



(10) **DE 10 2022 113 937 A1** 2023.12.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 113 937.9**

(22) Anmeldetag: **02.06.2022**

(43) Offenlegungstag: **07.12.2023**

(51) Int Cl.: **B62D 7/09 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Karlsruher Institut für Technologie, Körperschaft
des öffentlichen Rechts, 76131 Karlsruhe, DE**

(72) Erfinder:

**Weitz, Fabian, 76133 Karlsruhe, DE; Hodapp,
Sebastian, 78658 Zimmern, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

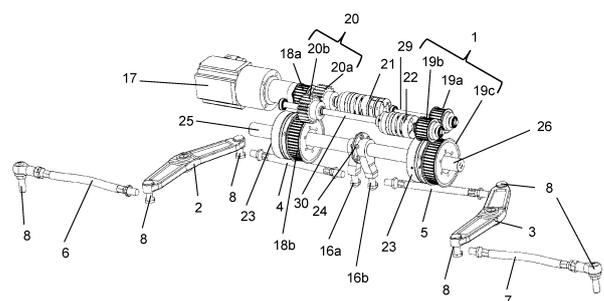
DE	10 2010 023 982	A1
DE	10 2014 004 733	A1
DE	10 2016 006 088	A1
DE	10 2016 208 317	A1
DE	10 2017 106 671	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Lenkgetriebe und Lenksystem mit dem Lenkgetriebe**

(57) Zusammenfassung: Lenkgetriebe (1) eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder über zumindest zwei Spurstangen, umfassend eine Antriebsquelle (17), ein erstes Übertragungsmittel (18, 23) von der Antriebsquelle auf ein erstes Stellglied (25) mit einem ersten Anknüpfungspunkt (16a) für eine der beiden Spurstangen (4) sowie ein zweites Übertragungsmittel (19-23) von der Antriebsquelle entweder über das erste Stellglied (25) oder direkt auf ein zweites Stellglied (26) mit einem zweiten Anknüpfungspunkt (16b) für die andere der beiden Spurstangen (5), wobei das zweite Übertragungsmittel zumindest ein Zwischenelement aufweist und das Zwischenelement Umschaltmittel (21, 22, 24) mit zumindest zwei Schaltstellungen für eine Gleich- bzw. eine Gegenlaufbeweglichkeit des zweiten Stellglieds relativ zum ersten Stellglied aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lenkgetriebe und ein Lenksystem eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder über zumindest zwei Spurstangen gemäß dem ersten bzw. dem elften Patentanspruch. Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Fahrzeugtechnik, insbesondere der Fahrwerkstechnik angesiedelt.

[0002] Es ist bekannt, dass bei autonom fahrenden elektrischen Fahrzeugen zur Reduzierung des Wendekreises und des Platzbedarfs beim Einparken und Rangieren ein gegensinniges Einschlagen der lenkbaren Räder vorgesehen werden kann. Dabei ist man bestrebt, den Energiebedarf des Lenksystems so gering wie möglich zu halten, um die Reichweite des Fahrzeuges nicht zu sehr einzuschränken.

[0003] Aktorisch angetriebene Einzelradlenkungen bieten zwar eine individuelle Ansteuerung der Spurbel (Radlenker) und auch eine Reduzierung des Wendekreises, zeichnen sich aber im Betrieb durch einen höheren Energieverbrauch als konventionelle Lenksysteme aus. Die auftretenden Lenkmomente müssen dauerhaft durch die beteiligten Lenkaktoren abgestützt werden, so dass diese Aktoren dauerhaft die entsprechende Halteleistung aufbringen müssen.

[0004] Um die Vorteile der Einzelradlenkung in Bezug auf Platzbedarf beim Rangieren und die Vorteile konventioneller Lenksysteme in Bezug auf Energiebedarf zu vereinen, wurden bereits Lenkgetriebe mit einer trennbaren mechanischen Kopplung vorgeschlagen.

[0005] DE 10 2016 006 088 A1 offenbart ein Lenksystem mit kuppelbaren Einzelradlenkungen, realisiert durch eine lösbare mechanische Kopplung auf einer rotierenden Welle. Diese Kopplung ist nur während Parkierfahrten aktiviert und dient der Übertragung eines (Unterstützungs-) Drehmoments von einem Lenkaktor zum anderen. Das Konzept sieht während des Parkierens eine Kopplung zwischen den beiden gelenkten Rädern vor, um die Aktorleistung durch eine Parallelschaltung der Aktoren zu erhöhen. Mit der vorgeschlagenen Kopplung der Aktoren ist nur ein gleichsinniger Radeinschlag möglich. Ein gegensinniger Radeinschlag ist dagegen nicht möglich.

[0006] Ferner ist aus DE 10 2017 106 671 A1 ein Lenkgetriebe für eine Einzelradlenkung eines Kraftfahrzeugs bekannt, wobei für jedes lenkbare Rad ein Spindeltrieb vorgesehen ist, die eine durch einen Elektromotor angetriebene, drehbar gelagerte Spindelmutter aufweist. Diese Anordnung lässt jedoch keine mechanische Kopplung der Lenkbewegungen für die beiden Räder zu.

[0007] Davon ausgehend liegt eine Aufgabe der Erfindung darin, ein Lenkgetriebe eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder über zumindest zwei Spurstangen vorzuschlagen, das eine individuelle Ansteuerbarkeit der Räder sicherstellt, sich aber gegenüber herkömmlichen Systemen grundsätzlich durch einen geringeren Energiebedarf und eine geringere Baugröße auszeichnet. Eine weitere Aufgabe liegt darin, ein Lenksystem mit diesem Lenkgetriebe vorzuschlagen.

[0008] Die Aufgaben werden mit einem Lenksystem mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst. Unteransprüche, die sich auf dieses beziehen, geben vorteilhafte Ausgestaltungen wieder.

[0009] Zur Lösung der Aufgabe wird ein Lenkgetriebe eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder über zumindest zwei Spurstangen vorgeschlagen, bei dem eine Antriebsquelle über zwei Übertragungsmittel auf zwei Stellglieder wirkend beide Spurstangen ansteuert. Das Antriebsmittel gibt dabei eine Antriebsbewegung an ein Stellglied, an das wiederum ein lenkbares Rad angekoppelt ist, weiter. Hierzu weisen beide Stellglieder jeweils einen Anknüpfungspunkt zu einer Spurstange auf, über die dann der jeweilige Radeinschlag angesteuert wird. Wesentlich dabei ist, dass nur das eine der beiden Übertragungsmittel direkt auf das zugehörige Stellmittel wirkt, während das andere Übertragungsmittel mit einem Zwischenelement entweder über das gleiche vorgenannte Stellglied oder direkt auf das andere Stellglied wirkt. Das Zwischenelement weist wiederum Umschaltmittel mit zumindest zwei Schaltstellungen für eine Gleich- bzw. eine Gegenlaufbeweglichkeit der Stellglieder zueinander auf. Lenkgetriebe umfasst folglich folgende Komponenten:

- a) eine Antriebsquelle, vorzugsweise umfassend oder gebildet aus einem Motor mit einer rotierenden Antriebswelle,
- b) ein erstes Übertragungsmittel von der Antriebsquelle auf ein erstes Stellglied mit einem ersten Anknüpfungspunkt für eine der beiden Spurstangen sowie
- c) ein zweites Übertragungsmittel von der Antriebsquelle entweder über das erste Stellglied oder direkt auf ein zweites Stellglied mit einem zweiten Anknüpfungspunkt für die andere der beiden Spurstangen, wobei das zweite Übertragungsmittel zumindest ein Zwischenelement aufweist und das Zwischenelement Umschaltmittel mit zumindest zwei Schaltstellungen für eine Gleich- bzw. eine Gegenlaufbeweglichkeit des zweiten Stellglieds relativ zum ersten Stellglied aufweist.

