



(10) **DE 10 2013 220 299 A1** 2015.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 220 299.7**

(22) Anmeldetag: **08.10.2013**

(43) Offenlegungstag: **26.02.2015**

(51) Int Cl.: **B62M 6/40 (2010.01)**

B62M 11/14 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2013 216 750.4 23.08.2013

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

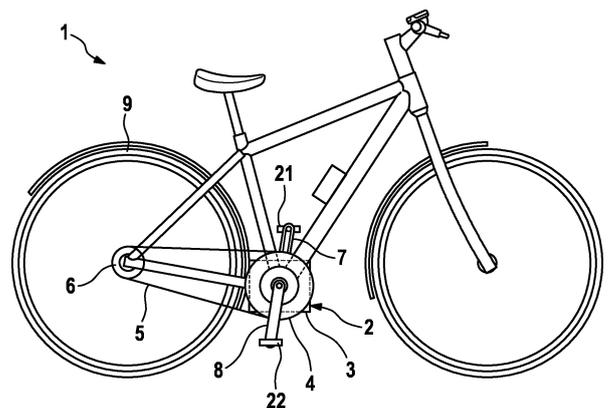
(72) Erfinder:

Hinterkausen, Markus, 71701 Schwieberdingen, DE; Kuehlcke, Torsten, 72622 Nürtingen, DE; Kimmich, Peter, 71144 Steinenbronn, DE; Meyer, Andre, 71686 Remseck, DE; Hilzinger, Juergen, 71272 Renningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrzeug mit elektrischem Hilfsantrieb und stufenlos verstellbarem Planetengetriebe**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein mit Motorkraft und/oder Pedalkraft antreibbares Fahrzeug, insbesondere Elektrofahrrad, umfassend einen Kurbeltrieb (2) mit Kurbelwelle (20), ein Abtriebsselement, welches ein Antriebsmoment für das Fahrzeug, insbesondere an eine Kette oder dergleichen, abgibt, einen elektrischen Antrieb (3) mit Reduktionsgetriebe, und ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe (10), wobei ein Ausgangselement (12) des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes das Antriebsmoment auf das Abtriebsselement überträgt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit elektrischem Hilfsantrieb, welches mit Motorkraft und/oder Pedalkraft antreibbar ist, insbesondere ein Elektrofahrrad, mit einem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe.

[0002] Mit Motorkraft und/oder Pedalkraft antreibbare Fahrzeuge sind beispielsweise als Elektrofahrräder, z.B. als Pedelecs, bekannt. Hierbei gibt es Elektrofahrräder, bei denen der elektrische Antrieb im Bereich des Tretlagers (Mittelmotorkonzept) angeordnet ist. Über eine Kette wird dann ein Hinterrad angetrieben. Hierbei kann am Hinterrad eine Schalteinrichtung, wie z.B. eine Kettenschaltung oder eine Nabenschaltung oder dergleichen, angeordnet sein. Bekannt ist ebenfalls eine stufenlose Nabenschaltung am Hinterrad, wie beispielhaft in der US 2012/0309579 A1 beschrieben wird.

[0003] Die häufigsten am Hinterrad angeordneten Schalteinrichtungen weisen dabei jeweils Sprünge zwischen den einzelnen Schaltstufen auf. Eine am Fahrrad, insbesondere einem Elektrofahrrad, befindliche Schalteinrichtung kann automatisch gesteuert sein. Beide Systeme, die am Hinterrad angeordnete Schalteinrichtung und der elektrische Antrieb mit Motorunterstützung und Fahrerwunschsensierung, arbeiten hintereinander und sind insbesondere bei automatisch geregelten Schalteinrichtungen sowie bei Sprüngen zwischen den Schaltstufen nicht optimal aufeinander abgestimmt. Das hohe Gewicht insbesondere der Nabenschaltungen am Hinterrad stellt für das Handling, Federung und Fahrdynamik keine optimale Gewichtsverteilung dar. Zudem ist eine Demontage und Montage des Hinterrads mit Schalteinrichtung oft sehr aufwendig und kostenintensiv.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße mit Motorkraft und/oder Pedalkraft antreibbare Fahrzeug, insbesondere Elektrofahrrad, mit den Merkmalen des Anspruchs 1, weist dem gegenüber den Vorteil auf, dass die Integration einer stufenlos verstellbaren (Automatik-)Schaltung in eine Antriebseinheit am Tretlager, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse, möglich ist. Hierdurch kann insbesondere eine optimale Abstimmung zwischen dem elektrischen Antrieb und der Schalteinrichtung erreicht werden. Weiterhin kann erfindungsgemäß auf eine separate Schalteinrichtung am Hinterrad des Fahrzeugs verzichtet werden. Die erfindungsgemäße Idee vereinigt dabei den elektrischen Antrieb mit Reduktionsgetriebe für die Unterersetzung der Drehzahl des Motors und ein Planetengetriebe mit stufenlos verstellbarer Übersetzung im Bereich des Kurbeltriebs des Fahrzeugs. Somit wird

ein besonders kompakter und leichtbauender Aufbau erreicht. Insbesondere können verschiedene Bauteile durch den elektrischen Antrieb und die Schalteinrichtung gemeinsam verwendet werden, so dass eine Teilezahl reduziert werden kann. Insbesondere bei einem Elektrofahrrad wird hierdurch ein tiefer, zentraler Schwerpunkt und ein leichteres Hinterrad für eine verbesserte Handhabung, Federung und eine verbesserte Fahrdynamik erreicht. Ferner kann auf einfache Weise das Hinterrad demontiert und montiert werden. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe verwendet wird. Erfindungsgemäß wird unter einem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe ein Getriebe verstanden, bei dem eine Eingangsscheibe, eine Ausgangsscheibe sowie rotierende und neigbare Kugeln vorhanden sind. Ferner ist ein axial bewegliches, zentrales Stellorgan vorhanden, welches eine Achse der Kugeln um einen Kugelmittelpunkt schwenken kann. Dadurch verändern sich die für die Übersetzung relevanten Durchmesser zwischen den Kugeln und Eingangsscheibe bzw. Ausgangsscheibe. Dadurch kann eine Übersetzung und/oder Unterersetzung in stufenloser Weise bereitgestellt werden. Ein Übergang zwischen den relevanten Durchmessern der Kugeln erfolgt hierbei kontinuierlich über die Kugeloberfläche. Die Verstellung der Kugelachse erfolgt vorzugsweise mittels eines Stellantriebs. Die vorliegende Erfindung ermöglicht nun die Integration eines derartigen stufenlos verstellbaren Planetengetriebes mit einem elektrischen Antrieb und mit einem Reduktionsgetriebe im Bereich eines Kurbeltriebs des Fahrzeugs. Hierdurch wird eine besonders kompakte Bauweise erhalten, insbesondere kann auf eine separate Schalteinrichtung am Hinterrad des Fahrzeugs verzichtet werden.

[0005] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0006] Vorzugsweise ist ein Eingangselement des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes mit dem Kurbeltrieb und/oder mit dem elektrischen Antrieb, welcher ein Reduktionsgetriebe für die Unterersetzung der Drehzahl des Motors aufweist, verbunden. Weiter bevorzugt ist ein Ausgangselement des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes mit einem Abtriebs-element, insbesondere einem Kettenblatt, verbunden. Weiter bevorzugt wird ein durch einen Fahrer aufgebrachttes Pedalantriebsmoment und ein durch den elektrischen Antrieb aufgebrachttes elektrisches Antriebsdrehmoment über das gleiche Eingangselement des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes eingebracht. Damit erfolgt die Summation der beiden Drehmomente vorzugsweise vor dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe, da ein Reduktionsgetriebe für die Unterersetzung der Drehzahl des Motors vorteilhaft eine feste, auf die Fahrertrittfrequenz abgestimmte Übersetzung aufweist. Ein weiterer Vorteil ist, dass sowohl bei ausschließlich vorhandenem Pe-

dalantriebsmoment oder bei ausschließlich vorhandenem elektrischem Antriebsdrehmoment eine stufenlose Übersetzungsänderung möglich ist.

[0007] Das stufenlos verstellbare Planetengetriebe kann konzentrisch um die Kurbelwelle oder mit seiner Mittelachse parallel zur Kurbelachse angeordnet werden. Eine konzentrische Anordnung bedeutet einen besonders kompakten Aufbau. Eine parallel zur Kurbelwelle verlaufende Anordnung hingegen hat den besonderen Vorteil eines modularen Aufbaus des Kurbeltriebs, bei dem nach einem Baukastensystem kostengünstig und einfach ein konventioneller Kurbeltrieb ohne integrierte Schaltung auf ein System mit integriertem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe erweitert werden kann.

