in Eingriff kommt.

[0087] Die Steuerung des Betätigungselements (16, 17) erfolgt mit Bezug auf einerseits Logikpositionen („Logikwerte“), die die physischen Positionen der verschiedenen Zahnräder (11, 12) darstellen und in einer geeigneten Speichereinrichtung (49, 50) gespeichert sind, und andererseits auf einen Logikwert, der die Position des Betätigungselements (16, 17) darstellt.

[0088] Der Logikwert, der die Position des Betätigungselements (16, 17) darstellt, kann durch einen Zähler (47, 48) (verkörpert durch ein Register oder durch eine Variable, die in einer Speicherzelle der elektronischen Steuereinheit (40) gespeichert ist) bereitgestellt werden, der durch die elektronische Steuereinheit (40) aktualisiert wird, während sie das Betätigungselement (16, 17) antreibt, zum Beispiel erhöht oder verringert um eine Einheit für jeden Schritt, der dem Motor des Betätigungselements (16, 17) auferlegt wird, wenn dies ein Schrittmotor ist. Alternativ kann der Logikwert, der die Position des Betätigungselements (16, 17) darstellt, durch den Wandler (18, 19) bereitgestellt werden. Als eine weitere Alternative kann der Logikwert, der die Position des Betätigungselements (16, 17) darstellt, durch den Zähler (47, 48) bereitgestellt werden, wobei der Ausgang des Wandlers (18, 19) von der elektronischen Steuereinheit (40) als ein Bestätigungs- oder Rückkopplungssignal verwendet wird.

[0089] Für jede Gangschaltungsgruppe (9, 10) können in der Speichereinrichtung (49, 50) die Logikpositionen aller Zahnräder (11, 12) gespeichert werden oder ansonsten können ein oder mehrere Differentialwerte entsprechend dem Abstand/den Abständen zwischen zwei angrenzenden Zahnradern (11, 12) gespeichert werden, möglicherweise zusammen mit der Position eines Zahnrades (11, 12), die als Bezug genommen wird.

[0090] Bei einer Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang in einer herkömmlich elektronisch angewiesenen Gangschaltung würde die elektronische Steuereinheit das Betätigungselement (16, 17) in einem Einzelschritt auf Basis der Logikposition, die die physische Position des Ziel-Zahnrades darstellt, antreiben.

[0091] [Fig. 3](#) stellt schematisch in einer Perspektiv-

ansicht die Hauptelemente des Bewegungsübertragungssystems dar, mit anderen Worten die Zahnräder der hinteren Gangschaltungsgruppe, die durch die Referenzziffern 11a bis 11i angezeigt werden, das hintere Führungselement oder die hintere Gangschaltung (14), die Zahnräder der vorderen Gangschaltungsgruppe, von denen nur das am weitesten außen liegende Zahnrad mit dem größten Durchmesser sichtbar ist, das vordere Führungselement oder die vordere Kettenschaltung (15) und die Kette (13).

[0092] Im Besonderen wird die Position der Gangschaltung (14) und der Kette (13) zum Zeitpunkt eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs von dem Zahnrad (11c) zu dem Zahnrad (11f) dargestellt (d. h. in diesem Beispiel ein Dreifach-Hochschaltvorgang) und nach dem Stand der Technik ausgeführt.

[0093] [Fig. 4](#) stellt schematisch eine Ansicht von der Rückseite des Fahrrads (1) dar. Daher können nur die Zahnräder (11a bis 11i) der hinteren Gangschaltungsgruppe (9), das hintere Führungselement oder die hintere Gangschaltung (14) und die Kette (13) erkannt werden. Im Besonderen werden die Anfangspositionen (rechts) und die Endpositionen (links) der Gangschaltung (14) und der Kette (13) sowie die Zwischenposition der Kette (13) zum Zeitpunkt eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs von dem Zahnrad (11c) zu dem Zahnrad (11f) nach dem Stand der Technik ausgeführt dargestellt.

[0094] Wie ersichtlich ist, wird die Kette (13), die gezogen wird, um sich auf dem Weg X der Richtung der Achse (A) zu bewegen, in einem großen Winkel (AL-FA) (der zwischen der Ebene der Erweiterung der Kette (13) und den Ebenen der Zahnräder (11) gebildet wird) angeordnet, wobei sie in Bezug auf die Zwischen-Zahnradern (11d, 11e) schräg ist. Wie in dem einleitenden Teil der vorliegenden Beschreibung dargelegt wurde, kann die Kette (13) in einem solchen Fall Zugkraft verlieren und/oder in den Zwischen-Zahnradern (11d, 11e) hängen bleiben, was zur Folge hat, dass der/die Fahrradfahrer(in) sein/ihr Gleichgewicht verlieren und fallen kann. Darüber hinaus kann die Gangschaltung mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sein.

[0095] Nach der vorliegenden Erfindung wird dagegen eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang in eine Vielzahl von Einfach-Gangschaltvorgängen zwischen zwei angrenzenden Zahnradern (11, 12) geteilt.

[0096] Als ein Beispiel und für einen direkten Vergleich mit [Fig. 4](#) stellt [Fig. 5](#) in einer ähnlichen Ansicht wie [Fig. 4](#) die Bewältigung einer Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang von dem aktuellen Zahnrad (11c) zu dem Ziel-Zahnrad (11f) (d. h. einen Dreifach-Hochschaltvorgang) dar, der nach der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird. Das

Führungselement oder die Gangschaltung (14) und die Kette (13) werden von links nach rechts in der Position, die vor der Gangschalt-Anforderung besteht, bei der das aktuelle Zahnrad das Zahnrad (11e) ist, in der Position, die nach dem ersten Einfach-Gangschaltvorgang besteht, in der das aktuelle Zahnrad das Zahnrad (11d) ist, in der Position, die nach dem zweiten Einfach-Gangschaltvorgang besteht, in der das aktuelle Zahnrad das Zahnrad (11e) ist, und in der Endposition, in der das aktuelle Zahnrad das Ziel-Zahnrad (11f) ist, dargestellt.

[0097] Es ist ersichtlich, dass der Winkel (BETA), der zwischen der Ebene der Erweiterung der Kette (13) und den Ebenen der Zahnräder (11d, 11e, 11f) gebildet wird, in Bezug auf den in Fig. 4 dargestellten Winkel (ALFA) sehr klein ist. Als Folge einer solchen Reduzierung werden die vorgenannten Nachteile im Wesentlichen beseitigt.

[0098] Allgemeiner wird nach der vorliegenden Erfindung (siehe Blockdiagramm von Fig. 6) ein Mehrfach-Gangschaltvorgang (100), um die Kette (13) in eine Gangschalttrichtung (X) in Bezug auf eine Gangschaltungsgruppe (9, 10) mit wenigstens drei Zahnrädern von einem aktuellen Zahnrad (11c in dem Beispiel von Fig. 4) zu einem Ziel-Zahnrad (11f), das nicht unmittelbar an das aktuelle Zahnrad (11c) angrenzt, zu bewegen, durch die folgenden Schritte ausgeführt:

- Auslösen eines Einfach-Gangschaltvorgangs (101), um die Kette (13) zu einem Zahnrad (11d, dann 11e, dann 11f), das unmittelbar an das aktuelle Zahnrad (11c, dann 11d, dann 11e) angrenzt, in die Gangschalttrichtung (X) zu bewegen, und
- Wiederholen (102) des vorhergehenden Schritts für eine bestimmte Anzahl von Malen (drei in dem dargestellten Beispiel), bis das unmittelbar angrenzende Zahnrad (11d, dann 11e, dann 11f) das Ziel-Zahnrad (11f) ist, wie in Block (103) bewertet.

[0099] Jeder Einfach-Gangschaltvorgang (101, 102) wird mit den oben dargelegten Abläufen, mit anderen Worten mit dem Antrieb des Betätigungselements (16, 17), um das Führungselement für die Kette (14, 15) so zu bewegen, dass die Kette (13) in eine Position gebracht wird, dass sie mit dem Zahnrad (11, 12), das jeweils unmittelbar an das jeweils aktuelle Zahnrad (11, 12) angrenzt, in Eingriff kommt, mit Bezug auf die Logikpositionen und den Logikwert, der die Position des Betätigungselements (16, 17) darstellt, ausgeführt.

[0100] Zwischen einem Einfach-Gangschaltvorgang und dem anderen kann die elektronische Steuereinheit (40) im Besonderen auf eine Bestätigung eines erfolgreichen Gangschaltvorgangs, zum Beispiel die Bestätigung durch den Wandler (18, 19), warten (optionaler Block 105).

[0101] In Fig. 7 werden schematisch und nicht maßstabsgerecht und mit Bezug auf das Beispiel von Fig. 5 die Zeitachse, Signale (201 bis 203) entsprechend den Zeitbereichen, in denen das Betätigungselement (14 (15)) durch die elektronische Steuereinheit (40) (Auslösung der Einfach-Gangschaltvorgänge (101, 102, 102)) und die Zahnräder (11c, 11d, 11e, 11f), mit denen die Kette (13) in Eingriff kommt, angetrieben wird. Die steigenden Flanken der Signale (201 bis 203) entsprechen dem Anfang der Einfach-Gangschaltvorgangsschritte und die fallenden Flanken (204 bis 206) können im Besonderen den Bestätigungen für einen erfolgreichen Gangschaltvorgang entsprechen.

[0102] Wie in dem einleitenden Teil der vorliegenden Beschreibung dargelegt wurde, hat der Anmelder erkannt, dass sich die sehr schnelle Folge von aufeinanderfolgenden Positionierungen der Kette (13) an den Zahnrädern (11d, 11e, 11f) unter manchen Umständen immer noch als für die Mechanik der Gangschaltung (8) schädigend und als für den Fahrradfahrer frustrierend oder gefährlich erweisen kann.

[0103] Um dies zu vermeiden kann bei dem Verfahren nach der Erfindung eine Verzögerung (D) (optionaler Block 105) zwischen jedem Einfach-Gangschaltvorgang-Auslöseschritt (101, 102) bereitgestellt werden.

[0104] Die Verzögerung (D) ermöglicht der Kette, mit jedem Zwischen-Zahnrad (11d, 11e) ausreichend wirksam in Eingriff zu bleiben, um sich in ihrer neuen Erweiterungsebene zu setzen, wodurch die mechanischen Beanspruchungen an der Kette (13) und an den Zähnen der Zahnräder (11d, 11e) weiter nachlassen und die Gefahr von Stockung an den Zwischen-Zahnrädern (11d, 11e) vermieden wird.