[0010] Neu gegenüber dem Stand der Technik sind insbesondere das Zusammenspiel der Übertra-

gungsmittel, der Stellglieder sowie des Zwischenelements mit Umschaltmitteln miteinander, wobei in vorteilhafter Weise die Wahlmöglichkeit eines gleich- oder eines gegenläufigen Lenkeinschlags der lenkbaren Räder mit einem Antriebsmittel gewährleistet wird. Ein bevorzugter Hebelmechanismus im Lenksystem mit diesem Lenkgetriebe dient dabei der Eingrenzung des benötigten Raumes der Spurstangen bei Lenkbewegungen im Fahrzeug, vorzugsweise durch eine serielle Zweiteilung der Spurstangen mit dazwischen angeordneten Umlenkhebeln. Damit werden auch die Vorteile der mechanischen Kopplung in Bezug auf Energieverbrauch und die Vorteile von zwei Einzelradlenkungen in Bezug auf den Platzbedarf insbesondere beim Rangieren vereint.

[0011] Die beiden Übertragungsmittel umfassen im Rahmen der Anmeldung jeweils die Komponenten, die jeweils für eine Übertragung der Lenkbewegungen für jedes Rad separat von der Antriebsquelle unmittelbar auf je ein Stellglied erforderlich sind.

[0012] Eine alternative Ausgestaltung sieht nur ein unmittelbar auf ein (erstes) Stellglied einwirkendes (erstes) Übertragungsmittel vor. Das andere (zweite) Übertragungsmittel wirkt dagegen nur mittelbar auf das (zweite) Stellglied ein; zwischen der Antriebsquelle und dem zweiten Stellglied sind dabei weitere Komponenten zwischengeschaltet. Diese Komponenten umfassen vorzugsweise ganz oder teilweise das erste Übertragungsmittel, die vorzugsweise zwischen Antriebsquelle und zweiten Übertragungsmittel zwischengeschaltet sind.

[0013] Bevorzugte Ausführungsformen der Übertragungsmittel sehen zumindest einen in eine Gewindestange eingreifenden Kugelgewindetrieb vor. Bevorzugt sind die Gewindestangen dabei integraler Bestandteil des Stellglieds und mit diesen gekoppelt.

[0014] Die Stellglieder sind die Teile des Lenkgetriebes, an die die Spurstangen über Anknüpfungspunkte, vorzugsweise über Gelenke wie Kugelgelenke schwenkbar, angebunden sind. Über diese wird eine Lenkbewegung auf die Spurstangen übertragen. Die Lenkbewegung enthält dabei zumindest einen vektoriellen Richtungsanteil in Richtung der jeweilig angebundenen Spurstange, sodass eine Stellbewegung in Richtung des Spurhebels weiterleitbar ist. Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht zwei Linearstellglieder mit jeweils einer linear geführten Beweglichkeit vor, die eine bevorzugt geradlinige Bewegbarkeit der Anknüpfungspunkte weiter bevorzugt in Richtung der Ausrichtung der dort angebundenen Spurstangen ermöglicht.

[0015] Das genannte Zwischenelement ist Teil zumindest eines, vorzugsweise genau eines, bevorzugt des vorgenannten zweiten Übertragungsmittels. Diese Umschaltmittel dienen der Schaltbarkeit zwi-

schen zwei Schaltstellungen, eine für eine Gleichlaufbeweglichkeit sowie eine für eine Gegenlaufbeweglichkeit der von der gleichen Antriebswelle angetriebenen beiden Stellglieder zueinander. Diese gleich- oder gegenläufige Beweglichkeit weist vorzugsweise in einer Grundstellung eine synchrone bzw. gegenläufig synchrone Ausschläge der beiden Stellglieder in gleicher Höhe auf. Vorzugsweise werden auch Umschaltmittel vorgeschlagen, die Ausschläge der beiden Stellglieder in ungleicher Höhe oder in einstellbarer Höhe (einstellbare Hebelwirkung oder Übersetzung für beide Stellglieder individuell oder nur für ein Stellglied) ermöglichen. Das Umschaltmittel ist vorzugsweise zwischen dem ersten und dem zweiten Stellglied wirkend angeordnet.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform des Lenkgetriebes sieht ein Umschaltmittel als Koppellement zwischen den beiden Stellgliedern vor. Das Umschaltmittel umfasst vorzugsweise ein um einen Drehpunkt oder Schwenkachse schwenkbares Element, vorzugsweise ein zweiarmiges Hebelelement, an dem beide Stellglieder jeweils über Ankopplungsbereiche abseits des Drehpunkts oder der Schwenkachse schwenkbar angebunden sind. Damit sind die Stellglieder je nach Schaltstellung gleich- oder gegenläufig miteinander gekoppelt. Die über die Stellglieder axial zu deren Ausrichtung erfolgte Beweglichkeit verläuft vektoriell an dem Drehpunkt oder der Schwenkachse vorbei und koppelt so die axialen Bewegungen der beiden Stellglieder miteinander. Die Stellglieder übertragen dabei auf das schwenkbare Element ein Drehmoment um den Drehpunkt oder die Schwenkachse. Wesentlich dabei ist, dass zumindest einer der Ankopplungsbereiche nicht ortsfest auf dem schwenkbaren Element angeordnet ist, womit eine Verschiebbarkeit zumindest dieses einen Ankopplungsbereichs auf dem Element vorgesehen ist. Dies ermöglicht eine Verschiebbarkeit auch über den Drehpunkt oder die Schwenkachse vorbei, womit die Ankopplungsbereiche je nach Schaltstellung entweder nur einseitig oder auch beidseitig zum Drehpunkt oder zur Schwenkachse positionierbar sind. Eine einseitige Anordnung beider Stellglieder ermöglicht einen gleichläufigen und vorzugsweise auch synchronen Radeinschlag, während hingegen eine beidseitige Anordnung einen gegenläufigen, vorzugsweise gegenläufig synchronen Radeinschlag ermöglichen. Ein Hin- und Herschalten zwischen den beiden Schaltstellungen erfolgt bei dieser Ausgestaltung vorzugsweise bei ruhender Antriebsquelle, zumindest während des Übergangs beim Überschwenken eines der Ankopplungsbereiche über den Drehpunkt oder der Schwenkachse hinweg. Optional werden mehrere Positionen für ein oder beide Auskopplungsbereiche in verschiedenen Abständen zum Drehpunkt oder zur Schwenkachse je vorgenannter Schaltstellung vorgeschlagen. Mit variierbaren Abständen ändert sich insbesondere die Hebelarm-

übersetzung, womit das Übersetzungsverhältnis von der Antriebsquelle zumindest zu einer der beiden Spurstangen in jeder der beiden Schaltstellungen individuell einstellbar ist.

[0017] Eine alternative Ausführungsform sieht Umschaltmittel zwischen der Antriebsquelle und dem zweiten Stellglied wirkend vor. Die Umschaltmittel wirken nicht, vorzugsweise nicht nur unmittelbar zwischen den beiden Stellgliedern, sondern mittelbar über zumindest einem der vorgenannten Übertragungsmittel. Vorzugsweise wirken die Umschaltmittel nur auf ein, das erste Stellglied, d.h. sie sind abseits des anderen, des zweiten Stellglieds wirkend angeordnet. Eine bevorzugte Ausgestaltung hierzu sieht vor, dass die Übertragungsmittel ausgehend von der Antriebsquelle zwei gegenläufig dreh- oder verschiebbare Übertragungswellen und die Umschaltmittel Durchschaltmittel für eine wechselseitige Hin- und Herschaltung jeweils nur einer der Übertragungswellen zum zweiten Stellglied hin gerichtet umfassen oder aufweisen. Vorzugsweise sind die beiden Übertragungswellen mittels einer Zahnradübertragung gegenläufig drehbar gestaltet, wobei je nach Schaltstellung immer nur eine, d.h. nur die eine oder die andere der beiden Übertragungswellen mittels Zahnräder in eine weitere Zahnradübertragung eingebunden ist

[0018] Weiterhin umfasst die Lösung der gestellten Aufgabe auch ein Lenksystem eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder. Es umfasst ein Lenkgetriebe der vorgenannten Art sowie mindestens, vorzugsweise genau zwei Spurstangen und zwei Spurbel, auf die die zu lenkenden Räder gelagert sind.