[0008] Weiter bevorzugt weist das stufenlos verstellbare Planetengetriebe ein Eingangselement auf, an welchem ein Getriebe, insbesondere ein Stirnradgetriebe oder ein zweites Planetengetriebe oder ein Schneckengetriebe vorgeschaltet ist. Das zweite Planetengetriebe kann dabei ebenso ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe sein als auch ein konventionelles Planetengetriebe, in Stufen schaltbar oder mit einer festen Übersetzung, mit Sonnenrad, Planeten, Planetenradträger und Hohlräder, die als Zahnräder ausgebildet sind. Das vorgeschaltete Getriebe ist zusätzlich mit dem Reduktionsgetriebe des elektrischen Antriebs und/oder dem Kurbeltrieb verbunden. Dabei werden bevorzugt Zahnräder gemeinsam verwendet. Im Weiteren bevorzugt weist das stufenlos verstellbare Planetengetriebe zusätzlich ein Ausgangselement auf, an welchem ein weiteres Getriebe, insbesondere ein Stirnradgetriebe oder ein Planetengetriebe nachgeschaltet ist. Das nachgeschaltete Planetengetriebe kann dabei auch ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe sein als auch ein konventionelles Planetengetriebe, in Stufen schaltbar oder mit fester Übersetzung, mit Sonnenrad, Planeten, Planetenradträger und Hohlräder, die als Zahnräder ausgebildet sind.

[0009] Für eine besonders kompakte und insbesondere im Bereich des Kurbeltriebs mögliche Anordnung mit hoher Bodenfreiheit sind vorzugsweise der elektrische Antrieb und das stufenlos verstellbare Planetengetriebe auf einer gemeinsamen Seite der Tretlagerwelle, insbesondere oberhalb der Tretlagerwelle, angeordnet. Für eine besonders kompakte Anordnung, bei der vorzugsweise der gesamte Antrieb mit Motor, Reduktionsgetriebe und stufenlos verstellbarem Planetengetriebe in der Sichtbarkeit möglichst von einem Kettenblatt verdeckt wird, sind sowohl das stufenlos verstellbare Planetengetriebe als auch ein vorgelagertes und/oder nachgelagertes weiteres Getriebe konzentrisch um die Tretlagerwelle angeordnet.

[0010] Weiter bevorzugt ist der elektrische Antrieb innerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes angeordnet. Alternativ ist der elektrische Antrieb außerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes, insbesondere oberhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes angeordnet. Hierdurch kann ebenfalls eine höhere Bodenfreiheit im Bereich des Kurbeltriebs erreicht werden.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung fallen eine Tretlagerwelle des Kurbeltriebs und eine Mittelachse des Abtriebsselements, z.B. eine Mittelachse des Kettenblatts, auseinander. Hierdurch ist es möglich, dass die Tretlagerwelle als tiefstes Bauelement angeordnet wird und der elektrische Antrieb sowie das stufenlos verstellbare Planetengetriebe oberhalb der Tretlagerwelle angeordnet werden und somit auch eine Mittelachse des Kettenblatts oberhalb der Tretlagerwelle angeordnet werden kann.

[0012] Eine weitere bevorzugte integrierte Anordnung wird dadurch erreicht, dass der elektrische Antrieb in koaxialer Anordnung zur Mittelachse des Kettenblatts und zur Mittelachse des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes mit einem zweiten Zahnradplanetengetriebe verbunden ist, wobei ein Abtrieb des zweiten Planetengetriebes mit dem Sonnenrad des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes verbunden ist. Vorzugsweise ist das Sonnenrad des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes als Hohlräder für das zweite innenliegende Planetengetriebe ausgeführt. Somit erfolgt die Zufuhr des Antriebsdrehmoments des elektrischen Motors z.B. in das Sonnenrad des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes und damit die Summation von Motor- und Fahrermoment innerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes. Hierdurch kann eine Kompaktheit des Antriebs weiter verbessert werden.

[0013] Um sicherzustellen, dass das stufenlos verstellbare Planetengetriebe auch bei ausschließlichem Muskelbetrieb verwendet werden kann, ist vorzugsweise das Abtriebsselement, z.B. das Kettenblatt, auf einer Hohlwelle angeordnet.

[0014] In einer bevorzugten Ausführung ist der Kurbeltrieb über einen Freilauf an ein Eingangselement des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes gekoppelt. Das Abtriebsselement, z.B. das Kettenblatt, ist frei drehbar um die Kurbelwelle gelagert. Damit ist der Kurbeltrieb im Antriebsfall immer über das stufenlos verstellbare Planetengetriebe mit dem Abtriebsselement verbunden. Beim Rückwärtspedalieren entkoppelt der Freilauf den Kurbeltrieb vom Antriebsstrang, insbesondere kann keine Bremswirkung durch den Motor entstehen bzw. der Motor ist vor einer plötzlichen Drehrichtungsumkehr geschützt.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist die Anordnung des Abtriebslements, insbesondere des Kettenblatts, auf der Seite des Eingangselements des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes. An- und Abtrieb befinden sich nun auf derselben Seite des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes und es wird damit ein Anflanschen an bestehende Strukturen begünstigt. Insbesondere in dieser Anordnung kann die Anbindung des Ausgangselements des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes an das Abtriebslement, insbesondere das Kettenblatt, auch über einen Riementrieb erfolgen.

[0016] Eine Verstellung des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes wird vorzugsweise mittels eines Stellantriebs vorgenommen. Hierdurch kann das stufenlos verstellbare Planetengetriebe die Funktion einer automatischen oder automatisierbaren Fahrradschaltung übernehmen. Weiter bevorzugt ist das Reduktionsgetriebe des elektrischen Antriebs ein Stirnradgetriebe oder ein zahnradbasiertes Planetengetriebe oder ein Schneckengetriebe. Ferner bevorzugt ist ein zusätzliches Getriebe zwischen dem Reduktionsgetriebe des Antriebs und dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe angeordnet. Besonders bevorzugt weisen dabei das Reduktionsgetriebe und das zusätzliche vorgeschaltete Getriebe gemeinsame Teile, beispielsweise ein gemeinsames Zahnrad, auf. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist am Ausgangselement des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes ein weiteres nachgeschaltetes Getriebe vor dem Abtriebslement (Kettenblatt) vorgesehen. Vorzugsweise sind das vorgeschaltete und/oder nachgeschaltete Getriebe als Riementrieb ausgebildet.

[0017] Die erfindungsgemäße Idee wird besonders bevorzugt in Verbindung mit einem Elektrofahrrad mit Mittelmotorantrieb verwendet. Hierbei ist der elektrische Antrieb im Bereich des Kurbeltriebs angeordnet und es ist möglich, dass beispielsweise einem Fahrradhersteller eine komplette Baueinheit, umfassend den elektrischen Antrieb sowie das stufenlose Getriebe als Automatik-Schalteinrichtung, bereitgestellt werden kann. In einer solchen Baueinheit können der elektrische Antrieb und das stufenlose Getriebe optimal aufeinander abgestimmt werden.

Zeichnung

[0018] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung werden gleiche bzw. funktional gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. In der Zeichnung ist:

[0019] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Elektrofahrrads gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0020] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel mit elektrischem Antrieb und stufenlos verstellbarem Planetengetriebe,

[0021] Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0022] Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0023] Fig. 5 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0024] Fig. 6 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0025] Fig. 7 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0026] Fig. 8 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0027] Fig. 9 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0028] Fig. 10 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und

[0029] Fig. 11 eine schematische Ansicht einer Antriebseinheit gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0030] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 2 ein Elektrofahrrad **1** gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail beschrieben.

[0031] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, umfasst das Elektrofahrrad **1** einen Kurbeltrieb **2** mit zwei Kurbeln **7, 8** und zwei Pedalen **21, 22**. Das Bezugszeichen **20** bezeichnet eine Kurbelwelle (vergleiche Fig. 2). Ein elektrischer Antrieb **3** ist in den Kurbeltrieb **2** integriert. An einem Hinterrad **9** ist ein Ritzel **6** angeordnet.