[0105] Die Verzögerung zwischen der erfolgreichen Auslösung von jedem Einfach-Gangschaltvorgang (101, 102) und dem Anfang eines nachfolgenden Einfach-Gangschaltvorgangs (102) weist vorzugsweise einen Wert in dem Bereich zwischen 100 Millisekunden und 350 Millisekunden auf, wobei ein Bereich zwischen 120 Millisekunden und 250 Millisekunden stärker zu bevorzugen ist und ein Bereich zwischen 140 Millisekunden und 220 Millisekunden noch stärker zu bevorzugen ist.

[0106] Wenn im Block 105 sowohl das Warten auf das Bestätigungssignal als auch das Warten auf die Verzögerung (D) ausgelöst werden, kann die Verzögerung (D) von dem Empfang des Bestätigungssignals (Fig. 8) oder von dem Beginn des Schritts des Auslösens des vorhergehenden Einfach-Gangschaltvorgangs (101, 102) (Fig. 9) gezählt werden. In diesem zweiten Fall hat sie einen größeren Wert, um die vorgesehene Zeit für die Auslösung des Ein-

fach-Gangschaltvorgangs, typischerweise ungefähr 150 bis 300 Millisekunden, entsprechend dem Fahrradfahrer, dem Gangschaltvorgang und den Fahrbedingungen, wenn bergauf gefahren wird, im Flachen gefahren wird oder bergab gefahren wird usw., zu berücksichtigen.

[0107] Darüber hinaus kann der Wert der Verzögerung (D) auf Basis der Differenz (DELTA-D) zwischen dem vorgesehenen Zeitpunkt (fallende Flanke des Einfach-Gangschaltvorgangs **(202)**, durch eine gestrichelte Linie angezeigt) erfolgreicher Auslösung des Einfach-Gangschaltvorgangs und dem Empfang der Bestätigung des erfolgreichen Gangschaltvorgangs ([Fig. 10](#)) festgelegt werden, mit anderen Worten erhöht oder verringert werden, wenn das Bestätigungssignal vor oder bzw. nach dem vorgesehenen Zeitpunkt empfangen wird.

[0108] Obwohl bisher auf eine Einfach-Verzögerung (D) Bezug genommen wurde, die zwischen den aufwärtsgeschalteten und abwärtsgeschalteten Einfach-Gangschaltvorgängen der vorderen Gangschaltungsgruppe **(9)** und der hinteren Gangschaltungsgruppe **(10)** abgewartet werden, gibt es, was den anwendbaren Wert der Verzögerung anbelangt, unterschiedliche Möglichkeiten.

[0109] Bei einer ersten Ausführung wird eine vorgegebene Einfach-Verzögerung (D) bereitgestellt, die für jeden Einfach-Zwischen-Gangschaltvorgang eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs verwendet wird.

[0110] Bei einer zweiten Ausführung werden eine Verzögerung (UD) für jeden Hochschaltvorgang und/oder eine Verzögerung (DD) für jeden Herunterschaltvorgang bereitgestellt.

[0111] Da die Spannung der Kette **(13)** an den Führungselementen **(14, 15)** der hinteren und vorderen Gangschaltungsgruppe **(9, 10)** unterschiedlich ist und da sich der Abstand zwischen angrenzenden Zahnradern **(11)** der hinteren Gangschaltungsgruppe **(9)** von dem Abstand zwischen angrenzenden Zahnradern **(12)** der vorderen Gangschaltungsgruppe **(10)** unterscheiden kann und da die Distanz zwischen dem Führungselement **(14, 15)** für die Kette **(13)** und den Zahnradern **(11, 12)** in dem Fall der beiden Gangschaltungsgruppen, vordere **(9)** und hintere **(10)**, unterschiedlich ist, kann es geeignet sein, die Verzögerung, die auf die hintere Gangschaltungsgruppe **(9)** und auf die vordere Gangschaltungsgruppe **(10)** anzuwenden ist, auf eine unabhängige Weise und somit mit unterschiedlichen Werten bereitzustellen oder nicht.

[0112] Daher ist bei einer dritten Ausführung die Speichereinrichtung geeignet, eine Einfach-Verzögerung (RD) für die hintere Gangschaltungsgruppe **(9)** und/oder eine Einfach-Verzögerung (FD) für die vor-

dere Gangschaltungsgruppe **(10)** zu speichern.

[0113] Bei einer vierten Ausführung ist die Speichereinrichtung geeignet, für die hintere Gangschaltungsgruppe **(9)** eine Hochschalt-Verzögerung (RUD) und/oder eine Herunterschalt-Verzögerung (RDD) und/oder für die vordere Gangschaltungsgruppe **(10)** eine Hochschalt-Verzögerung (FUD) und/oder eine Herunterschalt-Verzögerung (FDD) zu speichern.

[0114] Nach einer fünften Ausführung, die die Optimierung in Bezug auf die Einfach-Gangschaltvorgänge des Betriebs der Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung **(8)** und des Verfahrens zu ihrer Servo-Unterstützung der vorliegenden Erfindung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Durchmesser der Zwischen-Zahnrad favorisiert, ist die Speichereinrichtung geeignet, unabhängig bis zu eine Verzögerung (RiD) für jedes Zwischen-Zahnrad der hinteren Gangschaltungsgruppe **(9)** und eine Verzögerung (FiD) für jedes Zwischen-Zahnrad der vorderen Gangschaltungsgruppe **(10)** zu speichern.

[0115] Nach einer sechsten Ausführung ist die Speichereinrichtung geeignet, unabhängig bis zu eine Hochschalt-Verzögerung (RiUD, FiUD) und eine Herunterschalt-Verzögerung (RiDD, FiDD) für jedes Zwischen-Zahnrad **(11, 12)** von jeder Gangschaltungsgruppe **(9, 10)** zu speichern.

[0116] Bei den verschiedenen vorgenannten Ausführungen wird der Wert der oder jeder Verzögerung im Werk auf Standardwerte voreingestellt. Vorzugsweise wird dann ein Einstell-Betriebsmodus der elektronischen Steuereinheit **(40)** bereitgestellt, in dem der Wert der oder jeder Verzögerung durch den Benutzer verändert werden kann. Bevor ein Beispiel eines Flussdiagramms eines solchen Einstell-Betriebsmodus beschrieben wird, lohnt es sich, zu betonen, dass es in einem solchen Fall geeignet ist, die Möglichkeit zur Rückkehr zu den Standardwerten (entsprechend den Nenn- oder Durchschnittswerten) vorzusehen, die auf geeignete Weise in einer Nur-Lese-Speichereinrichtung gespeichert sind. Darüber hinaus ist außerdem eine Ausführung möglich, bei der die Verzögerungen durch den Benutzer auf Basis eines jeweiligen Differentialbetrags, der auf den Standardwert anzuwenden ist, eingestellt werden.

[0117] [Fig. 11](#) stellt ein Beispiel eines Flussdiagramms des Programmier-Betriebsmodus dar.

[0118] Beginnend an einem Anfangsblock **(300)** prüft die elektronische Steuereinheit **(40)** in einem Block **(301)**, ob man die Aktivierung des Einstellmodus wünscht, und, im Falle der Bestätigung, in Bezug auf welche Verzögerung, wie zum Beispiel (bei der vorgenannten vierten Ausführung) auf die Hochschalt-Verzögerung (RUD) der hinteren Gangschal-

tungsgruppe (9), auf die Herunterschalt-Verzögerung (RDD) der hinteren Gangschaltungsgruppe (9), auf die Hochschalt-Verzögerung (FUD) der vorderen Gangschaltungsgruppe (10) oder auf die Herunterschalt-Verzögerung (FDD) der vorderen Gangschaltungsgruppe (10), oder ob man den Einstellmodus in einem Block (311) verlassen möchte.

[0119] Nach dem Block (301) prüft die elektronische Steuereinheit (40) in einem Block (302), ob man die vorgewählte Verzögerung verlängern oder verkürzen möchte oder ansonsten das Einstellen in Bezug auf die vorgewählte Verzögerung beenden möchte.

[0120] Wenn die elektronische Steuereinheit (40) feststellt, dass man die vorgewählte Verzögerung verlängern möchte (linker Ausgang von Block 302), prüft die elektronische Steuereinheit (40) in einem Block (303), ob die vorgewählte Verzögerung einen Maximalwert (allgemein oder spezifisch für die vorgewählte Verzögerung) besitzt und geht im Falle der Bestätigung zurück zu Block 302 und erzeugt möglicherweise eine Warnung an den Benutzer in einem optionalen Block (304).

[0121] Wenn die elektronische Steuereinheit (40) in dem Block (303) verifiziert, dass die vorgewählte Verzögerung den Maximalwert nicht besitzt, sorgt sie in einem Block (305) für das Erhöhen des Wertes der vorgewählten Verzögerung um eine Zeiteinheit und geht dann zu Block 302 zurück.

[0122] Auf dieselbe Weise prüft, wenn die elektronische Steuereinheit (40) in Block 302 feststellt, dass man die vorgewählte Verzögerung verkürzen möchte (rechter Ausgang), die elektronische Steuereinheit (40) in einem Block (306), ob die vorgewählte Verzögerung einen Minimalwert (allgemein oder spezifisch für die vorgewählte Verzögerung) besitzt und geht im Falle der Bestätigung zurück zu Block 302 und erzeugt möglicherweise eine Warnung an den Benutzer in einem optionalen Block (307).

[0123] Wenn die elektronische Steuereinheit (40) in dem Block (306) verifiziert, dass die vorgewählte Verzögerung den Minimalwert nicht besitzt, sorgt sie in einem Block (308) für das Verringern des Wertes der vorgewählten Verzögerung um eine Zeiteinheit und geht dann zu Block 302 zurück.

[0124] Wenn die elektronische Steuereinheit in Block 302 feststellt, dass man das Einstellen in Bezug auf die vorgewählte Verzögerung beenden möchte (unterer Ausgang), geht die Ausführung weiter zu einem Block (309), in dem die elektronische Steuereinheit (40) prüft, ob man die ausgeführten Änderungen speichern möchte.

[0125] Im Falle der Bestätigung speichert die elektronische Steuereinheit (40) in einem Block (310) den

Wert der vorgewählten Verzögerung und geht zurück zu Block 301 und im negativen Fall geht sie direkt zu Block 301 zurück.