[0019] Eine Ausgestaltung hierzu sieht eine serielle Anordnung von zwei seriell angeordneten Spurstangen zwischen jeder der beiden Stellglieder zu den jeweiligen Spurbel vor, die über jeweils einen Umlenkhebel miteinander gekoppelt sind. Die Umlenkhebel weisen im Rahmen einer Ausgestaltung verstellbare Hebelübersetzungen auf.

[0020] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen, den folgenden Figuren und Beschreibungen näher erläutert. Alle dargestellten Merkmale und deren Kombinationen sind nicht nur auf diese Ausführungsbeispiele und deren Ausgestaltungen begrenzt. Vielmehr sollen diese stellvertretend für weitere mögliche, aber nicht explizit als Ausführungsbeispiele dargestellte weitere zur Lösung der gestellten Aufgabe geeignete Ausgestaltungen grundsätzlich miteinander kombinierbar angesehen werden. Es zeigen

Fig. 1a bis Fig. c schematische Draufsichten eines Ausführungsbeispiels eines Lenksystems mit einem Lenkgetriebe der vorgenannten Art in neutraler Stellung - Geradeauslauf (a), in einer ersten Schaltstellung - gleichsinniger Radein-

schlag (b) sowie in einer zweiten Schaltstellung - gegensinniger Radeinschlag (c),

Fig. 2a bis Fig. c schematische Ansichten eines ersten Ausführungsbeispiels eines Lenkgetriebes mit Umschaltmittel mit einen um einen Drehpunkt schwenkbaren Hebel, an den beide Stellglieder jeweils abseits des Drehpunkts schwenkbar angebunden sind, in neutraler Stellung - Geradeauslauf (a), in einer ersten Schaltstellung - gleichsinniger Radeinschlag (b) sowie in einer zweiten Schaltstellung - gegensinniger Radeinschlag (c),

Fig. 3a bis Fig. c schematische Ansichten eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Lenkgetriebes mit Umschaltmittel mit zwei alternativ durchschaltbaren gegenläufig dreh- oder verschiebbaren Übertragungswellen, in neutraler Stellung - Geradeauslauf (a), in einer ersten Schaltstellung - gleichsinniger Radeinschlag (b) sowie in einer zweiten Schaltstellung - gegensinniger Radeinschlag (c) sowie

Fig. 4a und b perspektivische Ansichten einer konkreten Umsetzung eines Ausführungsbeispiels eines Lenksystems mit einem Lenkgetriebe mit einem Umschaltmittel, wie schematisch in **Fig. 3a bis Fig. c** dargestellt, ohne bzw. mit Lenkgetriebegehäuse.

[0021] Das in **Fig. 1a bis Fig. c** beispielhaft dargestellte Lenksystem umfasst ein Lenkgetriebe 1 mit jeweils einer linken lenkgetriebeseitigen Spurstange 4 und einer rechten lenkgetriebeseitigen Spurstange 5, die wiederum eine Stellbewegung über Gelenke 8 an einen linken Umlenkhebel 2 bzw. einen rechten Umlenkhebel 3 weiterleiten. An diese beiden Umlenkhebel 2 und 3 sind ebenfalls über Gelenke 8 eine linke radseitige Spurstange 6 sowie eine rechte radseitige Spurstange 7 angebunden, die die Stellbewegung über zwei Spurbel 31a und 31b an die Räder 9a und 9b weitergeben. Die Adjektive „links“ und „rechts“ beziehen sich im Rahmen der Beschreibung auf die Darstellungen in den jeweiligen Figuren und dienen insbesondere der Erläuterung.

[0022] Während einer Geradeausfahrt (Neutralstellung gemäß **Fig. 1a**) werden die beiden Räder 9a und 9b parallel ausgerichtet in Spur gehalten. Auftretende Lenkmomente werden von den Rädern über die Spurstangen und die Gelenke und das Lenkgetriebe übertragen und dort gegenseitig abgestützt. Die Umlenkhebel haben die Funktion die Bewegungen und Kräfte der Spurstangen 4 und 5 an die Spurstangen 6 und 7 weiterzuleiten. Aufgrund der durch den Bauraum vorgegebenen besonderen Lage des Lenkgetriebes sind die Umlenkhebel darüber hinaus notwendig, um den Bewegungsraum der lenkgetriebeseitigen und radseitigen Spurstangen 4 und 5 bzw. 6 und 7 auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Umlenkhebel 2 und 3 haben daher sowohl

die Aufgabe Kräfte weiterzugeben, als auch die Bau-raumeinschränkungen einzuhalten bzw. die Kollision des Lenkgestänges mit Bauteilen anderer Baugruppen zu verhindern.

[0023] Bei einer Kurvenfahrt (gleichsinniger Radeinschlag gemäß **Fig. 1b**), bleibt die mechanische Kopplung der Stellglieder, zumindest aber deren gleichgerichteten Bewegungen im Inneren des Lenkgetriebes bestehen. Bei einem Lenkmanöver bewegen sich die lenktriebeseitigen Spurstangen 4 und 5 synchron gleichgerichtet, d.h. in dieselbe Richtung. Über die Umlenkhebel 2 und 3 werden diese gleichgerichteten Lenkausschläge als Schubbewegungen der lenktriebeseitigen Spurstangen 4 und 5 an die radseitigen Spurstangen 6 und 7 und von dort über die Spurhebel 31a und 31b an die Räder 9a und 9b übertragen. Eine gleichsinnige Verschiebung der Stellglieder im Lenkgetriebe und damit der Spurstangen 4 und 5 hat ein gleichsinniges Einschlagen der beiden Räder 9a und 9b zur Folge.

[0024] Zur Reduzierung des Platzbedarfs beim Ein- und Ausparken und beim Rangieren wird ein gegensinniger Radeinschlag der beiden Räder 9a und 9b angestrebt (vgl. **Fig. 1c**). Eine starre mechanische Kopplung der beiden Stellglieder miteinander im Lenkgetriebe 1 wird aufgehoben, eine bevorzugt gegenläufige Stellbewegung der beiden Stellglieder angestrebt. Die beiden lenktriebeseitigen Spurstangen 4 und 5 werden in entgegengesetzter Richtung vorzugsweise gegenläufig synchron zueinander verschoben. Durch die beiden Umlenkhebel 2 und 3 wird die Schubbewegung an die Spurstangen 6 und 7 und von dort über die Spurhebel 31a und 31b an die Räder 9a und 9b übertragen. Die Verschiebung der Spurstangen 4 und 5 in entgegengesetzter Richtung hat ein gegensinniges Einschlagen der Räder zur Folge.

[0025] **Fig. 2a bis Fig. c** zeigen schematische Ansichten eines ersten Ausführungsbeispiels eines Lenkgetriebes in neutraler Stellung (Geradeauslauf, vgl. **Fig. 2a**), in einer ersten Schaltstellung (gleichsinniger Radeinschlag, vgl. **Fig. 2b**) sowie in einer zweiten Schaltstellung (gegensinniger Radeinschlag, vgl. **Fig. 2c**). Das Lenkgetriebe weist ein erstes Übertragungsmittel von der Antriebsquelle 10 auf ein erstes (linkes) Stellglied 25 mit einem ersten (linken) Anknüpfungspunkt 16a für eine, die nicht weiter dargestellte linke Spurstange auf. Die Übertragungsmittel umfassen einem Zahnriementrieb 11 mit zwei Riemenscheiben sowie einem Kugelgewindtrieb 12, der in ein Außengewinde eines der beiden, im Beispiel das links dargestellt Stellglied 25 eingreift und dieses auch axial führt. Die Antriebsquelle 10 ist dabei fest mit einem ersten Zahnriemenrad 11a des Zahnriementriebs 11 verbunden. Das zweite Zahnriemenrad 11b sitzt fest auf dem Kugelgewindtrieb 12.