[0032] Ein Antriebsdrehmoment wird von einem Kettenblatt **4** über eine Kette **5** auf das Ritzel **6** übertragen.

[0033] Die Antriebseinheit ist im Detail in **Fig. 2** dargestellt. Dem Kettenblatt **4** kann dabei sowohl ein vom elektrischen Antrieb **3** bereitgestelltes Antriebsdrehmoment, als auch ein Pedaldrehmoment zugeführt werden.

[0034] Wie aus **Fig. 2** ersichtlich ist, ist zwischen dem Kettenblatt **4** und der Kurbelwelle **20** ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe **10** angeordnet. Die Verbindung zwischen Kurbelwelle **20** und dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** erfolgt über einen ersten Freilauf **15**, der beim Vorwärtspedalieren dafür sorgt, dass das stufenlos verstellbare Planetengetriebe mitgenommen wird und beim Rückwärtspedalieren kein Drehmoment auf das Kettenblatt **4** übertragen wird. Einem Eingangselement **11** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** ist ein Stirnradgetriebe **17** vorgeschaltet, welches die Verbindung zur Kurbelwelle **20** und einem Reduktionsgetriebe **300** des elektrischen Antriebs **3** herstellt. Dabei ist das an der Kurbelwelle **20** angebrachte Stirnrad des dem Eingangselement **11** vorgeschalteten Getriebes zugleich auch Bestandteil des Reduktionsgetriebes des elektrischen Antriebs **3**. Ein weiteres Stirnradgetriebe **301** ist dem Ausgangselement **12** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** nachgeschaltet und stellt die Verbindung zum Kettenblatt **4** her.

[0035] Das stufenlos verstellbare Planetengetriebe ist eine stufenlos verstellbare Stelleinrichtung mit dem Eingangselement **11**, dem Ausgangselement **12**, einer Vielzahl von rotierenden und neigbaren Kugeln **13** sowie einem zentralen Stellorgan **14**, welches zudem als Abrollfläche für die Kugeln dient. Durch das Neigen der Kugeln **13** kann eine Übersetzung zwischen der Antriebsseite und der Abtriebsseite (Kettenblatt) erreicht werden. Somit ist ein stufenloses Gangschalten für das Elektrofahrrad **1** möglich, so dass eine Gangschaltung am Hinterrad des Fahrrads entfallen kann.

[0036] Ein Traktionsfluid ist zwischen dem Eingangselement **11** und dem Ausgangselement **12** und insbesondere im Kontaktbereich zwischen den Kugeln **13** und dem Eingangselement **11** und Ausgangselement **12** angeordnet, um die Drehmomentübertragung zu ermöglichen.

[0037] Der elektrische Antrieb **3** und das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** können aufgrund der Verbindung über Stirnradstufen in nahezu beliebigen Winkeln, z.B. um 180° , an der Kurbelwelle **20** einander gegenüber angeordnet werden. Der Winkelbereich ist limitiert durch die Abmessungen der einzelnen Komponenten und die maximal zu erzielende Bodenfreiheit. Des Weiteren begünstigt die Anbindung über zwei Stirnradstufen einen modularen Aufbau, bei dem das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** in einfacher Weise nach einem Baukasten-

system einem konventionellen Aufbau ohne integrierte Schaltung hinzugefügt werden kann.

[0038] Erfindungsgemäß ist somit eine stufenlos verstellbare Gangschaltung und der elektrische Antrieb **3** mit Reduktionsgetriebe am Kurbeltrieb **2** integriert. Vorzugsweise ist hierbei ein gemeinsames Gehäuse für Kurbeltrieb **2**, elektrischen Antrieb **3** mit Reduktionsgetriebe und stufenlos verstellbares Planetengetriebe **10** vorgesehen. Hierdurch kann eine vormontierbare, kompakte Einheit bereitgestellt werden, welche einfach an bestehende Fahrradrahmen angebracht werden kann.

[0039] In **Fig. 2** ist das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** schematisch dargestellt. Die verschiedenen Positionen jeder Kugel **13** sind als drei Zahnräder mit variablem Durchmesser für die beiden äußeren Zahnräder, jeweils durch den die Verstellbarkeit signalisierenden Pfeil angedeutet. Die Kugeln sind dabei in einem Käfig gehalten, welcher im Wesentlichen dem Planetenradträger eines üblichen Planetenradgetriebes entspricht. Das zentrale Stellorgan **14** kann mittels eines nicht gezeigten Aktuators in Axialrichtung verstellt werden und entspricht dem Sonnenrad eines üblichen Planetengetriebes.

[0040] **Fig. 3** zeigt einen Kurbeltrieb **2** für ein Elektrofahrrad gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Kurbeltrieb **2** des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen dem des ersten Ausführungsbeispiels, wobei zusätzlich noch ein konventionelles (zahnradbasiertes) Planetengetriebe **30** mit einem Sonnenrad **31**, Planeten **32** und einem Hohlrads **33** vorgesehen ist. Der elektrische Antrieb **3** ist über eine erste Stirnradverzahnung **16** mit Zahnrädern **51**, **52** mit dem Hohlrads **33** des Planetengetriebes **30** verbunden. Das Eingangselement **11** ist mit einem Planetenradträger **34** des Planetengetriebes **30** verbunden. Das Sonnenrad **31** ist über einen Freilauf auf der Kurbelwelle **20** angeordnet. Somit kann ein durch Pedalieren erzeugtes Antriebsdrehmoment über das Sonnenrad **31** in das konventionelle Planetengetriebe **30** eingebracht und von dort über das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** zum Kettenblatt **4** übertragen werden. Ein vom elektrischen Antrieb **3** aufgebrachtes Antriebsdrehmoment wird über das Hohlrads **33** in das Planetengetriebe **30** eingebracht und von dort über das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** zum Kettenblatt **4** übertragen. Beim zweiten Ausführungsbeispiel ist das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** konzentrisch um die Kurbelwelle **20** angeordnet. Hierdurch kann insbesondere in radialer Richtung ein besonders kompakter Aufbau realisiert werden. Ferner kann durch die Verwendung des Planetengetriebes **30**, insbesondere in einer nicht gezeigten schaltbaren Ausführung, eine größere Spreizung der variablen Übersetzung insgesamt erhalten werden.

[0041] Fig. 4 zeigt eine Antriebseinheit eines Elektrofahrrads gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, ist das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** wieder konzentrisch um die Kurbelwelle **20** herum angeordnet. Der elektrische Antrieb **3** ist dabei außerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** angeordnet. Insbesondere kann der elektrische Antrieb **3** über dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** angeordnet werden, sodass eine möglichst hohe Bodenfreiheit im Bereich des Kurbeltriebs **2** vorhanden ist. Das zentrale Stellorgan **14** (Sonnenrad) des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes ist frei gelagert. Eine erste Stirnradverzahnung **16** mit Zahnradern **51**, **52** ist ferner vorgesehen, wobei der elektrische Antrieb **3** mit dem Zahnrad **52** und die Kurbelwelle **2** mit dem Zahnrad **51** verbunden ist. Das Zahnrad **51** ist seinerseits mit dem Eingangselement **11** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes verbunden.

[0042] Fig. 5 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem der elektrische Antrieb **3** innerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** angeordnet ist. Der elektrische Antrieb **3** ist dabei über eine Stirnradverzahnung **16** mit Zahnradern **53**, **54** mit der Kurbelwelle **20** verbunden. Die Kurbelwelle **20** ist über das Eingangselement **11** mit dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** verbunden. Der elektrische Antrieb **3** kann dabei oberhalb der Kurbelwelle **20** angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, den elektrischen Antrieb **3** in jeder Winkelposition anzuordnen.