[0126] Die verschiedenen Prüfungen, was der Benutzer tun möchte, können auf der Basis einer Benutzerschnittstelle, wie zum Beispiel eine grafische Schnittstelle, die an der Anzeigeeinheit (60) implementiert ist, durch eine berührungsempfindliche Anzeige oder durch Zusatzknöpfe, wie beispielhaft durch die Knöpfe (61 bis 63) von [Fig. 2](#) dargestellt, und/oder auf der Basis derselben manuellen Befehlseinrichtung, die die Anforderungsbefehle für aufwärtsgerichtete und abwärtsgerichtete Gangschaltvorgänge senden, stattfinden, wobei die elektronische Steuereinheit (40) auf geeignete Weise das Signal interpretiert, das durch die Betätigung einer solchen manuellen Befehlseinrichtung nach dem Kontext erzeugt wird, zum Beispiel durch Logikgatter oder Boole'sche Funktionen.

[0127] Eine solche manuelle Befehlseinrichtung kann zum Beispiel Hebel (43, 44) ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)), die mit dem Bremshebel (41) an einem Griff des Lenkers (70) für die Signale für aufwärtsgerichtete bzw. abwärtsgerichtete Einfach-Gangschaltvorgänge der hinteren Gangschaltungsgruppe (9) verbunden sind, und Hebel (45, 46) ([Fig. 2](#)), die mit dem Bremshebel an dem anderen Griff des Lenkers (70) für die Signale für aufwärtsgerichtete bzw. abwärtsgerichtete Einfach-Gangschaltvorgänge der vorderen Gangschaltungsgruppe (10) verbunden sind, umfassen.

[0128] Als Alternative zu den Hebeln (43 bis 46) können zwei manuell betätigte Knöpfe oder zwei Knöpfe, die durch einen Schwenkhebel betätigt werden, bereitgestellt sein.

[0129] Die Hebel oder Knöpfe, die zum Bereitstellen der Anforderungen für Einfach-Gangschaltvorgänge geeignet sind, können außerdem zum Bereitstellen der Anforderungen für Mehrfach-Gangschaltvorgänge verwendet werden, wobei der Typ der Gangschalt-Anforderung zum Beispiel durch die Betätigungszeit, durch die Anzahl der aufeinanderfolgenden Auslösungen, durch die Tatsache, dass mit einer ersten Auslösung ein Anfang der Gangschalt-Anforderung und mit einer zweiten Auslösung ein Ende der Gangschalt-Anforderung erzeugt wird usw., unterschieden werden kann.

[0130] Alternativ kann die manuelle Befehlseinrichtung andere Knöpfe oder Hebel, die auf geeignete Weise für die Anforderungen für Mehrfach-Gangschaltvorgänge gedacht sind (nicht gezeigt), sowie ein numerisches Tastenfeld oder eine grafische Schnittstelle, die an der Anzeigeeinheit (60) implementiert ist und mit der der Fahrradfahrer direkt das Ziel-Zahnrad anzeigt, umfassen.

[0131] Je nach Typ der Implementierung kann die elektronische Steuereinheit (40) in der Lage sein, vorab festzustellen, ob die von dem Fahrradfahrer kommende Gangschalt-Anforderung mehrfach oder einfach ist, oder kann dies ansonsten nicht. Auf dieselbe Weise kann im normalen Fahrmodus mit automatischem oder halbautomatischem Betrieb die elektronische Steuereinheit (40) direkt interne Anforderungen für Einfach-Gangschaltvorgänge oder interne Anforderungen für Mehrfach-Gangschaltvorgänge erzeugen oder kann ansonsten eine interne generische Gangschalt-Anforderung erzeugen und nachher feststellen, ob die Anforderung für einen Einfach- oder einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist.

[0132] Wenn die elektronische Steuereinheit (40) in der Lage ist, vorab festzustellen, ob die von dem Fahrradfahrer kommende Gangschalt-Anforderung mehrfach oder einfach ist, umfasst das Verfahren nach der Erfindung (Fig. 12) die folgenden Schritte: Warten in einem Block (400) auf den Empfang einer Gangschalt-Anforderung, Feststellen in einem Block (401), ob die Gangschalt-Anforderung eine Anforderung für einen Einfach- oder einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist und, wenn es eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang ist, Auslösen in einem Block (402) eines Einfach-Gangschaltvorgangs auf die oben dargelegte Weise, und, wenn es eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, Auslösen in einem Block (100) eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs wie oben dargelegt.

[0133] Wie dargelegt wurde, kann in dem manuell befehligten normalen Fahrmodus der Schritt (401) des Feststellens, ob die Gangschalt-Anforderung eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, zum Beispiel auf Basis der Dauer eines von der Benutzerschnittstelle empfangenen Signals, wie zum Beispiel die Dauer des Drückens von einem der Hebel (43 bis 46), auf Basis der Anzahl von aufeinanderfolgenden Signalen, die von einer Benutzerschnittstelle empfangen werden, wie zum Beispiel die Anzahl aufeinanderfolgenden Drückens von einem der Hebel (43 bis 46), oder auf Basis des besonderen Signals, das das gewünschte Ziel-Zahnrad des Gangschaltvorgangs anzeigt und von der grafischen Schnittstelle oder durch das numerische Tastenfeld übertragen wurde, ausgeführt werden.

[0134] Das Feststellen, ob die Gangschalt-Anforderung einfach oder mehrfach ist, erfordert im Allgemeinen eine bestimmte Menge an Zeit. Es ist somit vorteilhaft, den ersten Einfach-Gangschaltvorgang zwischen dem aktuellen Zahnrad und dem unmittelbar angrenzenden Zahnrad unmittelbar auszulösen, ein Einfach-Gangschaltvorgang, der in jedem Fall angefordert ist.

[0135] Mit anderen Worten wird mit Bezug auf das Blockdiagramm von Fig. 13 bei Empfang einer Gangschalt-Anforderung in Block 400, Block 101 (siehe Fig. 6) des Auslösens eines Einfach-Gangschaltvorgangs unmittelbar ausgeführt, um die Kette (13) zu einem Zahnrad zu bewegen, das unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt; unmittelbar nach oder während seiner Ausführung wird in Block 401 festgestellt, ob die Anforderung für einen Mehrfach- oder einen Einfach-Gangschaltvorgang ist. In dem ersten Fall wird die Ausführung fortgesetzt, wie oben mit Bezug auf Fig. 6 beschrieben, während in dem zweiten Fall die Ausführung endet.

[0136] Eine andere Ausführung (Fig. 14) umfasst die folgenden Schritte: Warten (403) auf den Empfang eines Anfangs einer Gangschalt-Anforderung, Ausführen von Block 101 (siehe Fig. 6) des Auslösens eines Einfach-Gangschaltvorgangs zum Bewegen der Kette (13) zu einem Zahnrad, das unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt, und gleichzeitig Überwachen, in einer von Block 404 dargestellten parallelen Schleife, des Empfangs eines Endes der Gangschalt-Anforderung. Wenn das Ende der Gangschalt-Anforderung – wie durch die Erzeugung des Blitzsymbols (405) dargestellt – empfangen wird, bevor die Ausführung von Schritt 102 (siehe Fig. 6) beginnt, entsprechend der ersten Wiederholung von Schritt b) in dem vorgenannten Schritt c), Zurückgehen zu Block 403 des Wartens auf einen Anfang einer Gangschalt-Anforderung, wie durch das Blitzsymbol (405a) dargestellt, was den rechten Zweig des Ausgangs von Block 101 erzwingt, ansonsten Ausführen des vorgenannten Schrittes c), d. h. der Schleife, die von den Blöcken 102, 103 und möglicherweise 105 dargestellt wird, wobei die Wiederholung des vorgenannten Schrittes b) bis zum Empfang eines Endes der Gangschalt-Anforderung als Anzeige des Zustands, dass das unmittelbar angrenzende Zahnrad das Ziel-Zahnrad ist, stattfindet. Dies wird schematisch durch das Blitzsymbol (405b) angezeigt, das den „Ja“-Ausgang von Block 103 erzwingt.

[0137] Diese Ausführung ist besonders vorteilhaft, da sie der elektronischen Steuereinheit oder dem Benutzer ermöglicht, im automatischen oder halbautomatischen Betrieb bzw. im manuellen Betrieb im Nachhinein festzustellen, wann ein zufriedenstellendes Übertragungsverhältnis erreicht wurde. Bei manuellem Betrieb können die Anfangsanforderung und die Endanforderung jeweils durch das Betätigen und Freigeben eines Knopfes oder Hebels (zum Beispiel einer der Hebel 43 bis 46), durch das Drücken von zwei unterschiedlichen Knöpfen, durch ein erstes Auslösen und ein nachfolgendes zweites Auslösen eines Knopfes oder Hebels (zum Beispiel einer der Hebel 43 bis 46) bereitgestellt werden.

[0138] Bei den verschiedenen Ausführung, die oben dargelegt werden, kann eine Gangschalt-Anforde-

rung, ob nun mehrfach oder einfach, zurückgehalten werden, bis eine vorgegebene minimale Zeit von der Auslösung des letzten vorangehenden Gangschaltvorgangs, ob nun mehrfach oder einfach, vergangen ist, und zwar auf Grund der technischen Gründe, die oben dargelegt wurden.

[0139] Mit anderen Worten kann den Blöcken **101** von **Fig. 6**, **400** von **Fig. 12**, **400** von **Fig. 13** und **403** von **Fig. 14** ein Block des Wartens auf eine Verzögerung, der nicht gezeigt wird, vorausgehen.

[0140] Sowohl dieses Warten auf eine Verzögerung als auch das Warten auf die Verzögerung während der Auslösung des Mehrfach-Gangschaltvorgangs (Block **105**) können in der Praxis in eine Schleife in dem Software-Programm nach der Erfindung oder ansonsten durch einen Zeitgeber integriert sein.

[0141] Der Zeitgeber kann selbstverständlich ein Abwärtszähl- oder ein Aufwärtszähl-Zeitgeber sein und kann durch eine Speichervariable integriert sein, die durch das Taktsignal eines Mikroprozessors der elektronischen Steuereinheit (**40**) oder durch eine dedizierte Vorrichtung verwaltet wird.

[0142] Neben der Fähigkeit, einen voreingestellten Wert zu besitzen, kann die Verzögerung dynamisch berechnet werden, mit anderen Worten kann sie als eine Funktion einer vorgegebenen gewünschten Verschiebung der Kette (**13**) an dem Zwischen-Zahnrad vorgegeben werden.