[0026] Das in **Fig. 2a bis Fig. c** dargestellte Lenkgetriebe weist Umschaltmittel mit einem um einen Drehpunkt 14 schwenkbaren Hebel 13 auf, an den ein rechts und ein links dargestelltes Stellglied 26 bzw. 25 jeweils über einen Ankopplungsbereich 27 und 28 abseits des Drehpunkts schwenkbar angebunden sind. Der Kugelgewindtrieb 12 treibt die linke Spindel 25 relativ zum Hebel 13 an, womit über den auf der Hebeloberfläche gleitenden Ankopplungsbereich 27 ein Drehmoment auf den Hebel um den Drehpunkt aufgeprägt wird und den Hebel um den Drehpunkt drehen lässt. Das zweite dargestellte rechte Stellglied 26 wiederum ist über einen weiteren (rechten) Ankopplungsbereich 28 ebenfalls mit dem Hebel verbunden und wird über diesen axial ausgelenkt. Eine schwenkbare Führung 15 für das rechte Stellglied ermöglicht eine Verschiebung des rechten Ankopplungsbereichs auf dem Hebel an der Drehachse vorbei. Mit einer Anordnung beider Ankopplungsbereiche 27 und 28 einseitig zum Drehpunkt 14 auf dem Hebel 13 wird eine gleichsinnige Bewegung beider miteinander gekoppelter Stellglieder 25 und 26 ermöglicht (**Fig. 2b**). Mit einer beidseitig zum Drehpunkt angeordneter Ankopplungsbereiche 27 und 28 auf dem Hebel erfolgt eine gegenläufige Bewegung der über den Hebel gekoppelten Stellglieder 25 und 26 (**Fig. 2c**).

[0027] **Fig. 2a** zeigt das beispielhaft dargestellte Lenkgetriebe mit gleichsinnig gekoppelten Stellgliedern 25 und 26 bei einer Geradeausfahrt (Neutralstellung). Dabei ist die Führung 15 fixiert, und es werden keine zusätzlichen Antriebskräfte vom Antrieb 10 direkt auf das rechte Stellglied 26 übertragen. Durch die direkte mechanische Kopplung des linken Stellglieds 25, des Hebels 13 und des rechten Stellglieds 26 werden die einwirkenden Kräfte gegenseitig abgestützt.

[0028] In **Fig. 2b** ist das beispielhaft dargestellte Lenkgetriebe bei einem gleichsinnigen Radeinschlag dargestellt. Durch die Drehung des Kugelgewindtriebs 12 bewegt sich das dadurch angetriebene linke Stellglied 25 axial aus der Mittellage je nach Drehrichtung nach links oder rechts und nimmt dabei über die beiden Ankopplungsbereiche 27 und 28 und den Hebel 13 das rechte Stellglied gleichsinnig mit. Die beiden Ankopplungsbereiche umfassen vorzugsweise eine Schienen- oder Gelenkführung auf dem Hebel und sind daher geeignet, Zug- oder Schubbewegungen von den Stellgliedern auf die Hebel zu übertragen. Ferner lässt eine solche Ausgestaltung auch eine Verschieb- und Drehbarkeit der Ankopplungsbereiche auf dem Hebel zu, die nicht nur für eine Kopplung der lateralen unidirektionalen Axialbewegungen der Stellglieder mit der Schwenkbewegung des Hebels, sondern auch für eine Verstellbarkeit der gleichsinnigen zu einer gegenläufigen Kopplung der Stellglieder zueinander erforderlich sind. Dargestellt ist ferner eine gestri-

chelte Linie auf dem Hebel 13, mit der die möglichen Positionen des rechten Ankopplungsbereich 28 zwischen den beiden in **Fig. 2b** und **Fig. 2c** dargestellten Endpositionen (zwei Schaltstellungen) wiedergibt. Durch eine Einstellung in einer Zwischenposition zwischen den zwei Positionen lässt sich zudem die Übersetzung der Axialbewegungen der beiden Stellglieder zueinander über die jeweiligen Hebelarmlängen zwischen den zwischen den genannten Ankopplungsbereichen und dem Drehpunkt 14 ändern. Wird eine Zwischenposition für den rechten Ankopplungsbereich auf dem Drehpunkt 14 gelegt, ist der Hebelarm gleich Null, d.h. auf das rechte Stellglied 26 wird keine Bewegung übertragen.

[0029] In **Fig. 2c** ist das beispielhaft dargestellte Lenkgetriebe bei einem gegensinnigen Radeinschlag dargestellt. Dabei treibt die Antriebsquelle 10 wie zuvor beschrieben über den Zahnriementrieb 11 und den Kugelgewindetrieb 12 das linke Stellglied 25 an. Aufgrund der Drehung des Kugelgewindetriebs 12 bewegt sich das linke Stellglied nach links, dargestellt mit einem Pfeil. Für die Realisierung einer gegensinnigen Kopplung der beiden Stellglieder zueinander muss der Ankopplungsbereich 28 für das rechte Stellglied auf der gestrichelten Linie auf dem Hebel über den Drehpunkt 14 hinweg in eine untere Position verschoben werden (Doppelpfeil). Hierfür wird die Fixierung der schwenkbaren Führung 15 gelöst in der Darstellung nach unten geschwenkt (Doppelpfeil), sodass sich der Ankopplungsbereich zum rechten Stellglied unterhalb des Drehpunkts 14 befindet.

[0030] **Fig. 3a** bis **Fig. 3c** zeigen schematische Ansichten eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Lenkgetriebes in neutraler Stellung (Geradauslauf, vgl. **Fig. 3a**), in einer ersten Schaltstellung (gleichsinniger Radeinschlag, vgl. **Fig. 3b**) sowie in einer zweiten Schaltstellung (gegensinniger Radeinschlag, vgl. **Fig. 3c**). Die beiden Übertragungsmittel umfassen ausgehend von der Antriebsquelle 17 einen ersten Zahnriementrieb 18 zum ersten Stellglied 25 sowie einen zweiten Zahnriementrieb 19 zu einem zweiten Stellglied 26. Die Stellglieder weisen jeweils nicht weiter dargestellte Anknüpfungspunkte für ebenfalls nicht weiter dargestellte Spurstangen auf.

[0031] Der erste (links dargestellte) Zahnriementrieb 18 wirkt auf einen Kugelgewindetrieb 23, der in ein Außengewinde eines der beiden, im Beispiel das linke Stellglied 25 eingreift und dieses auch axial führt und vorantreibt. Die Antriebsquelle 17 ist dabei fest mit einem ersten Zahnriemenrad 18a des Zahnriementriebs 18 verbunden. Das zweite Zahnriemenrad 18b sitzt fest auf dem Kugelgewindetrieb 23.

[0032] Ebenso wirkt ein zweiter (rechts dargestellte) Riemtrieb 19 auf einen Kugelgewindetrieb 23, der

in ein Außengewinde des anderen der beiden, im Beispiel das rechte Stellglied 26 eingreift und dieses auch axial führt und vorantreibt. Das zweite dargestellte Übertragungsmittel umfasst bei diesem Ausführungsbeispiel auch die Umschaltmittel für einen gleich- und gegensinnigen Radeinschlag.