[0043] Fig. 6 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine nicht koaxiale Anordnung der Kurbelwelle **20** und des Kettenblatts **4** vorhanden. Eine Mittelachse des Kettenblatts **4** ist parallel zur Kurbelwelle **20**. Eine Verbindung von der Kurbelwelle **20** zum stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10**, welches zwischen der Kurbelwelle **20** und dem Kettenblatt **4** geschaltet ist, erfolgt über mehrere Stirnradstufen **16** mit Zahnradern **55**, **56**, **57**. Der elektrische Antrieb **3** treibt dabei das mittlere Zahnrad **56** an. Das Zahnrad **57** ist auf der Kurbelwelle **20** angeordnet und kämmt mit dem Zahnrad **56**. Das Zahnrad **55** ist mit dem Eingangselement **11** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** verbunden. Das zentrale Stellorgan **14** ist frei drehbar gelagert. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann der elektrische Antrieb **3** auch an anderen Positionen angeordnet werden, beispielsweise auf der Kurbelwelle **20** oder am Zahnrad **55**. Auch können beispielsweise der elektrische Antrieb **3** und die Kurbelwelle **20** ihre Position tauschen, sodass der elektrische Antrieb **3** mit Zahnrad **57** und die Kurbelwelle **20** mit Zahnrad **56** verbunden ist. Gemäß Drehzahl des elektrischen Antriebs **3** und zu überbrückender Distanz zwischen Kurbelwelle **20** und Eingangs-

element **11** können beliebig viele Stirnradstufen für die Verbindung von der Kurbelwelle **20** zum stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** eingesetzt werden. Ebenso kann der elektrische Antrieb **3** über eine weitere Stirnradstufe oberhalb von Zahnrad **55** und ohne Verbindung zu Zahnrad **56** angeordnet werden.

[0044] Fig. 7 zeigt ein sechstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der elektrische Antrieb **3** koaxial zur Mittelachse von Kettenblatt **4** und zur Mittelachse des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** angeordnet und über ein zusätzliches konventionelles Planetengetriebe **30** mit dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** verbunden. Dabei ist ein Ausgang (Hohlrad **33**) des konventionellen Planetengetriebes **30** mit dem zentralen Stellorgan **14** bzw. dem Sonnenrad des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** verbunden. Das Sonnenrad bzw. zentrale Stellorgan **14** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** ist als Hohlrad **33** für das konventionelle Planetengetriebe **30** ausgeführt. Somit ist das konventionelle Planetengetriebe **30** innerhalb des zentralen Stellorgans **14** (Sonnenrad) angeordnet. Die Kurbelwelle **20** und die Mittelachse des Kettenblatts **4** sind wieder nicht koaxial, aber parallel versetzt zu einander angeordnet. Bei dieser Anordnung kann insbesondere eine hohe Bodenfreiheit am Kurbeltrieb erreicht werden, da der elektrische Antrieb **3** und die Gangschaltung oberhalb der Kurbelwelle **20** angeordnet sind.

[0045] Fig. 8 zeigt ein siebtes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das siebte Ausführungsbeispiel weist dabei ein erstes konventionelles Planetengetriebe **30**, ein zweites konventionelles Planetengetriebe **40** und das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** auf. Das erste konventionelle Planetengetriebe **30** ist dabei am Eingang zum stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** angeordnet. Das zweite konventionelle Planetengetriebe **40** mit Sonnenrad **41**, Planeten **42** und Hohlrad **43**, ist am Ausgang des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** angeordnet. Das zweite konventionelle Planetengetriebe **40** ist über dessen Sonnenrad **41** mit dem Kettenblatt **4** verbunden. Das Sonnenrad **31** des ersten konventionellen Planetengetriebes **30** ist über eine Stirnradverzahnung **16** mit Zahnradern **51**, **52** mit der Kurbelwelle **20** verbunden. Der elektrische Antrieb **3** ist mit dem Hohlrad **33** des ersten konventionellen Planetengetriebes **30** über eine zweite Stirnradverzahnung **17** verbunden. Die Mittelachse des Kettenblatts **4** ist wiederum parallel versetzt zur Kurbelwelle **20**. Auch dieses Ausführungsbeispiel weist einen sehr kompakten Aufbau auf. Durch das erste konventionelle Planetengetriebe **30** in Kombination mit dem Stirnradgetriebe **16** kann die Eingangsdrehzahl für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** vorteilhaft erhöht und das Eingangsmoment vorteilhaft erniedrigt werden. Daraus ergibt sich eine

kompaktere Auslegung für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10**. Eine damit zu hohe Drehzahl am Ausgang des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** für das Kettenblatt **4** wird durch das zweite konventionelle Planetengetriebe **40** wieder geeignet reduziert.

[0046] Fig. 9 zeigt ein achttes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Beim achten Ausführungsbeispiel ist der elektrische Antrieb **3** um 90° gedreht zur Kurbelwelle **20** angeordnet. Dabei ist ein Schneckengetriebe **61** mit Schnecke **62** und Schneckenrad **63** vorgesehen, welches ein Eingangselement **11** für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** mit dem elektrischen Antrieb **3** verbindet. Hierbei ist insbesondere die geringe Geräuschentwicklung von Schneckengetrieben gegenüber Stirnradgetrieben oder Planetengetrieben vorteilhaft. Aufgrund einer möglichen hohen Übersetzung des Schneckengetriebes **61** in einer Stufe kann ein besonders kompakter Motor mit hoher Drehzahl und geringem Moment eingesetzt werden. Der elektrische Antrieb **3** kann über den Umfang des Schneckenrades prinzipiell jede beliebige Winkelposition um die Kurbelwelle **20** herum einnehmen.

[0047] Fig. 10 zeigt ein neuntes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Kurbeltrieb **2** des neunten Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen dem des achten Ausführungsbeispiels, wobei zusätzlich sowohl zwischen Schneckengetriebe **61** und Eingangselement **11** für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** als auch zwischen Ausgangselement **12** für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** und Kettenblatt **4** jeweils noch eine Stirnradstufe vorgesehen ist. Dies hat den Vorteil, dass für einen besonders kompakten Aufbau der elektrische Antrieb **3** entlang der Kurbelwelle **20** mittig angeordnet werden kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine nicht koaxiale Anordnung der Kurbelwelle **20** und des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** vorhanden. Der elektrische Antrieb **3** und das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** können in dieser Ausführung nahezu beliebige Winkel zueinander um die Kurbelwelle **20** herum einnehmen.

[0048] Fig. 11 zeigt ein zehntes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Beim zehnten Ausführungsbeispiel ist ein Ausgangselement **12** für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** über eine zentrale Welle **44** des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** mit dem Kettenblatt **4** auf der Seite des Eingangselements **11** für das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** verbunden. An- und Abtrieb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** befinden sich damit auf derselben Seite. Das stufenlos verstellbare Planetengetriebe **10** ist wieder nicht koaxial zur Kurbelwelle **20** angeordnet. Zu diesem Zweck befindet sich zwischen dem Kettenblatt **4** und dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe **10** eine weite-

re Stirnradstufe, die die Ausgangswelle des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** mit dem Kettenblatt **4** verbindet. Insbesondere in diesem Ausführungsbeispiel kann die weitere Stirnradstufe zur Verbindung der Ausgangswelle des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes **10** mit dem Kettenblatt **4** alternativ auch durch einen Riementrieb ersetzt werden. Vorteil eines Riementriebs ist die geringe Geräuschabstrahlung und der hohe Wirkungsgrad.

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

- US 2012/0309579 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Mit Motorkraft und/oder Pedalkraft antreibbares Fahrzeug, insbesondere Elektrofahrrad, umfassend

- einen Kurbeltrieb (2) mit Kurbelwelle (20),
- ein Abtriebsselement, insbesondere ein Kettenblatt (4), welches ein Antriebsmoment für das Fahrzeug abgibt,
- einen elektrischen Antrieb (3) mit Reduktionsgetriebe, und
- ein stufenlos verstellbares Planetengetriebe (10),
- wobei ein Ausgangselement (12) des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes das Antriebsmoment auf das Abtriebsselement überträgt.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Eingangselement (11) des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes (10) mit dem Kurbeltrieb (2) und/oder dem elektrischen Antrieb (3) verbunden ist.

3. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe (10) ein Getriebe, insbesondere ein Stirnradgetriebe (16) oder ein Planetengetriebe (30) oder ein Schneckengetriebe (61), vorgeschaltet ist.

4. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (3) dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe (10) an der Kurbelwelle (20) um einen beliebigen Winkel, vorzugsweise um 180°, gegenüberliegt.

5. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (3) und das stufenlos verstellbare Planetengetriebe (10) an einer gemeinsamen Seite der Kurbelwelle (20) angeordnet sind.

6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (3) radial innerhalb oder radial außerhalb des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes (10) angeordnet ist.

7. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kurbelwelle (20) und eine Mittelachse des Abtriebsselements auseinanderfallen und insbesondere parallel zueinander sind.

8. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (3) mit einem konventionellen Planetengetriebe (30) verbunden ist, wobei ein Abtrieb des konventionellen Planetengetriebes (30) mit dem stufenlos verstellbaren Planetengetriebe (10), insbeson-

dere dem zentralen Stellorgan oder dem Sonnenrad (40), verbunden ist.

9. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abtriebsselement auf einer die Kurbelwelle (20) umschließenden Hohlwelle frei drehbar gelagert angeordnet ist.

10. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abtriebsselement auf der Seite des Eingangselements (11) des stufenlos verstellbaren Planetengetriebes (10) angeordnet ist.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

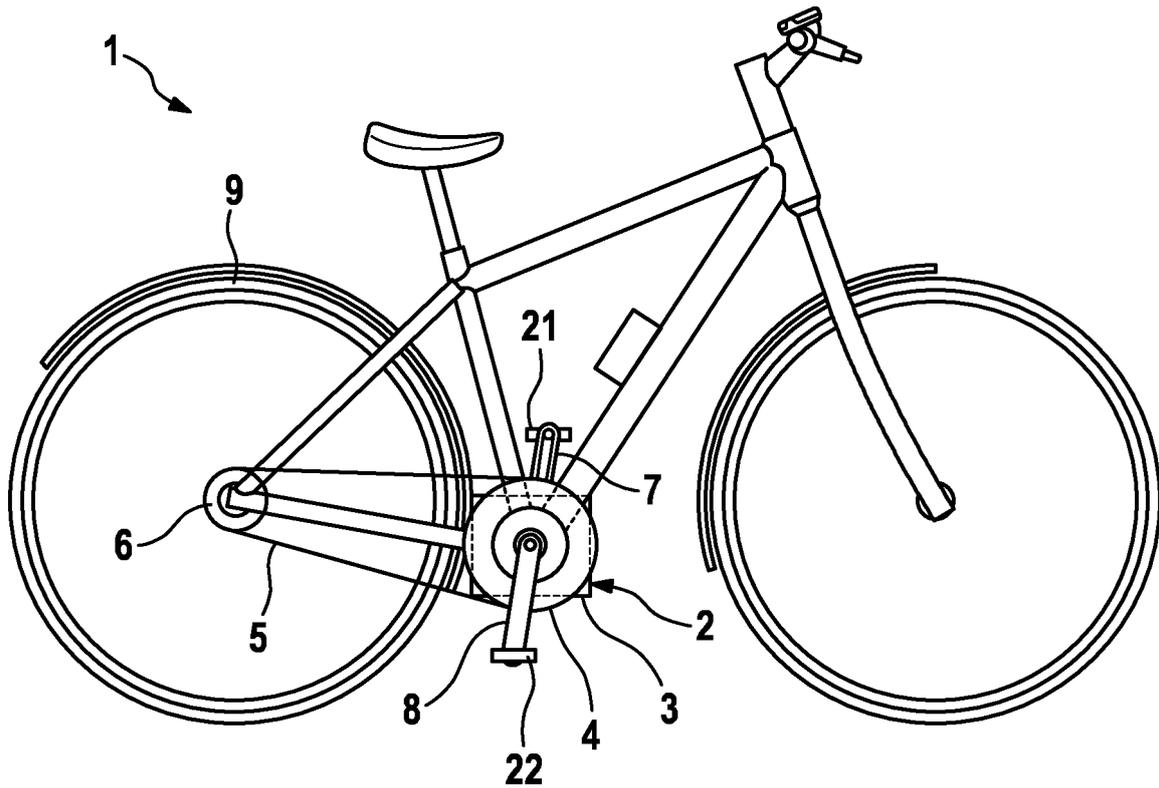


FIG. 1