[0143] Die Verschiebung kann auf Basis eines Winkelpositions- oder Winkelgeschwindigkeitssensors (nicht gezeigt) von einer oder beiden Gangschaltungsgruppen (**9**, **10**) in Bezug auf eine Winkelbezugsposition bewertet werden. Es ist zu beachten, dass sich die Winkelgeschwindigkeiten der beiden Gangschaltungsgruppen durch das aktuelle Übertragungsverhältnis aufeinander beziehen, das durch das Verhältnis zwischen den Radien der Zahnräder (**11**, **12**), die jeweils mit der Kette (**13**) in Eingriff sind, vorgegeben wird. Daher reicht ein einzelner Sensor in einer der beiden Gangschaltungsgruppen aus. Als eine weitere Alternative kann ein Winkelpositions- oder Winkelgeschwindigkeitssensor, der mit einem der beiden Räder (**4**, **6**) des Fahrrads (**1**) gekoppelt ist, verwendet werden.

[0144] Vorzugsweise kann der Sensor ein Sensor für das Schneiden einer Bezugsposition durch wenigstens eine Ketteneingriffs-Lösezone des Zwischen-Zahnrades sein oder einen solchen umfassen, wie dies zum Beispiel in der zitierten amerikanischen Patentanmeldung, die als US 2001/0048211 A1 veröffentlicht wurde, beschrieben wird.

[0145] Die vorgegebene Verschiebung kann außerdem auf Basis der Geschwindigkeit der Kette oder

des Fahrrades, die durch einen geeigneten Sensor erfasst wird, bewertet werden.

[0146] Vorteilhafterweise wird die vorgegebene Winkelverschiebung so gewählt, dass sie dem Winkelabstand zwischen Ketteneingriffs-Lösezonen des Zwischen-Zahnrades oder einem ganzen Vielfachen eines solchen Winkelabstands entspricht.

[0147] Im Besonderen ist, wenn es m Lösezone gibt, die gleichmäßig auf das Zahnrad mit einem Winkelabstand $ALFA$ verteilt sind, die gewünschte Verschiebung vorzugsweise so zu wählen, dass sie $n \times ALFA$ entspricht (wobei n eine ganze Zahl ist, die größer oder gleich 1 ist), und die Verzögerung kann aus der Beziehung $D = R \times n \times ALFA/v$ oder $D = n \times ALFA/w$ berechnet werden, wobei R der Radius des Zwischen-Zahnrades ist, v und w die Linear- bzw. Winkelgeschwindigkeit der Kette an dem Zwischen-Zahnrad sind.

[0148] Der/die Mikroprozessor(en) der elektronischen Steuereinheit (**40**) kann/können zum Beispiel nach der C-MOS-Technologie gefertigt sein, die die Vorteile besitzt, dass sie niedrigen Energieverbrauch aufweist.

[0149] Als eine Alternative zur Implementierung durch dedizierte Hardware können die Funktionalitäten der elektronischen Steuereinheit (**40**), die oben beschrieben werden, durch ein Software-Programm erzielt werden, das in einen kleinen Rechner geladen werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektronischen Servo-Unterstützung einer Fahrrad-Gangschaltung (**8**) mit elektronischer Servo-Unterstützung, das die folgenden Schritte umfasst:

- Auslösen eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs, um eine Kette auf einem Gangschaltweg in Bezug auf eine Gangschaltungsgruppe mit wenigstens drei Zahnrädern von einem aktuellen Zahnrad zu einem Ziel-Zahnrad zu bewegen, das nicht unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt, wobei Schritt a) des Auslösens eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs die folgenden Schritte umfasst:
- Auslösen eines Einfach-Gangschaltvorgangs, um die Kette auf ein Zahnrad zu bewegen, das in der Gangschalttrichtung unmittelbar an das aktuelle Zahnrad angrenzt,
- Wiederholen von Schritt b), bis das unmittelbar angrenzende Zahnrad das Ziel-Zahnrad ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt c) den folgenden Schritt umfasst:

- Warten auf eine Bestätigung der vorangehenden

Ausführung von Schritt b).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt c) den folgenden Schnitt umfasst:

e) Abwarten einer vorgegebenen Verzögerung (D; RD, FD; UD, DD; RUD, RDD, FUD, FDD; RiD, FiD; RiUD, RiDD, FiUD, FiDD).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wenn abhängig von Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verzögerung im Bereich zwischen 100 Millisekunden und 350 Millisekunden liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wenn abhängig von Anspruch 2, das des Weiteren, wenn das Bestätigungssignal vor bzw. nach einem vorgesehenen Zeitpunkt empfangen wird, den Schritt des Verlängerns bzw. Verkürzens der vorgegebenen Verzögerung umfasst.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–5, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verzögerung (RD, FD) unabhängig für jede Gangschaltungsgruppe vorhanden ist oder nicht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–6, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verzögerung unabhängig für jede Gangschalttrichtung (DU, DD; RUD, RDD, FUD, FDD) vorhanden ist oder nicht.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–7, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verzögerung unabhängig für jedes unmittelbar angrenzende Zahnrad (RiD, FiD; RiUD, RiDD, FiUD, FiDD) vorhanden ist oder nicht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–8, dadurch gekennzeichnet, dass es den Schritt des Einstellens der Verzögerung über eine Benutzerschnittstelle umfasst.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–8, dadurch gekennzeichnet, dass es den folgenden Schritt umfasst:

f) Vorgeben der vorgegebenen Verzögerung als eine Funktion einer vorgegebenen Verschiebung der Kette auf das unmittelbar angrenzende Zahnrad.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verzögerung auf Basis eines Winkelpositions- oder Winkelgeschwindigkeitssensors bewertet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelpositionssensor einen Sensor für das Schneiden einer Winkelbezugsposition durch wenigstens eine Ketteneingriffs-Lösezone des unmittelbar angrenzenden Zahnrades umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Verschiebung auf Basis der Geschwindigkeit der Kette bzw. des Fahrrades bewertet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Winkelverschiebung dem Winkelabstand zwischen Ketteneingriffs-Lösezonen des unmittelbar angrenzenden Zahnrades oder einem ganzen Vielfachen desselben (n) entspricht.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

g) Warten auf den Empfang einer Gangschalt-Anforderung,

h) Feststellen, ob die Gangschalt-Anforderung eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist,

h1) wenn sie eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang ist, Ausführen des Schrittes des Auslösens eines Einfach-Gangschaltvorgangs, um die Kette von dem Ausgangs-Zahnrad zu einem Ziel-Zahnrad zu bewegen, das in der Gangschalttrichtung unmittelbar an das Ausgangs-Zahnrad angrenzt,

h2) wenn sie eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, Ausführen des Schrittes a) des Auslösens eines Mehrfach-Gangschaltvorgangs.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt h) auf Basis der Dauer eines Signals ausgeführt wird, das von einer Benutzerschnittstelle empfangen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt h) auf Basis der Anzahl aufeinanderfolgender Signale ausgeführt wird, die von einer Benutzerschnittstelle empfangen werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt h) auf Basis eines durch eine Benutzerschnittstelle empfangenen Signals ausgeführt wird, das aus einer Vielzahl von Signalen ausgewählt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–14, das die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte umfasst:

i) Warten auf eine Gangschalt-Anforderung,

j) Feststellen, ob sie ein Anforderungssignal für einen Einfach-Gangschaltvorgang oder ein Anforderungssignal für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, wobei dies zur gleichen Zeit ausgeführt wird wie Schritt b),

wenn sie eine Anforderung für einen Mehrfach-Gangschaltvorgang ist, Ausführen des Schrittes c),

wenn sie eine Anforderung für einen Einfach-Gangschaltvorgang ist, Zurückkehren zur Ausführung von Schritt i).

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–18, das des Weiteren den vor Schritt b) ausgeführten folgenden Schritt umfasst:

k) Warten auf den Empfang eines Anfangs einer Gangschalt-Anforderung, und den folgenden Schritt:

b1) Überwachen des Empfangs eines Endes der Gangschalt-Anforderung, wenn das Ende der Gangschalt-Anforderung empfangen wird, bevor die Ausführung von Schritt c) begonnen wird, Zurückkehren zu der Ausführung von Schritt k), ansonsten Ausführen des Schrittes c), Wiederholen des Schrittes b), bis zum Empfang des Endes der Gangschalt-Anforderung als eine Anzeige des Zustandes, das das unmittelbar angrenzende Zahnrad das Ziel-Zahnrad ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15–20, dadurch gekennzeichnet, dass die Anforderungen durch eine Benutzerschnittstelle empfangen werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15–21, gekennzeichnet durch den Schritt des Zurückhaltens der Gangschalt-Aufforderung, bis eine vorgegebene minimale Zeit von der Auslösung des letzten vorangehenden Gangschaltvorgangs vergangen ist.

23. Programm zur elektronischen Servo-Unterstützung einer Fahrrad-Gangschaltung (8), das Programmcodemittel umfasst, die geeignet sind, um die Schritte des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche auszuführen, wenn das Programm auf einem Prozessor ausgeführt wird, der als wenigstens ein Microcontroller ausgeführt ist.

24. Elektronische Schaltung, die geeignet ist, um die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–22 auszuführen.

25. Fahrrad-Gangschaltung mit elektronischer Servo-Unterstützung (8), die umfasst:

ein System aus Kette (13) und Zahnradern (11, 12) zur Übertragung von Bewegung von der Achse (B) der Pedalkurbeln (7) auf ein Antriebsrad (4) des Fahrrads (1), wobei das Bewegungsübertragungssystem umfasst:

wenigstens eine Gangschaltungsgruppe (9, 10), die wenigstens drei Zahnräder (11, 12) koaxial entlang einer Achse (X) aufweist, die aus der Achse der Pedalkurbeln (B) und der Achse (A) des Antriebsrades (4) ausgewählt wird, wobei die wenigstens eine Gangschaltungsgruppe (9, 10) Führungseinrichtungen (14, 15), die die Kette (13) in Eingriff mit einem vorgegebenen Zahnrad (11, 12) der Gangschaltungsgruppe (9, 10) bewegen, und ein Betätigungse-

lement (16, 17) der Führungseinrichtungen (14, 15) umfasst, eine elektronische Steuerschaltung (40), die geeignet ist, um das Betätigungselement (16, 17) der wenigstens einen Gangschaltungsgruppe (9, 10) anzutreiben und die eine Einrichtung zum Auslösen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–22 umfasst.

26. Fahrrad-Gangschaltung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Gangschaltungsgruppe (9, 10) einen Wandler (18, 19) der Position des Führungselementes (14, 15) in Bezug auf die Zahnräder (11, 12) in der Gangschaltungsgruppe (9, 10) umfasst, der geeignet ist, um das Bestätigungssignal zu erzeugen.

27. Fahrrad-Gangschaltung nach einem der Ansprüche 25–26, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinheit (40) eine Speichereinrichtung (49, 50) umfasst, die geeignet ist, um die oder jede vorgegebene Verzögerung zu speichern.