[0033] Wesentlich für das zweite Ausführungsbeispiel ist die Ausgestaltung der genannten Umschaltmittel, umfassend eine Kombination von Kugelumlaufgetrieben und Kupplungen. Die Rotationsbewegung aus der Antriebsquelle 17 wird dabei einen Zahnradgetriebe 20 mit zwei ineinandergreifenden und damit synchron gegenläufig laufenden (ersten und zweiten) Zahnrädern 20a und 20b weitergeleitet. In der dargestellten Ausgestaltung ist das erste Zahnrad 20a im Gleichlauf, das zweite Zahnrad 20b zugleich gegenläufig direkt mit der Antriebsquelle gekoppelt. Beide Zahnräder 20a und 20b leiten die jeweilig anliegende Rotation über zwei gegenläufig dreh- oder verschiebbare Übertragungswellen 29 und 30 zu je einer Kupplung 21 bzw. 22 als Durchschaltmittel weiter. Die Antriebsquelle 17 wirkt folglich je nach Schaltstellung der durchschaltbaren Kupplungen 21 und 22 entweder über ein erstes oder zweites Riemenrad 19a bzw. 19b auf ein drittes Riemenrad 19c des Riemtriebs 19 und damit auf den Kugelgewindetrieb 23 auf das zweite (rechte) Stellglied 26.

[0034] Die beiden Kupplungen sind folglich bevorzugt so zu gestalten, dass diese nur wechselseitig zu den vorgenannten Riemenrad 19a bzw. 19b durchschaltbar sein können und stets maximal nur eine Kupplung zugleich durchschaltbar ist. Um die Auswirkungen eines Durchschaltens beider Kupplungen zugleich zu reduzieren und den dadurch entstehenden Schaden zu begrenzen, wird vorgeschlagen, den Riemenantrieb 19 mit der Möglichkeit eines Schlupfes ohne ein formschlüssiges Ineinandergreifen von Übertragungskomponenten zu konzipieren und folglich nicht als Zahnriemenantrieb zu gestalten. Alternativ oder zusätzlich wird eine Ausgestaltung zumindest einer der beiden Kupplungen als drehmomentbegrenzte Rutschkupplung vorgeschlagen.

[0035] Bei der in **Fig. 3a** dargestellten Geradeausfahrt können die beiden durchschaltbaren Kupplungen 21 und 22 - wie dargestellt - geöffnet sein. Die bei der Fahrt an den Rädern auftretenden Kräfte werden auf das Lenkgetriebe übertragen, wobei die beiden Stellglieder 25 und 26 über eine Tellerfederkupplung 24 zur Übertragung von Druckkräften axial gekoppelt sind. In einer bevorzugten Ausführung sind die Kupplungen wie bei einer gleichsinnigen Lenkbewegung der Räder geschaltet.

[0036] Bei einer gleichsinnigen Lenkbewegung der Räder, wie in **Fig. 3b** dargestellt, ist die nur die Kupp-

lung 21 auf der gleichlaufenden Übertragungswelle 29 durchgeschaltet und die Kupplung 22 auf der gegenläufigen Übertragungswelle 30 geöffnet. Das Drehmoment des Antriebes wird über den Zahnriementrieb 18 und den Riementrieb 19 über die die Kugelgewindetriebe 23 auf das erste bzw. zweite Stellglied 25 bzw. 26 weitergegeben. Durch die vorliegende Schaltung der Kupplungen liegt an beiden Kugelgewindetrieben dieselbe Drehrichtung vor, und die Zahnstangen werden in dieselbe Richtung verschoben, was einen gleichsinnigen Radeinschlag zur Folge hat. Durch die bestehende mechanische Kopplung und auch über eine unterstützende axiale Kopplung durch das vorgenannte Tellerfederkopplung 24 werden die von den Rädern auf das Lenkgetriebe weitergeleiteten Druckkräfte gegenseitig abgestützt.

[0037] Um den gegensinnigen Radeinschlag zu ermöglichen, muss die Kupplung 22 auf der gegenläufigen Übertragungswelle 30 geschlossen und die Kupplung 21 auf der gleichläufigen Übertragungswelle 29 geöffnet werden (vgl. **Fig. 3c**). Durch das Zahnradgetriebe 20 wird die von der Antriebswelle 17 kommende Drehrichtung gegenüber einer in **Fig. 3b** dargestellten Schaltstellung für eine gleichsinnige Lenkbewegung der Räder umgekehrt. Der Zahnriementrieb 18 und der Riementrieb 19 übertragen somit die Antriebsleistung über entgegengesetzte Drehrichtungen, die dann jeweils über die Kugelgewindetriebe 23 auf die Stellglieder 25 und 26 weitergeleitet werden und jene in gegenläufiger Richtung axial verschieben und einen gegensinnigen Radeinschlag bewirken. Die Tellerfederkopplung 24 wird hierfür automatisch getrennt. Bei Rückdrehen der gegensinnig eingeschlagenen Räder in die Geradeausposition sorgen das eine oder die beiden Tellerfedererelemente in der Tellerfederkopplung 24 bei Annäherung der beiden Stellglieder 25 und 26 für einen kontinuierlichen Kraftanstieg und verhindern somit einen Kraftstoß bzw. das Auftreten eines Spalts.

[0038] **Fig. 4a** und **b** zeigen perspektivische Ansichten in partieller Explosionsdarstellung einer beispielhaften Umsetzung eines Lenksystems (jedoch ohne Spurhebel und Räder) mit einem Lenkgetriebe gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel eines Lenksystems nach **Fig. 3a** bis **Fig. c** mit einem Lenkgetriebe 1 ohne (vgl. **Fig. 4a**) bzw. mit Lenkgetriebegehäuse 32 (vgl. **Fig. 4b**). Die beiden Anknüpfungspunkte 16a und 16b an den Stellgliedern 25 und 26 für die Spurstangen 4 und 5 sind im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2a** bis **Fig. c** mittig, im Beispiel für das Lenksystem zusätzlich platzsparend und damit vorteilhaft beidseitig der Tellerkopplung 24 angeordnet.

[0039] Ein besonderer Vorteil des beschriebenen Lenkgetriebes und des Lenksystems liegt in der

Umsetzung einer Ansteuerung der von zwei Rädern mit einer Antriebsquelle über zwei Stellglieder. Dabei wird ein erstes Stellglied direkt angetrieben, während das andere Stellglied über Übertragungsmittel und Umschaltmittel in besonderer energiesparender Weise gleichlaufend oder gegenläufig mittelbar oder unmittelbar mit dem ersten Stellglied gekoppelt ist.

Bezugszeichenliste:

1	Lenkgetriebe
2	Umlenkhebel links
3	Umlenkhebel rechts
4	linke lenkgetriebe seitige Spurstange
5	rechte lenkgetriebe seitige Spurstange
6	linke radseitige Spurstange
7	rechte radseitige Spurstange
8	Gelenk
9	Rad (Rad links 9a, Rad rechts 9b)
10	Antriebsquelle für erstes Ausführungsbeispiel
11	Zahnriementrieb für erstes Ausführungsbeispiel (erstes Zahnriemenrad 11a, zweites Zahnriemenrad 11b)
12	Kugelgewindetrieb für erstes Ausführungsbeispiel
13	Schwenkbarer Hebel
14	Drehpunkt
15	Schwenkbare Führung
16	Anknüpfungspunkt (ersten Anknüpfungspunkt 16a, zweiten Anknüpfungspunkt 16b)
17	Antriebsquelle für zweites Ausführungsbeispiel
18	Zahnriementrieb für zweites Ausführungsbeispiel (erstes und zweites Zahnriemenrad 18a bzw. 18b)
19	Riementrieb für zweites Ausführungsbeispiel (erstes, zweites und drittes Riemenrad 19a, 19b bzw. 19c)
20	Zahnradgetriebe (erstes und zweites Zahnrad 20a bzw. 20b)
21	Kupplung auf der gleichlaufenden Übertragungswelle 29
22	Kupplung auf der gegenläufigen Übertragungswelle 30
23	Kugelgewindetrieb
24	Tellerfederkopplung