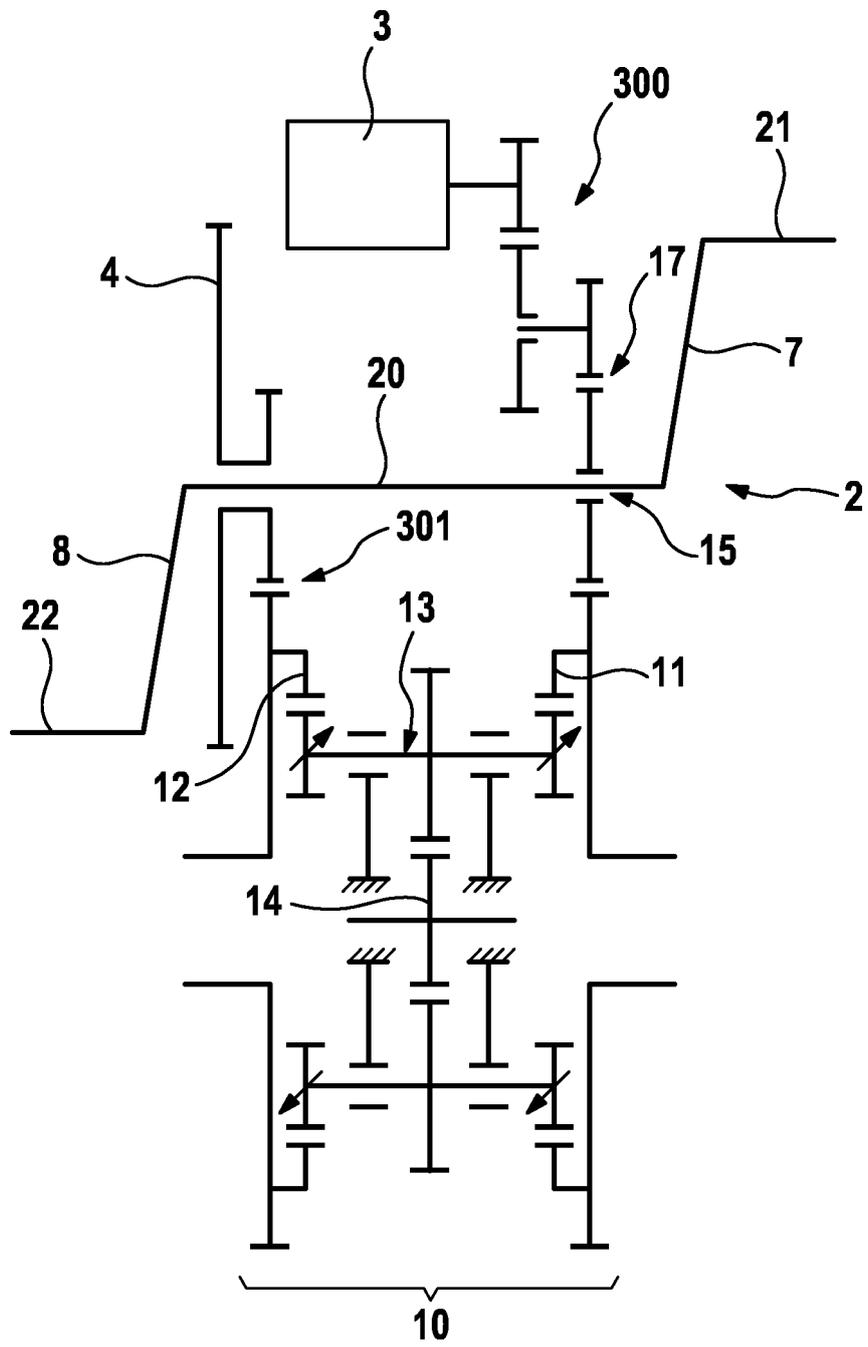


FIG. 2

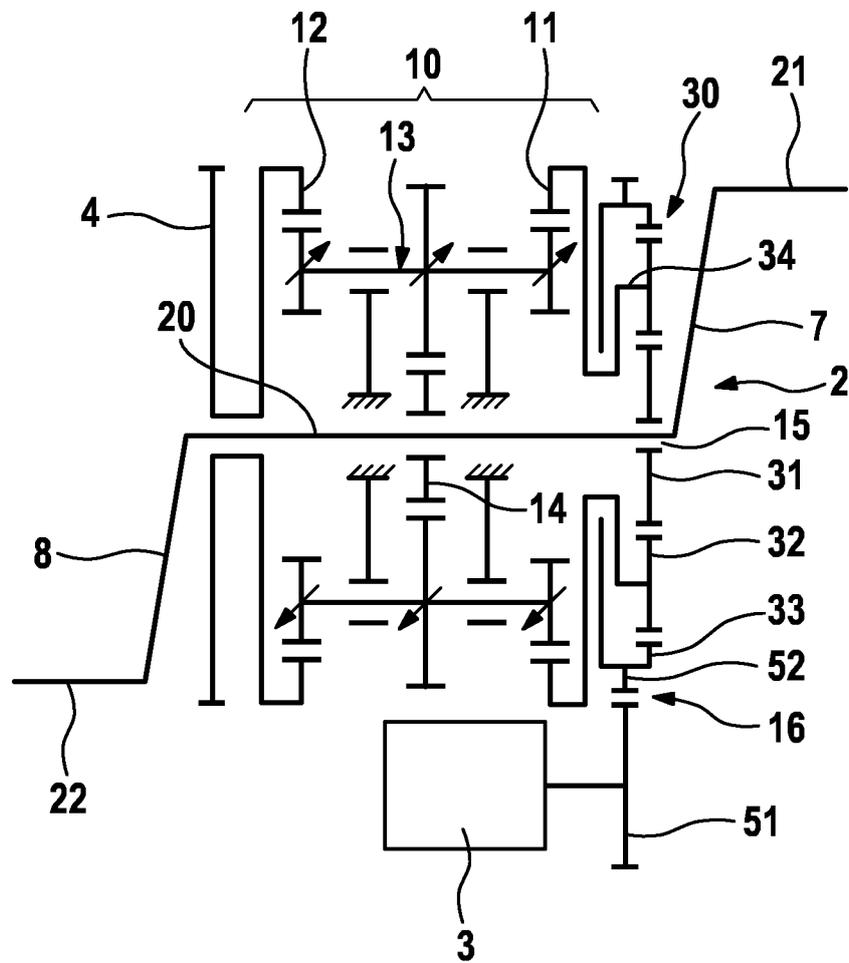


FIG. 3

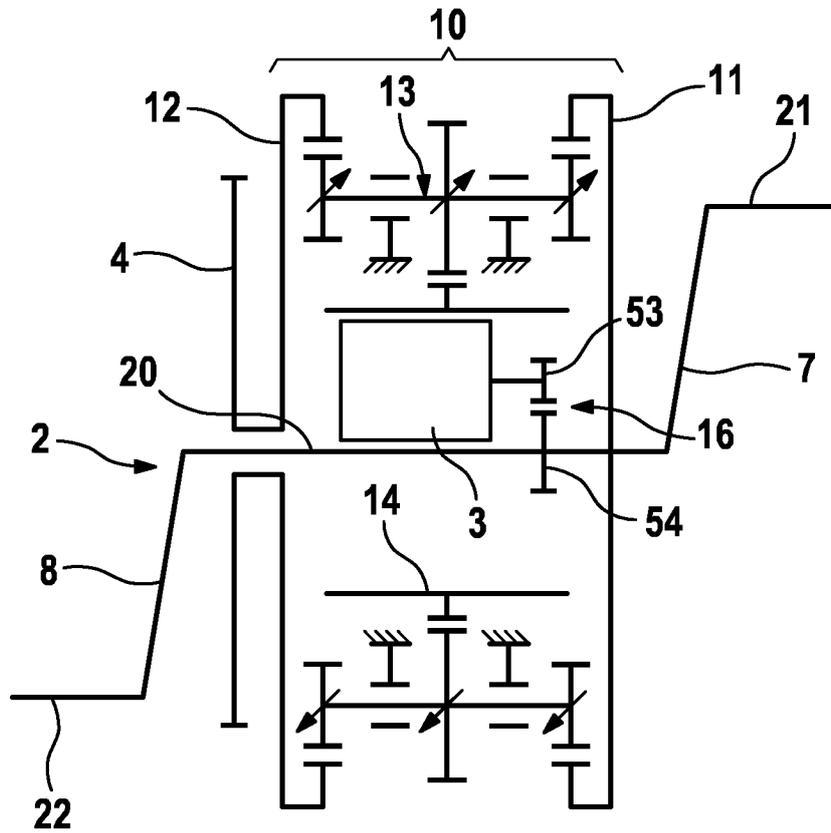


FIG. 5

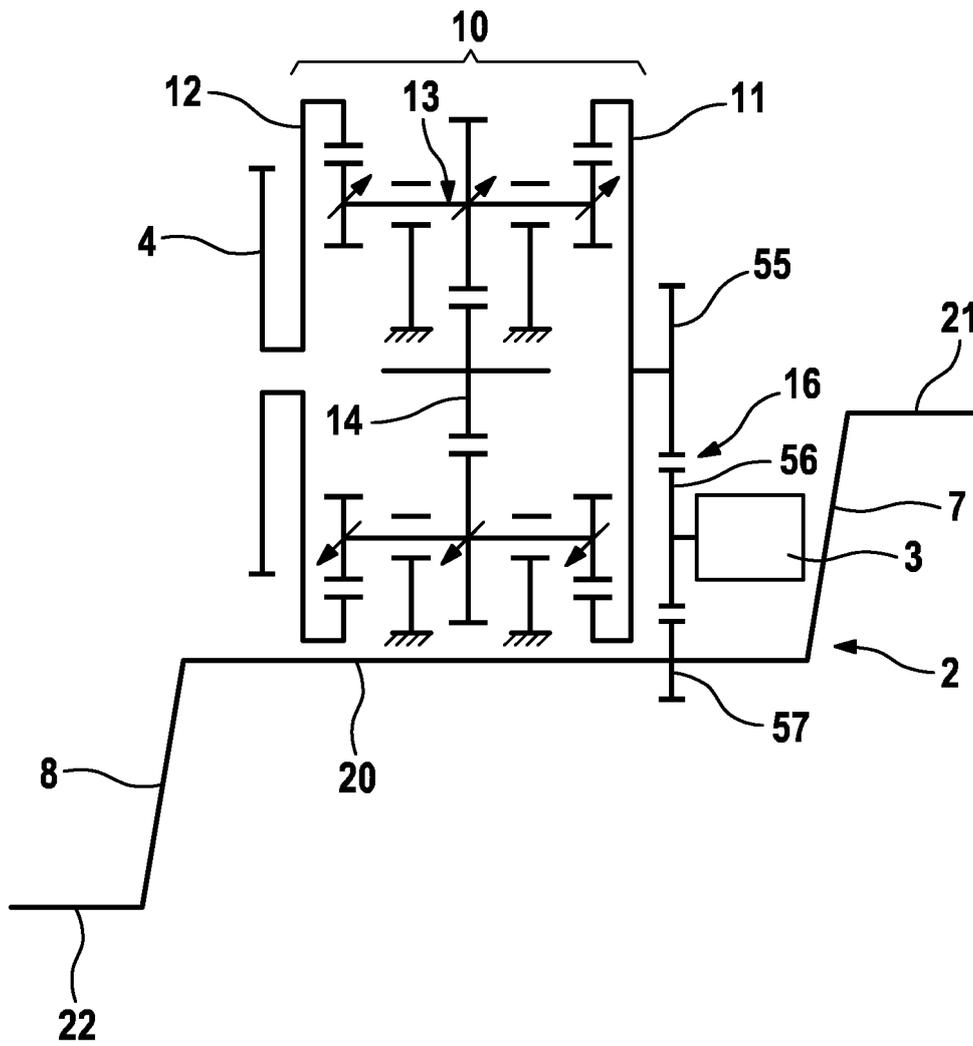


FIG. 6

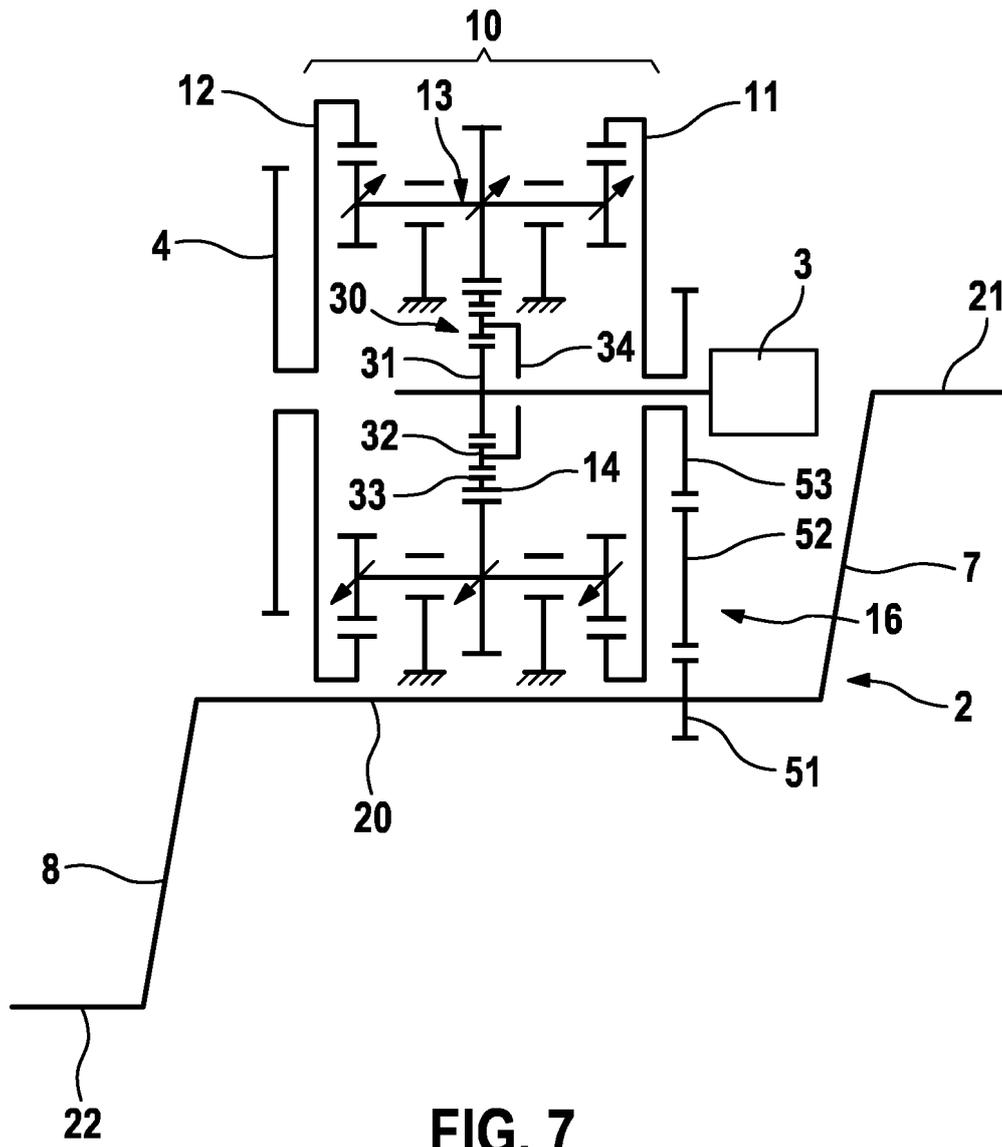