28. Fahrrad-Gangschaltung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Speichereinrichtung (49–50) in einem Gehäuse aufgenommen ist, das von dem Fahrrad (1) entfernt werden kann, vorzugsweise in einer entfernbaren Anzeigeeinheit (60).

29. Fahrrad-Gangschaltung nach einem der Ansprüche 25–28, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Schnittstelleneinrichtung zwischen einem Benutzer und der elektronischen Steuereinheit (40) umfasst, die so arbeitet, dass sie die Signale für Gangschalt-Anforderung, Gangschalt-Anforderungsanfang und/oder Gangschalt-Anforderungsende zu der elektronischen Steuereinheit (40) sendet und/oder den Wert der oder jeder Verzögerung festlegt.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

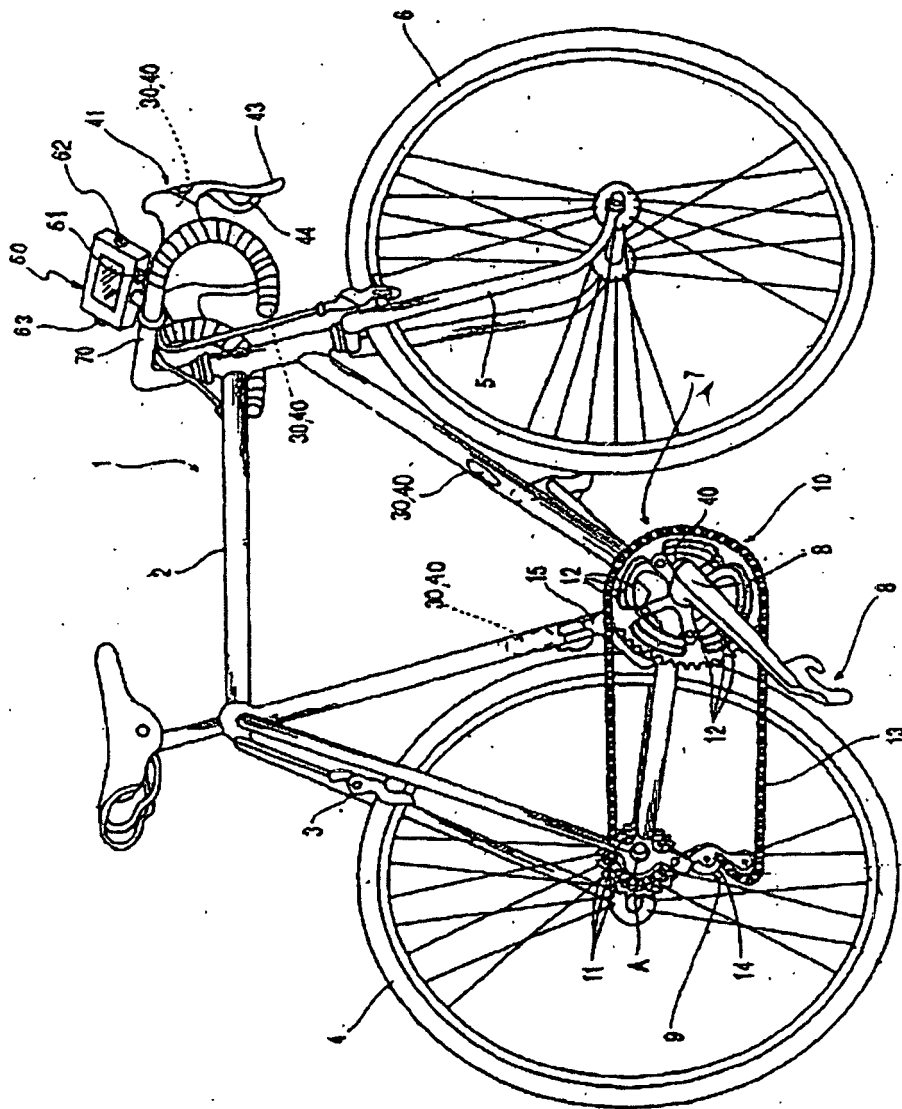


Fig. 1

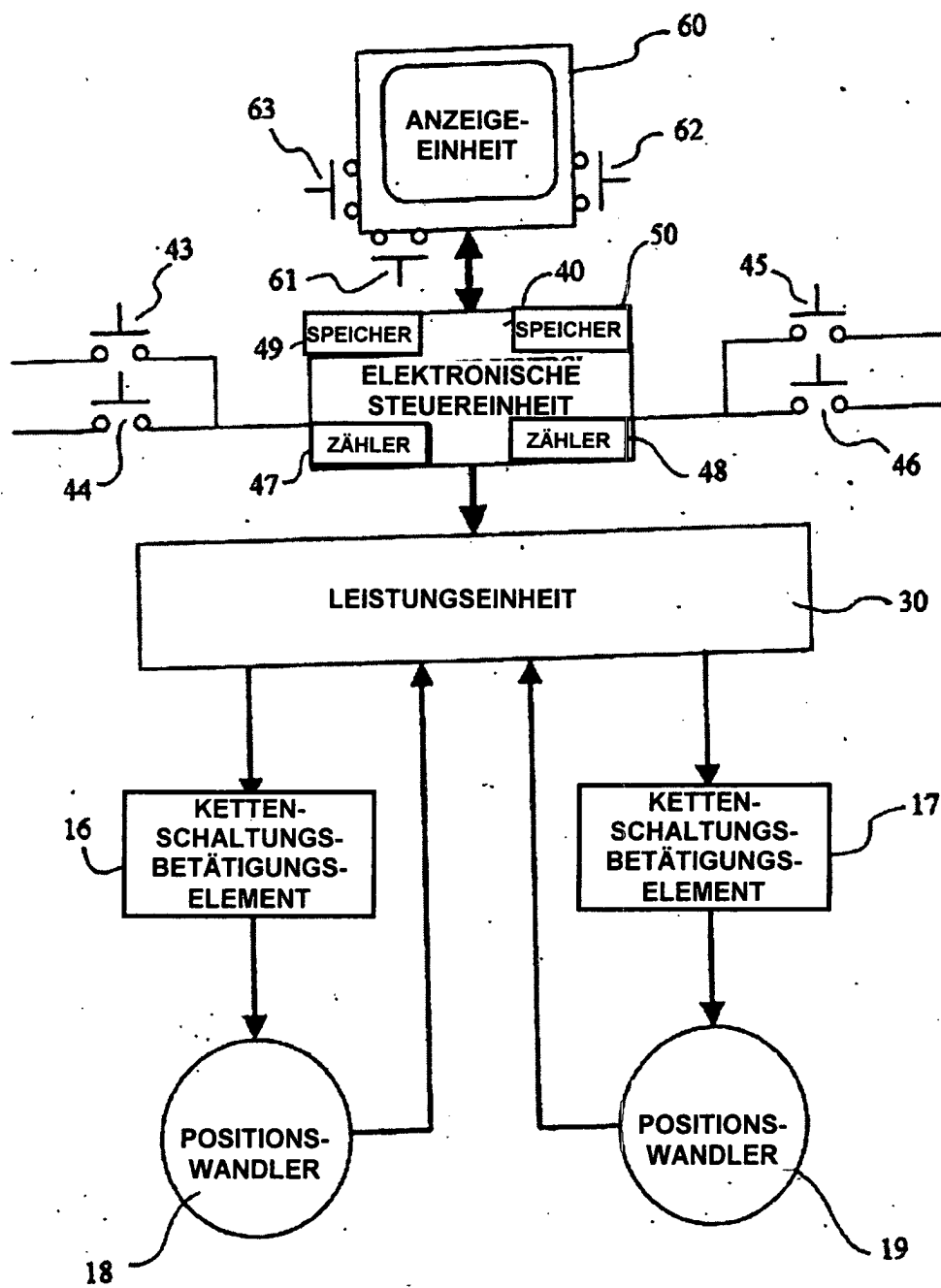
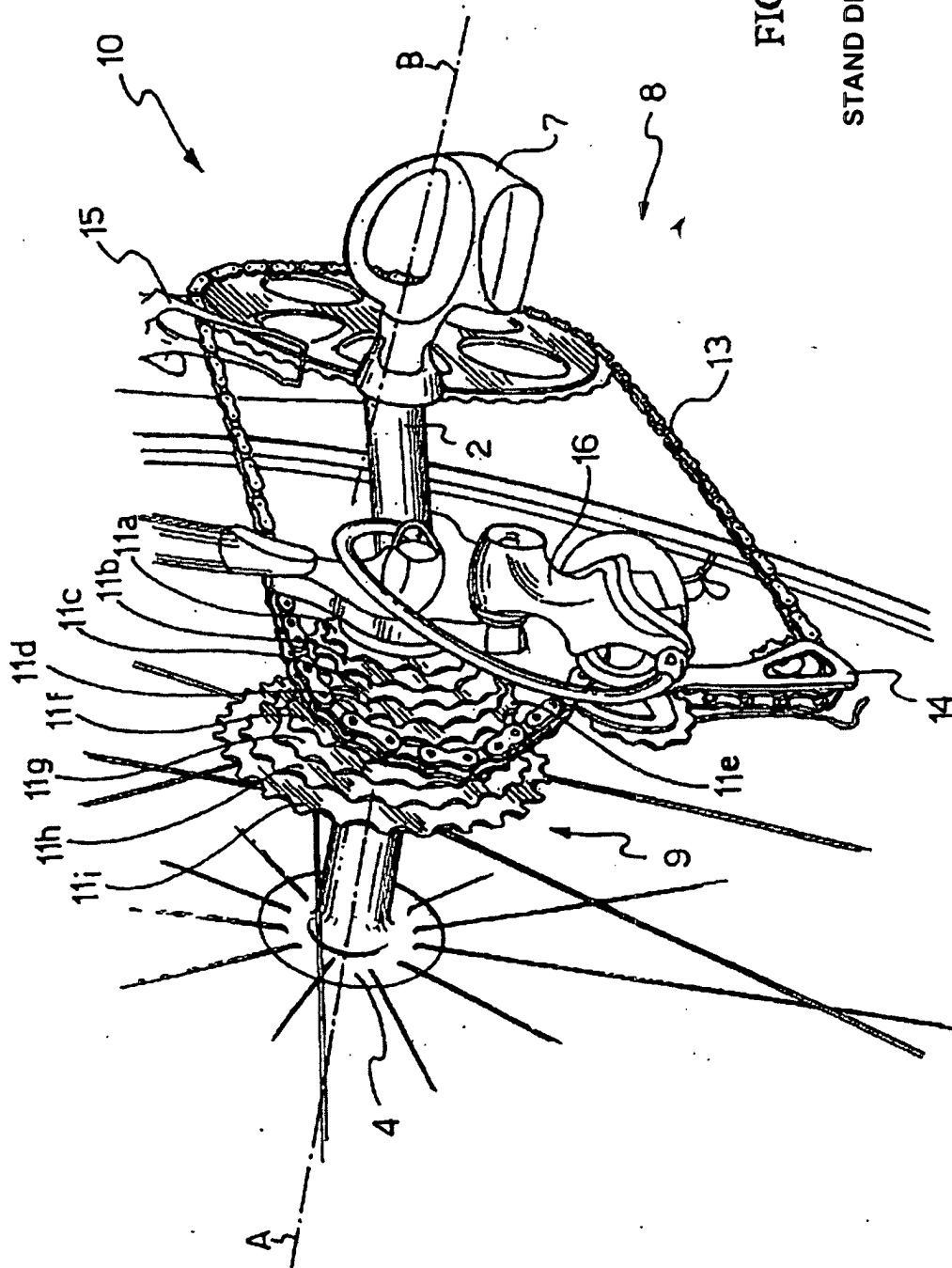