- 25 Erstes Stellglied
- 26 Zweites Stellglied
- 27 Ankopplungsbereich des ersten Stellglieds (erstes Ausführungsbeispiel)
- 28 Ankopplungsbereich des zweiten Stellglieds (erstes Ausführungsbeispiel)
- 29 gleichlaufende Übertragungswelle
- 30 gegenläufige Übertragungswelle
- 31 Spurhebel (links 31a und rechts 31b für die Räder 9a und 9b)
- 32 Lenkgetriebegehäuse

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

- DE 102016006088 A1 [0005]
- DE 102017106671 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Lenkgetriebe (1) eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder (9) über zumindest zwei Spurstangen, umfassend

- a) eine Antriebsquelle (10, 17),
- b) ein erstes Übertragungsmittel (11, 12, 18, 23) von der Antriebsquelle auf ein erstes Stellglied (25) mit einem ersten Anknüpfungspunkt (16a) für eine der beiden Spurstangen (4) sowie
- c) ein zweites Übertragungsmittel (13-15, 19-23) von der Antriebsquelle entweder über das erste Stellglied (25) oder direkt auf ein zweites Stellglied (26) mit einem zweiten Anknüpfungspunkt (16b) für die andere der beiden Spurstangen (4), wobei
- d) das zweite Übertragungsmittel zumindest ein Zwischenelement aufweist und
- e) das Zwischenelement Umschaltmittel (13-15, 21, 22, 24) mit zumindest zwei Schaltstellungen für eine Gleich- bzw. eine Gegenlaufbeweglichkeit des zweiten Stellglieds (26) relativ zum ersten Stellglied (25) aufweist.

2. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsquelle (10, 17) einen Motor mit einer rotierenden Antriebswelle umfasst oder durch jenen gebildet wird.

3. Lenkgetriebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Stellglied (25 bzw. 26) jeweils ein Linearstellglied mit einer linear geführten Beweglichkeit ist.

4. Lenkgetriebe nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltmittel (13-15, 21, 22, 24) zwischen dem ersten (25) und dem zweiten Stellglied (26) wirkend angeordnet ist.

5. Lenkgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass, das Umschaltmittel (13-15) einen um einen Drehpunkt (14) schwenkbaren Hebel (13) umfasst, an den beide Stellglieder (25, 26) jeweils über Ankopplungsbereiche (27, 28) abseits des Drehpunkts schwenkbar angebunden sind, wobei der Ankopplungsbereich (27) des ersten Stellglieds (25) auf dem Hebel stets einseitig zum Drehpunkt (14) angeordnet und der Ankopplungsbereich (28) des zweiten Stellglieds (26) auf dem Hebel zwischen zwei Positionen auf der einen bzw. der anderen Seite des Drehpunkts (14) hin- und herschaltbar ist.

6. Lenkgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltmittel (13-15, 21, 22, 24) zwischen der Antriebsquelle (10, 17) und dem zweiten Stellglied (26) wirkend angeordnet ist.

7. Lenkgetriebe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umschaltmittel (21, 22, 24) abseits dem ersten Stellglied (25) wirkend angeordnet sind.

8. Lenkgetriebe nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Übertragungsmittel (18, 23) ausgehend von der Antriebsquelle (17) zwei gegenläufig dreh- oder verschiebbare Übertragungswellen (29, 30) und die Umschaltmittel (21, 22, 24) Durchschaltmittel (21, 22) für eine wechselseitige Hin- und Herschaltung jeweils nur einer der Übertragungswellen (29, 30) zum zweiten Stellglied (26) hin gerichtet aufweisen.

9. Lenkgetriebe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Übertragungswellen (29, 30) mittels einer Zahnradübertragung gegenläufig drehbar gestaltet sind und je nach Schaltstellung nur die eine oder die andere der beiden Übertragungswellen mittels Zahnräder in eine weitere Zahnradübertragung eingebunden ist.

10. Lenkgetriebe nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Übertragungsmittel (11-15, 18-23) mindestens ein Kugelgewindetrieb (12, 23) umfassen, das in mindestens eine Gewindestange (25, 26) als Stellglied eingreift.

11. Lenksystem eines Fahrzeugs für zwei lenkbare Räder (9), umfassend ein Lenkgetriebe (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, mindestens zwei Spurstangen (4-7) und zwei Spurbel (31).

12. Lenksystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Lenkgetriebe (1) und den Rädern (9) jeweils zwei Spurstangen (4 und 6 bzw. 5 und 7) seriell angeordnet und über jeweils einen Umlenkhebel (2, 3) miteinander gekoppelt sind.

13. Lenksystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkhebel (2, 3) eine verstellbare Hebelübersetzung aufweisen.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Fig.1c