FIG. 7

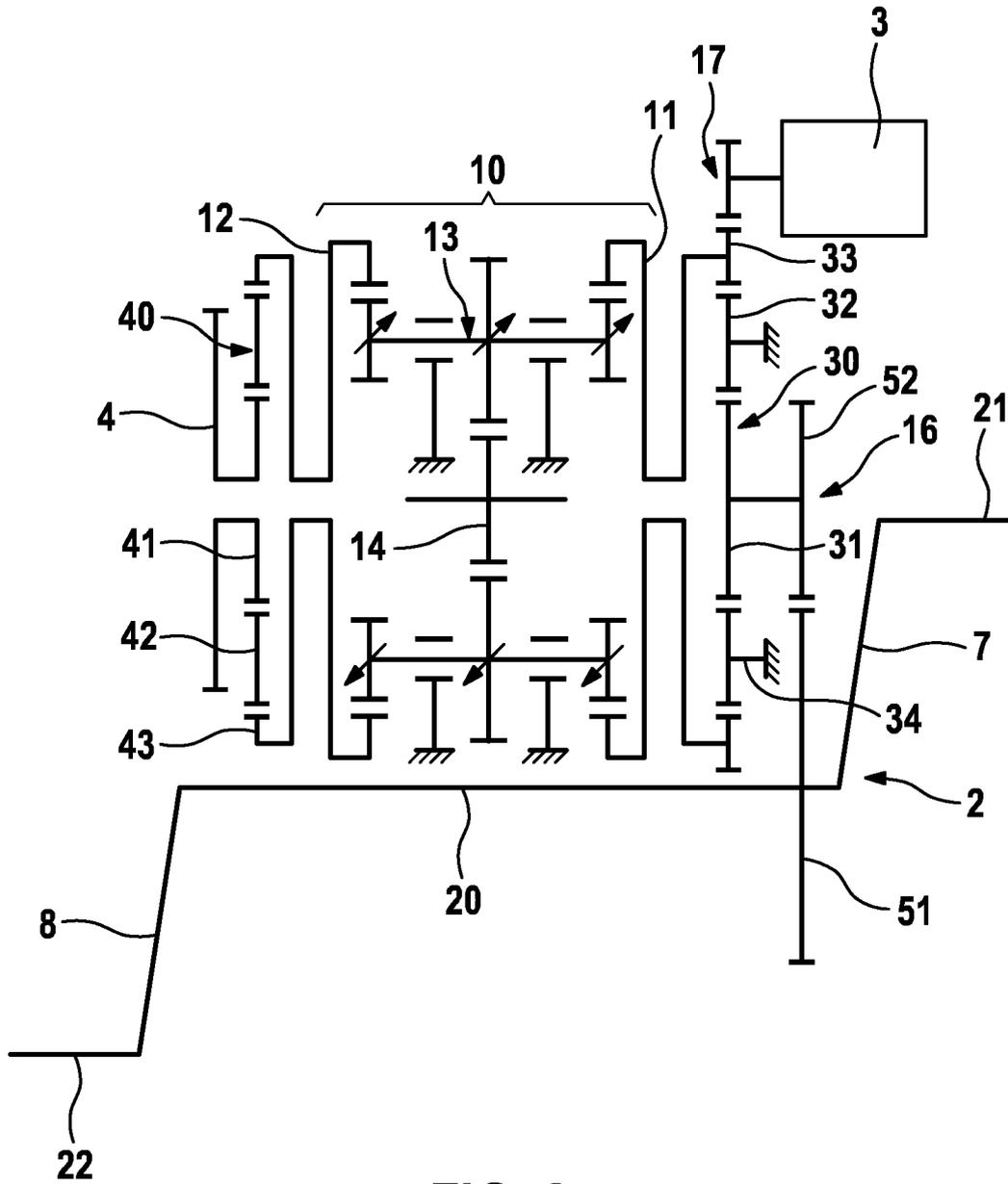


FIG. 8

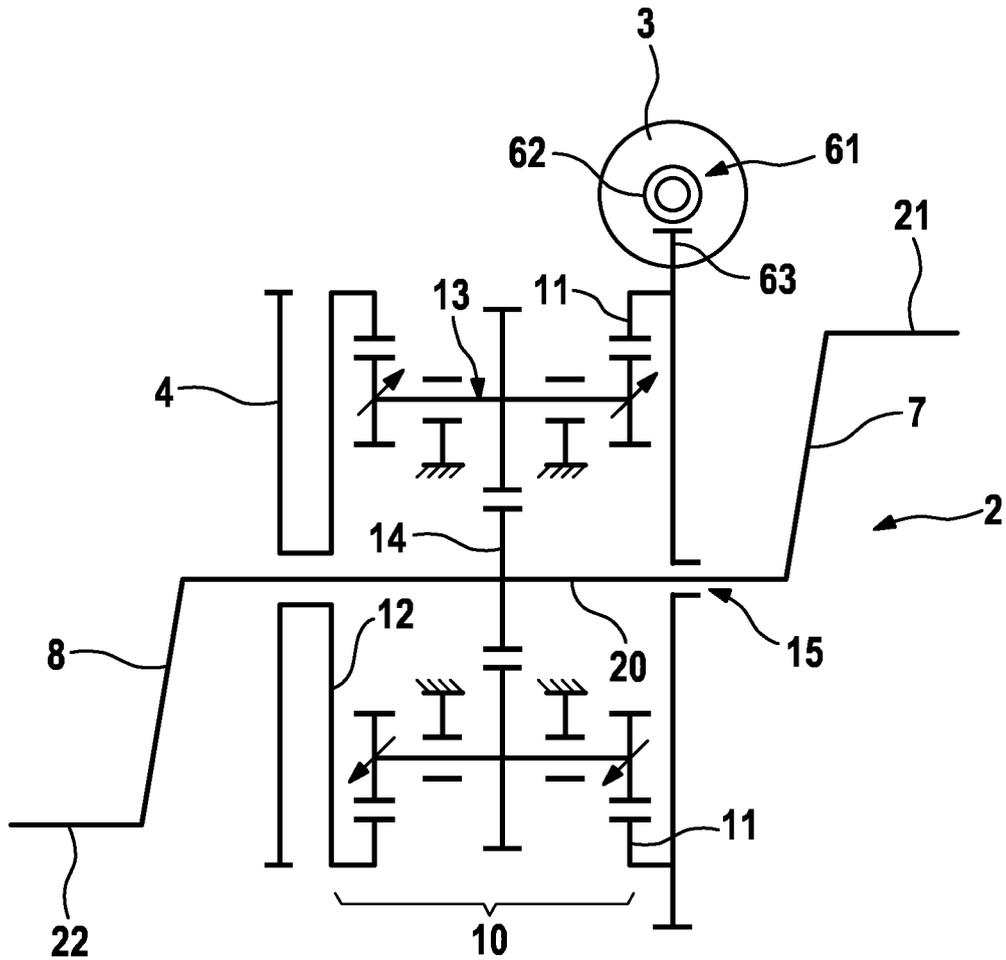


FIG. 9

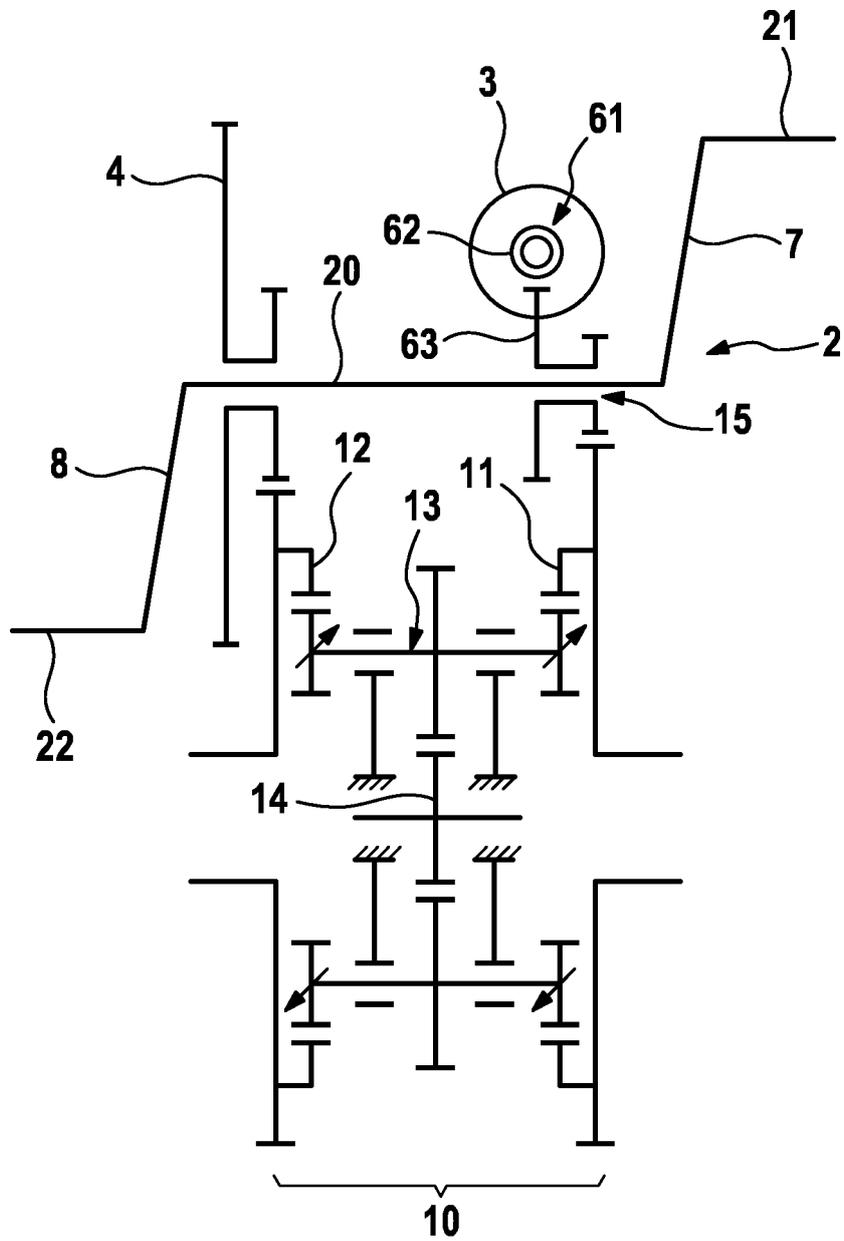


FIG. 10

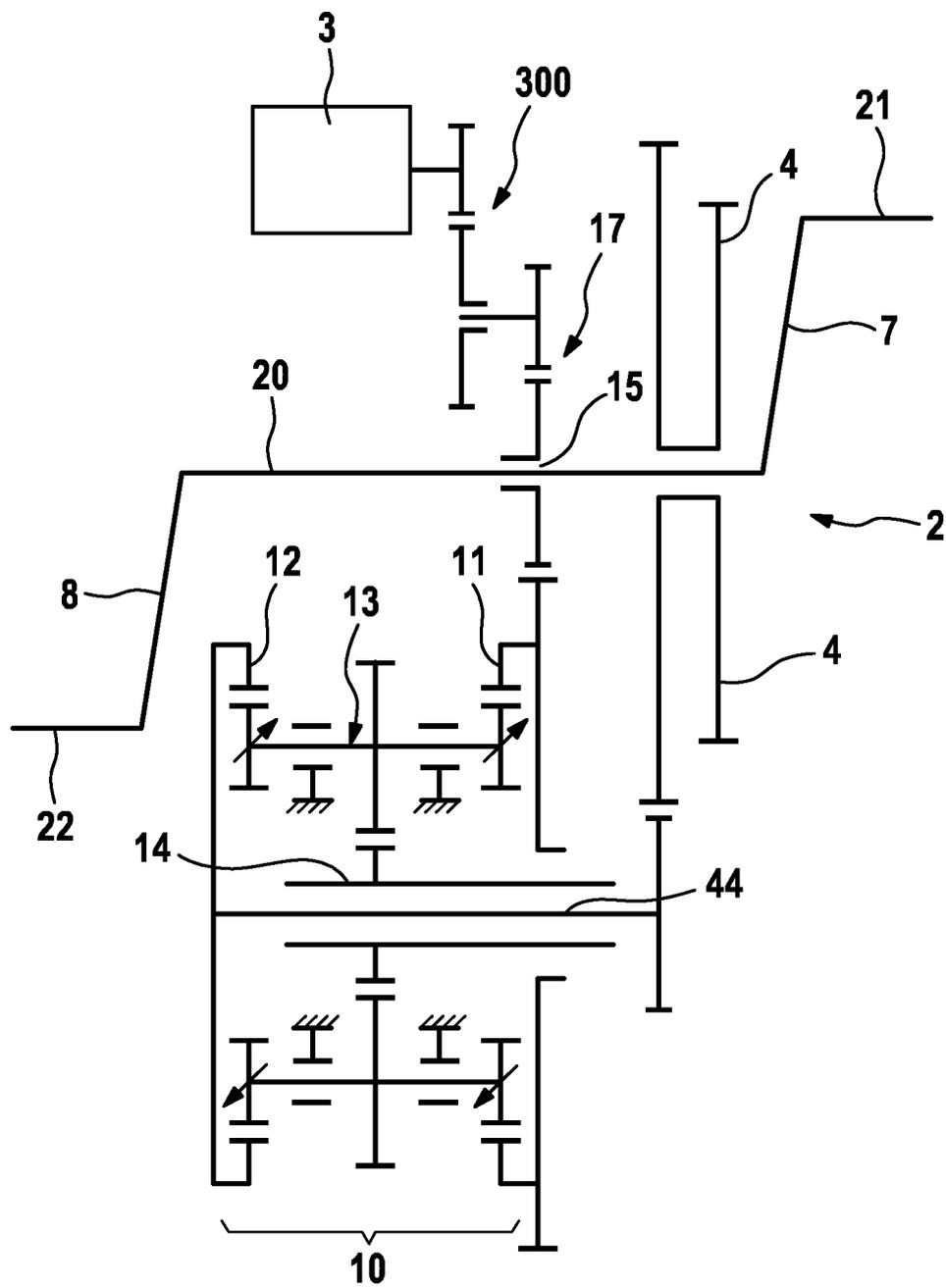


FIG. 11