FIG. 2



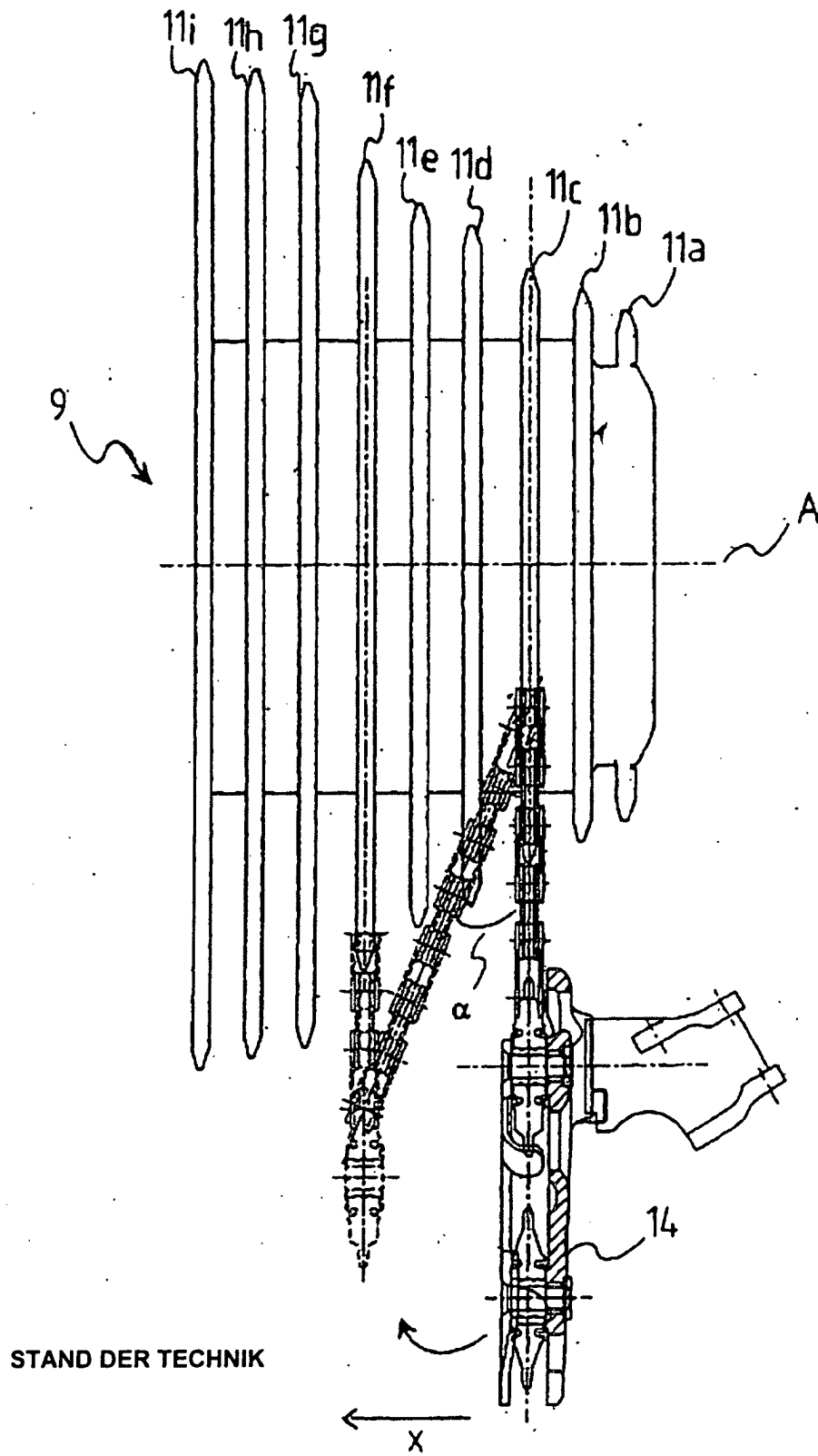


FIG. 4

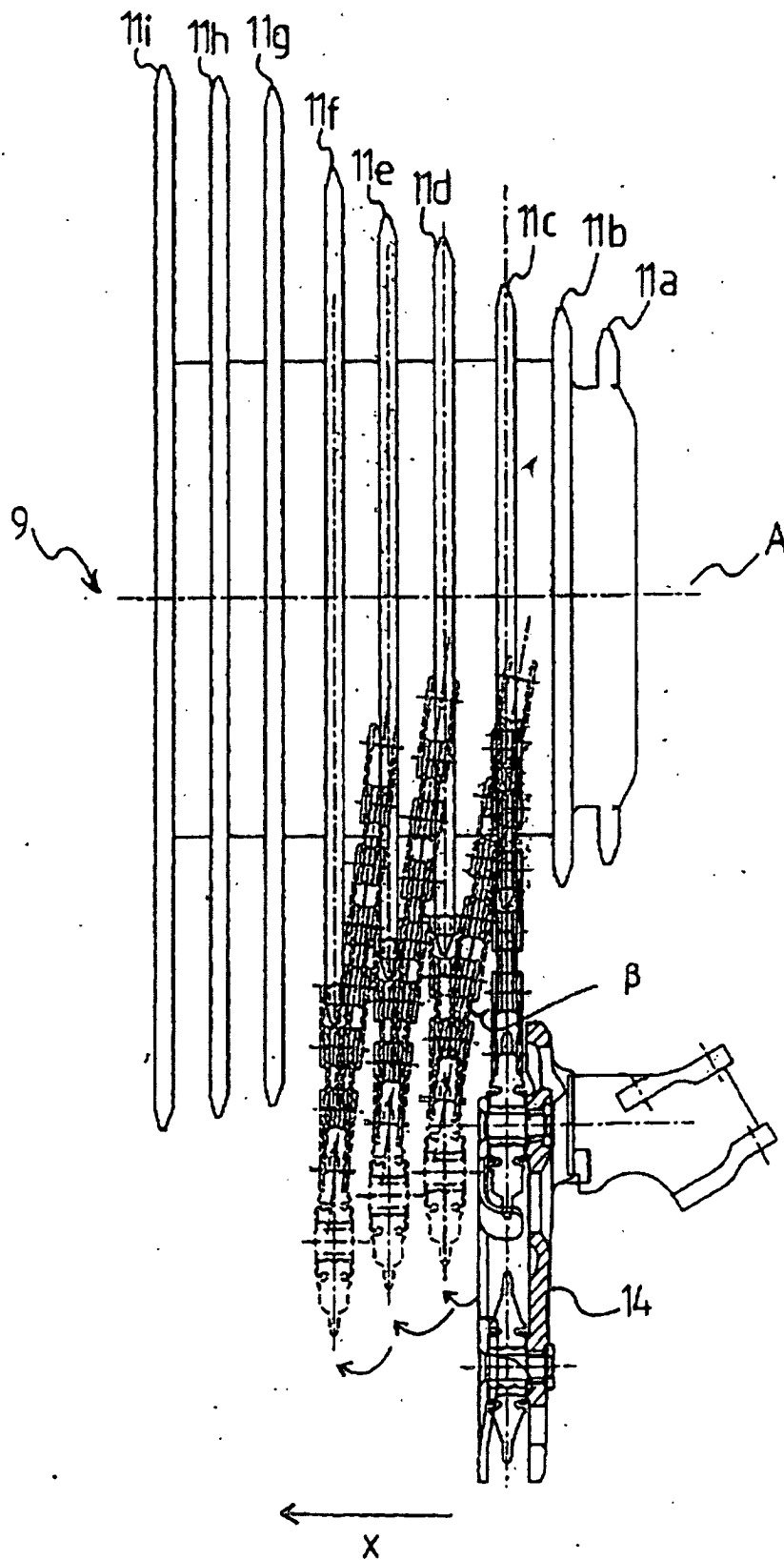


FIG. 5

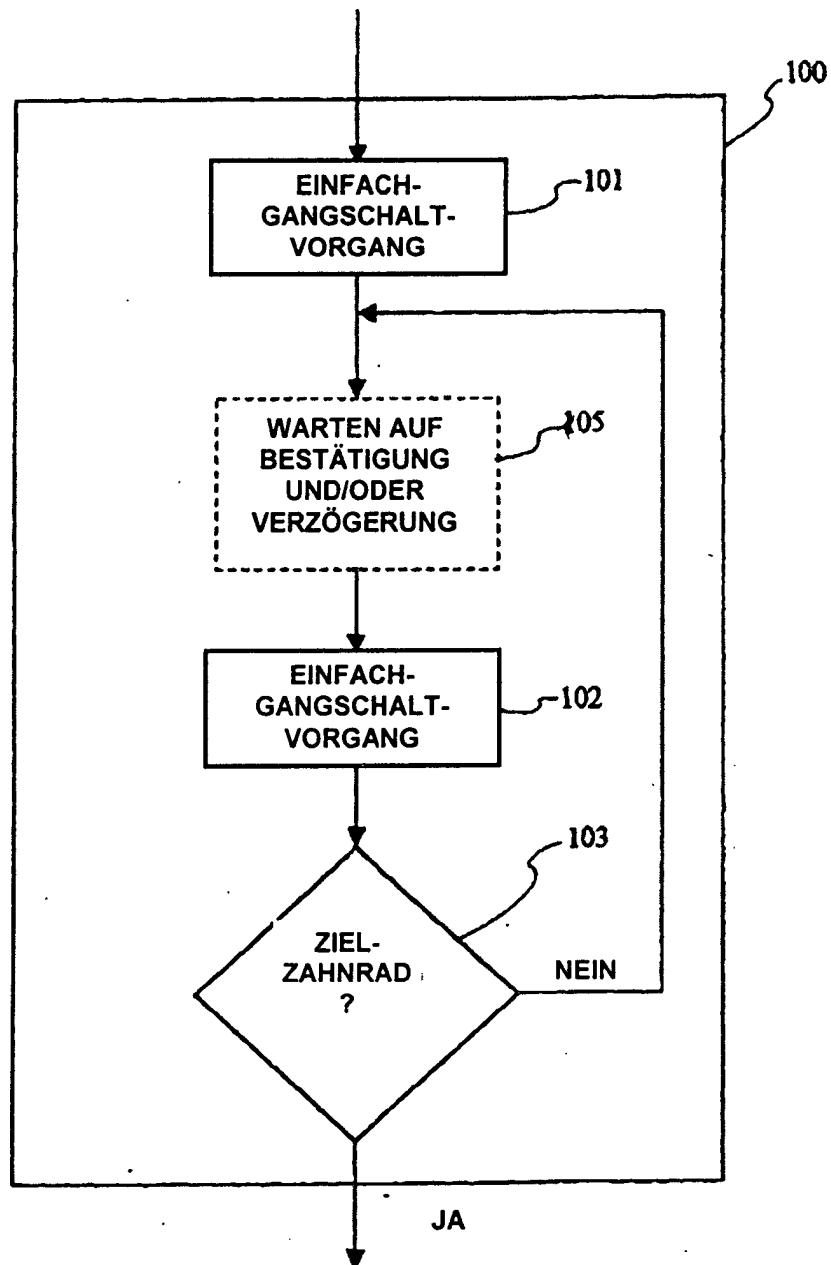
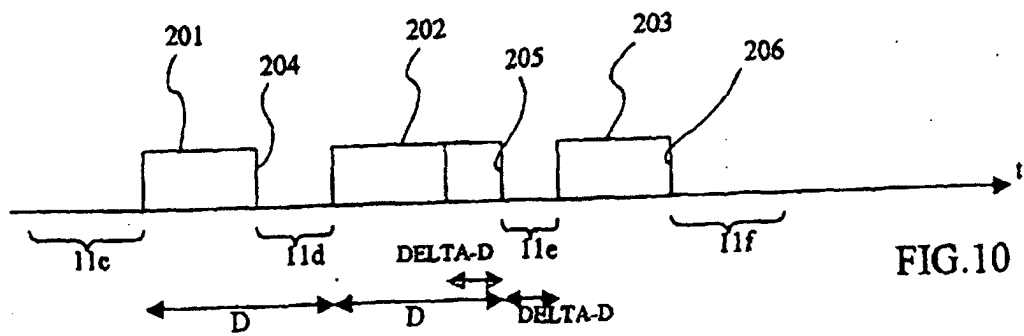
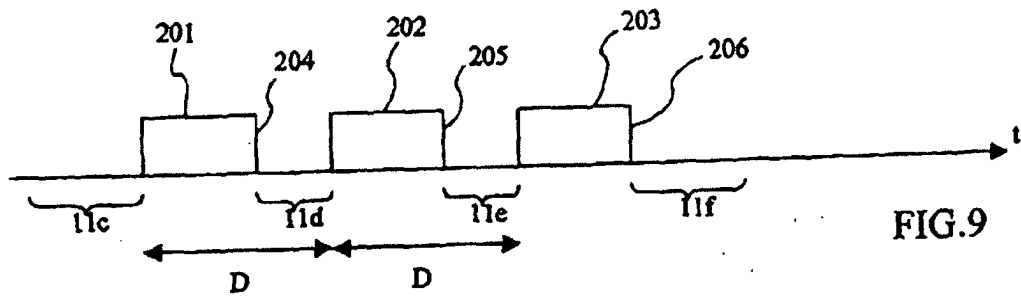
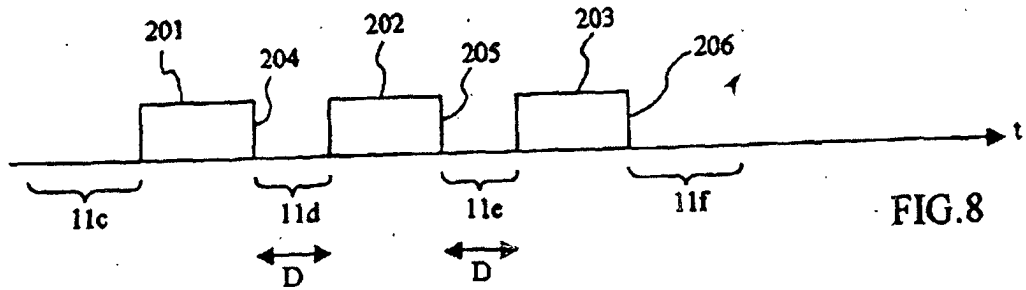
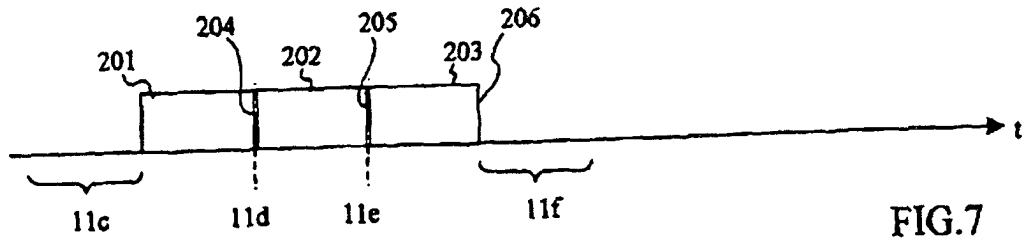