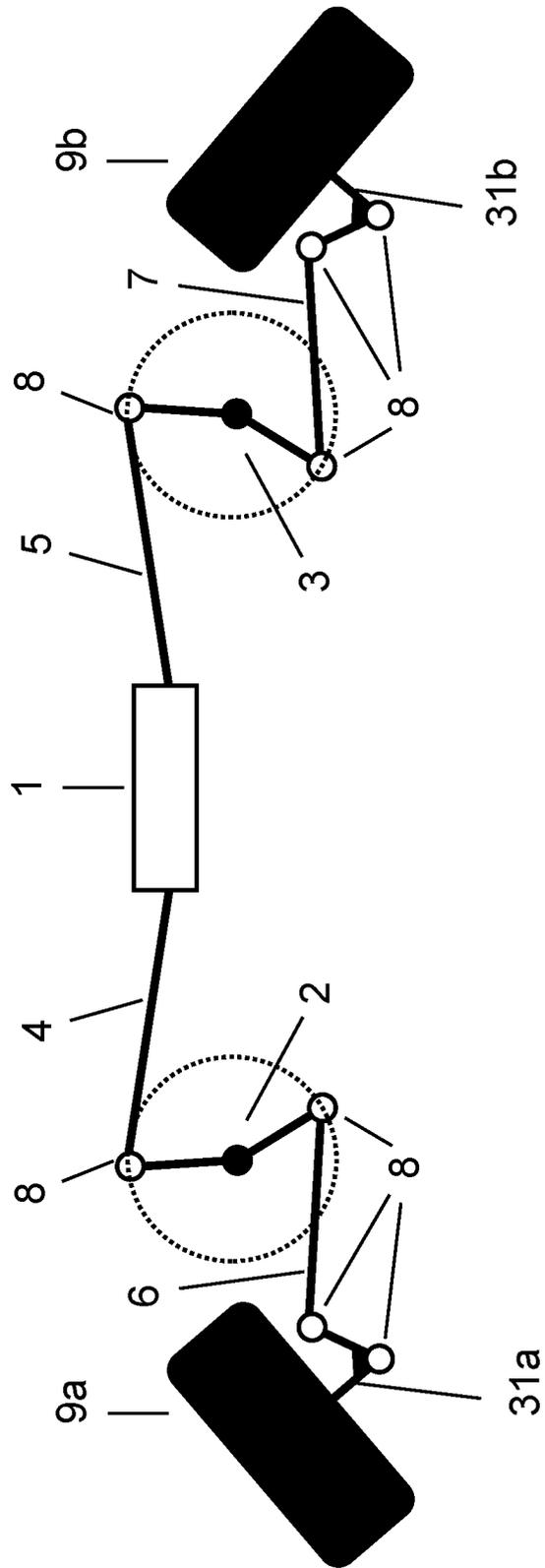


Fig.2a

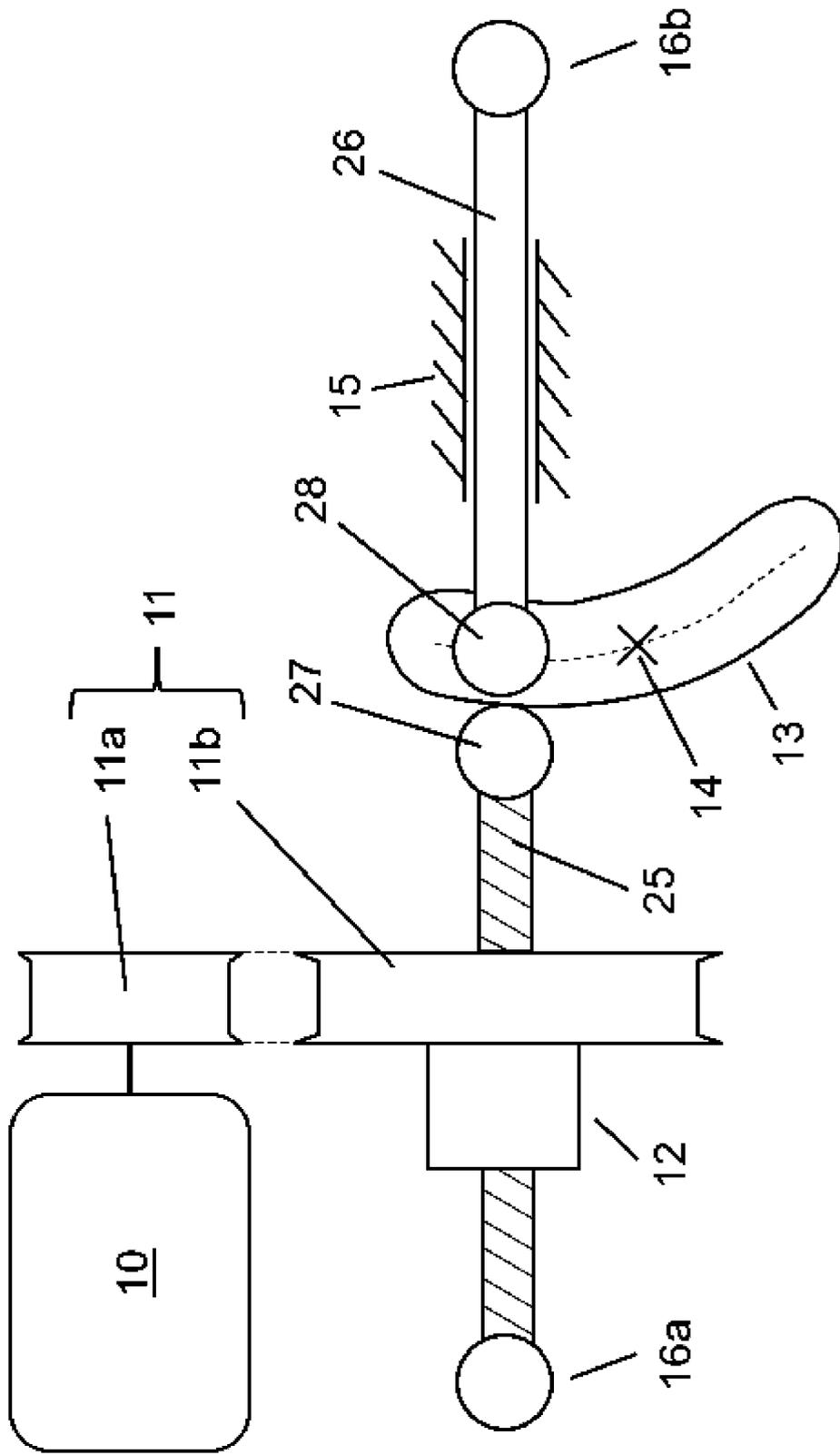


Fig.2b

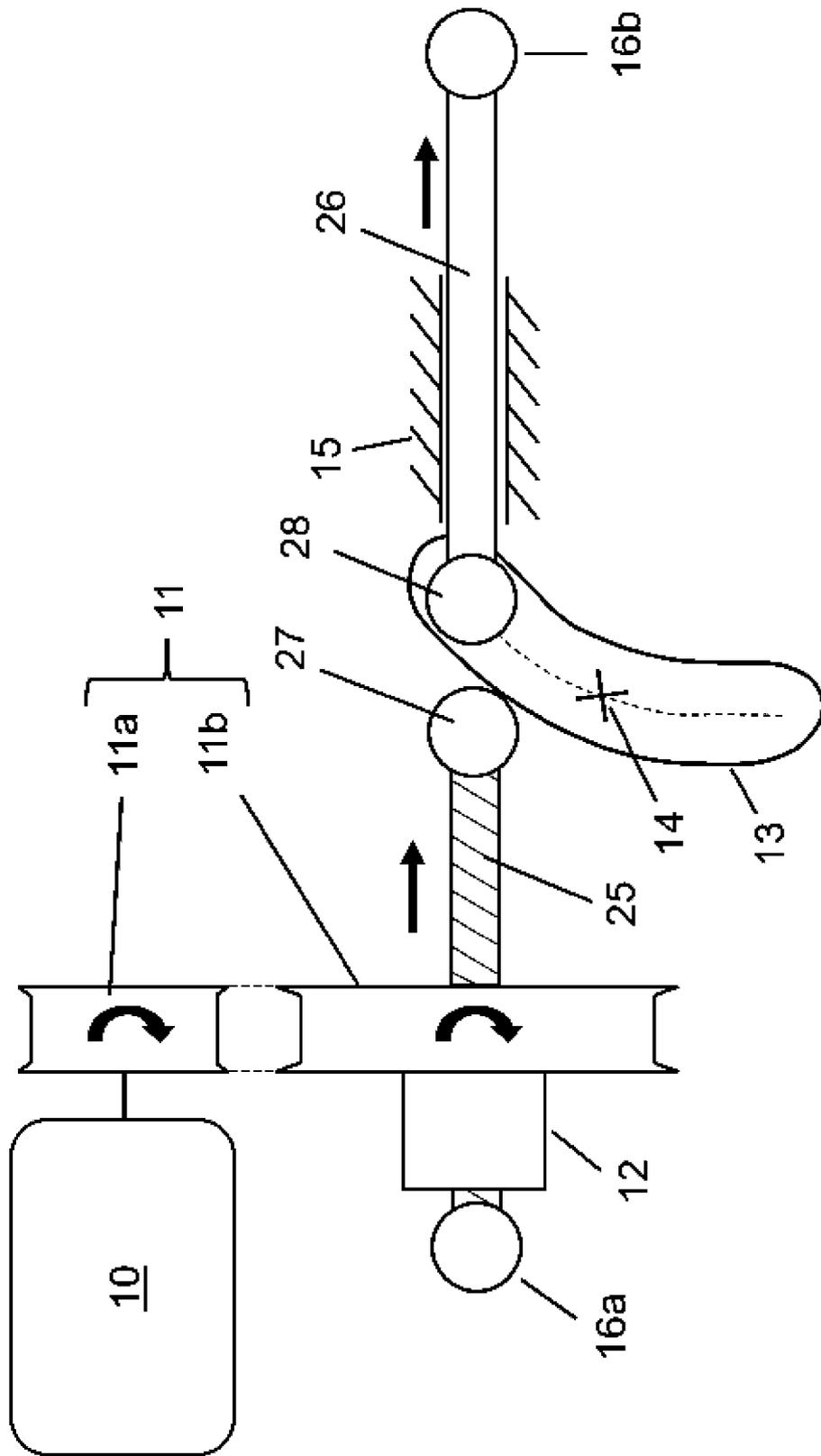
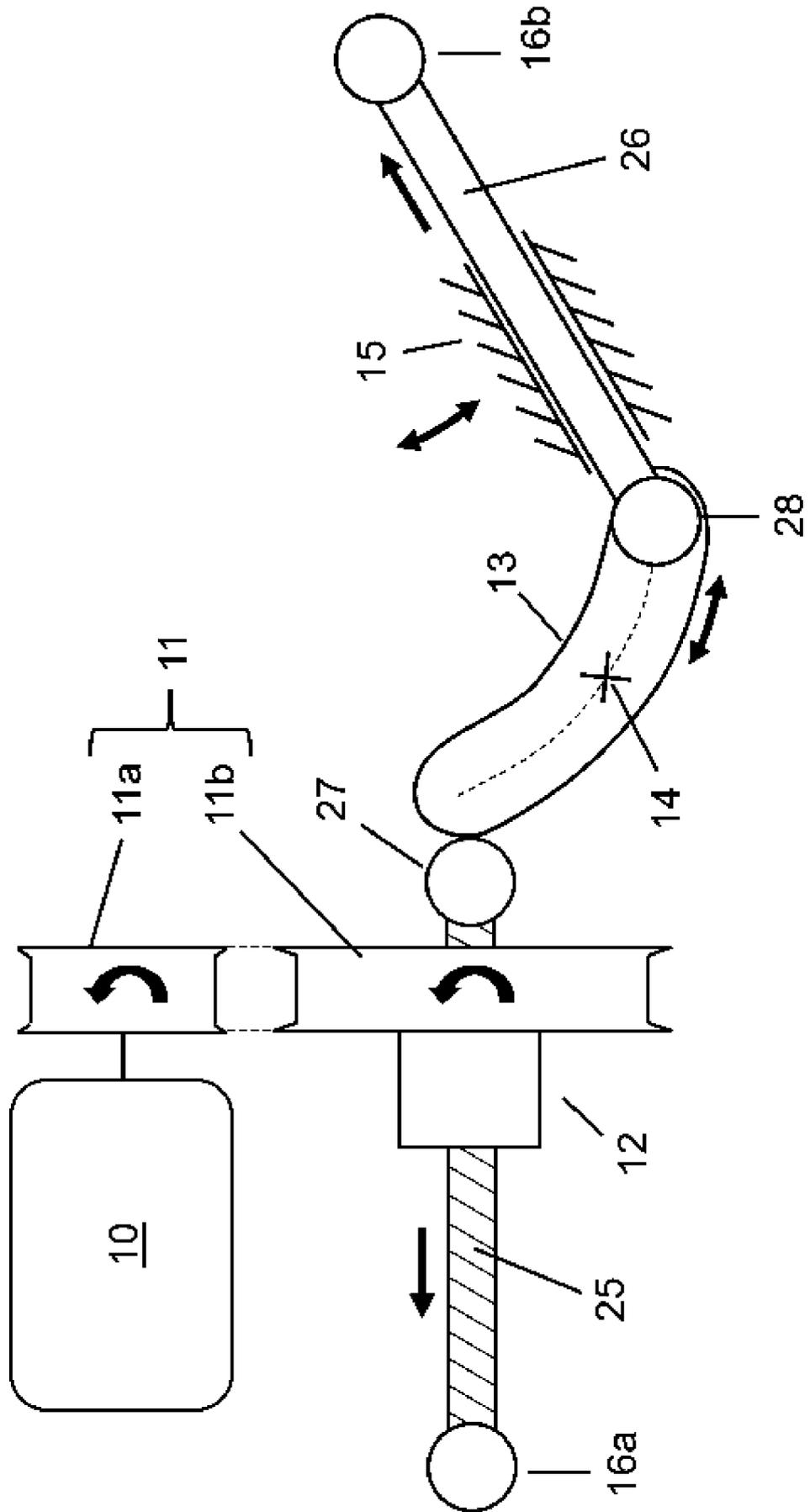