FIG. 6



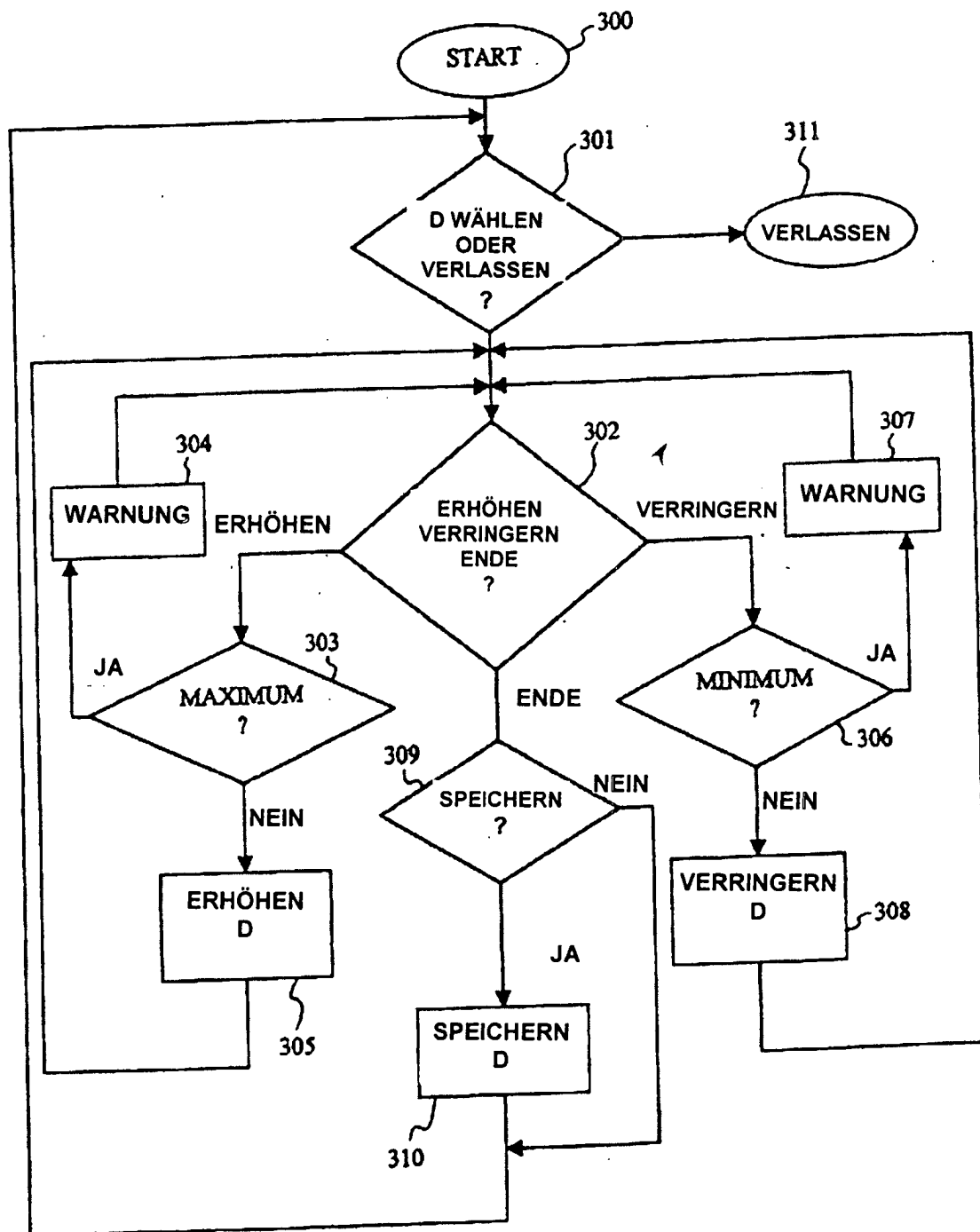


FIG. 11

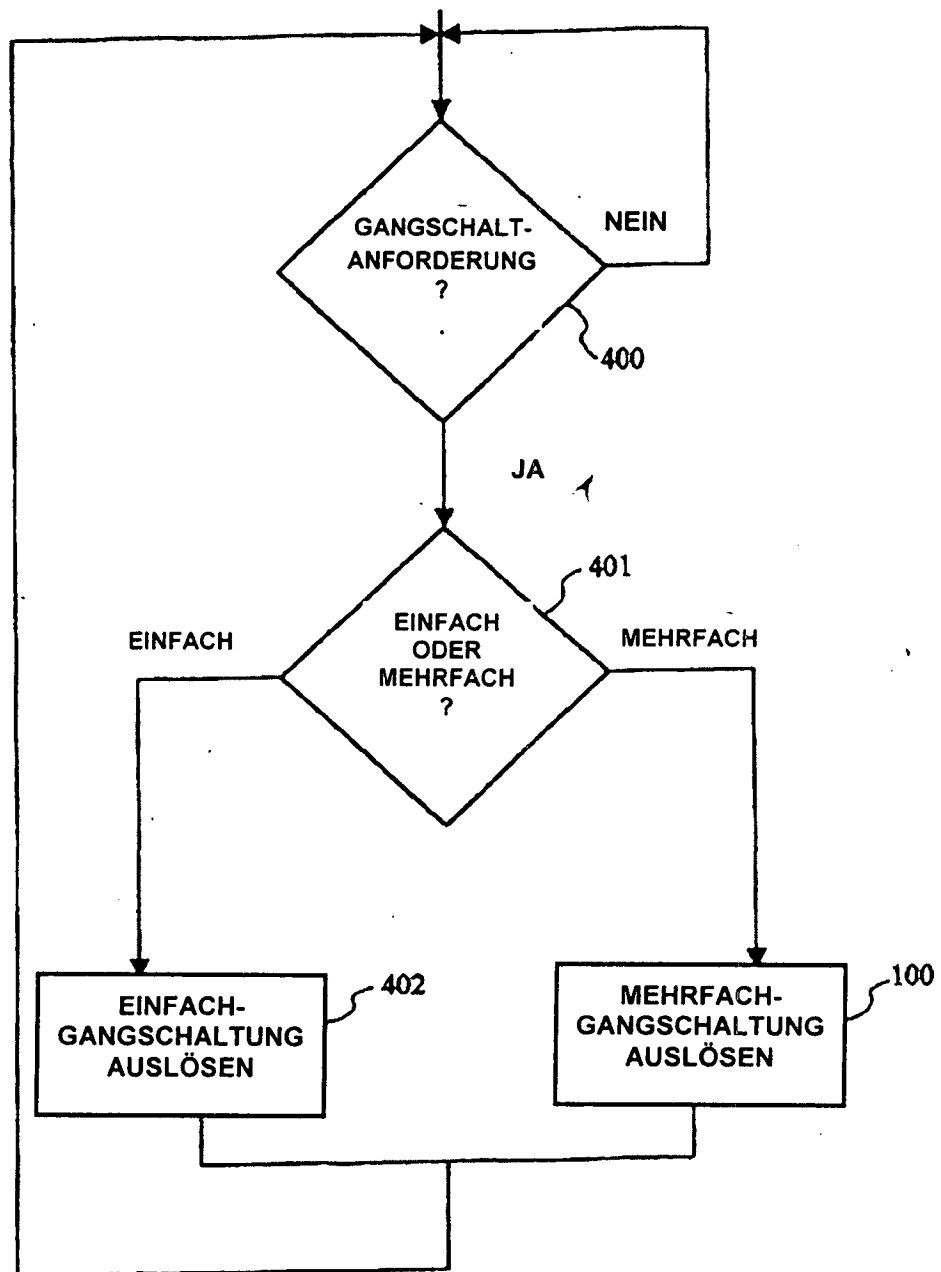
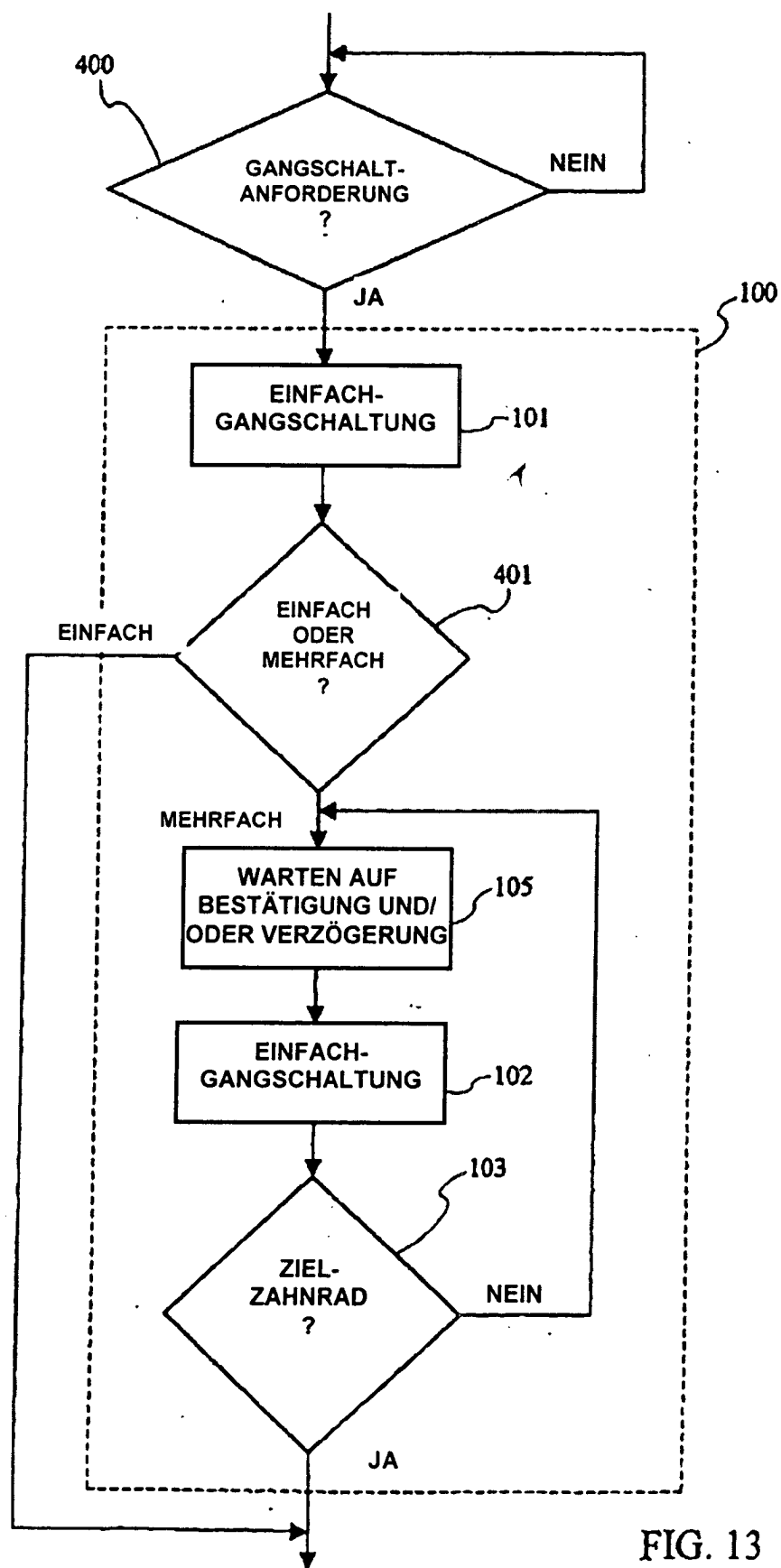


FIG. 12



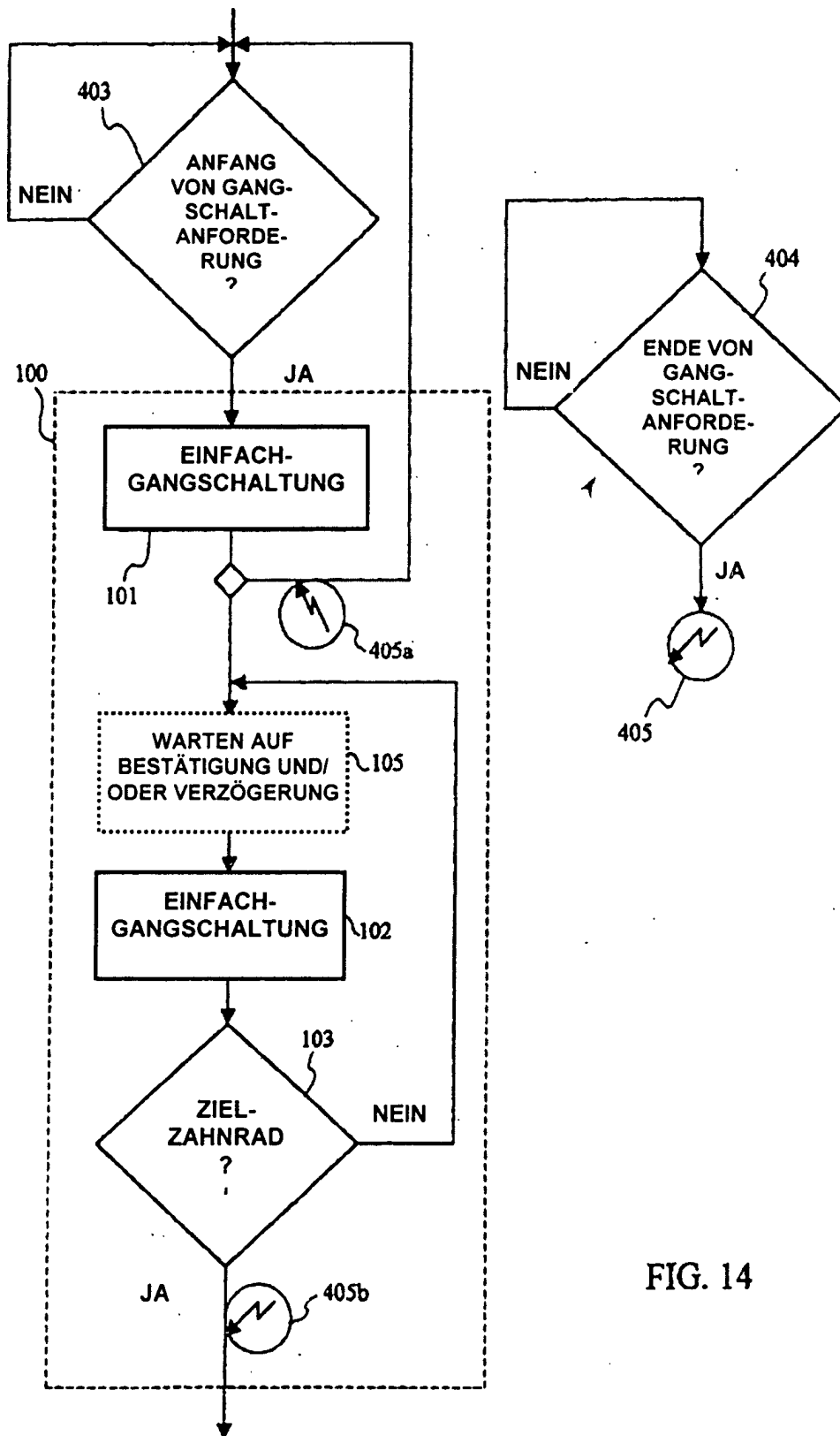


FIG. 14