Fig.2c



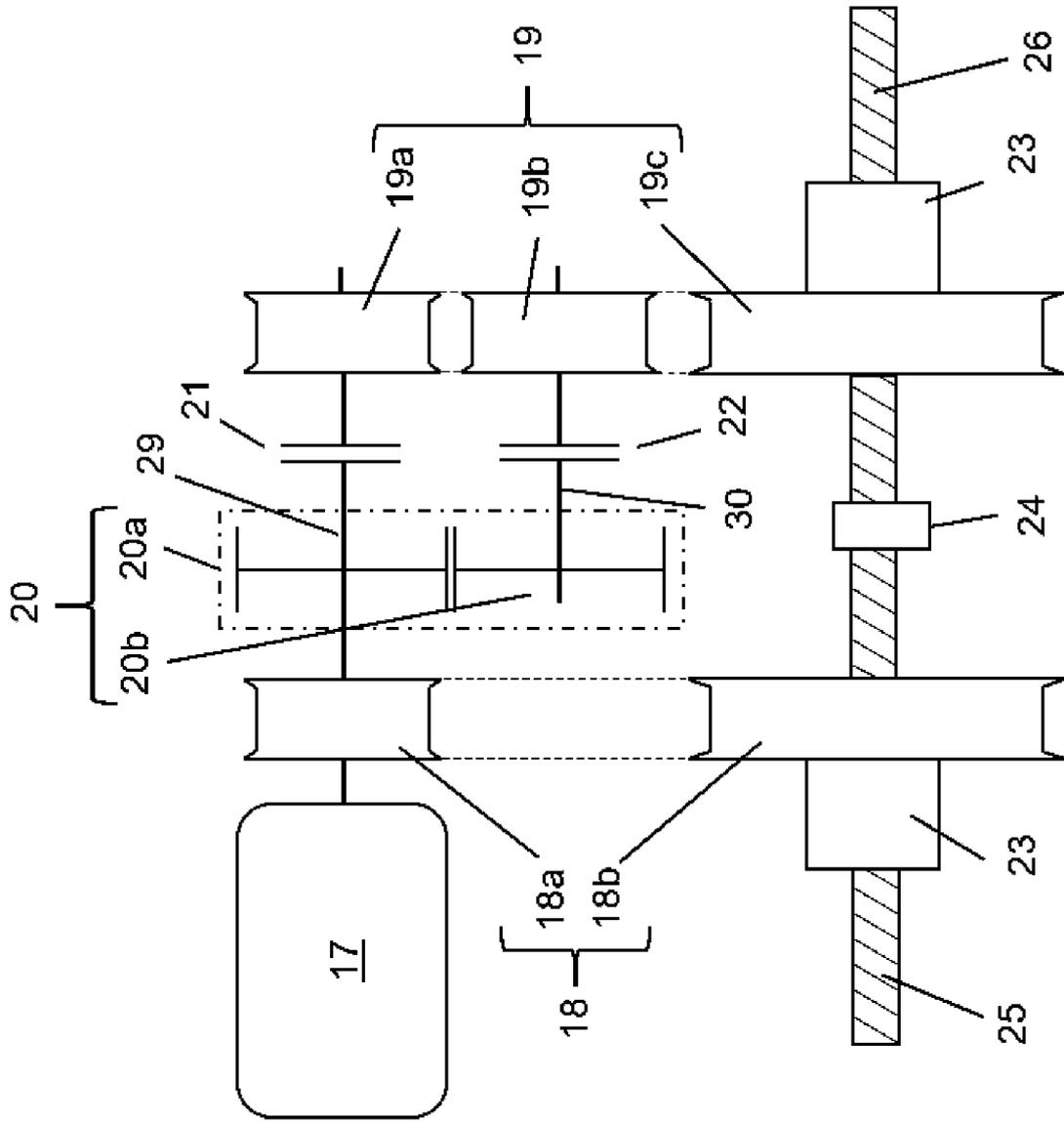


Fig.3a

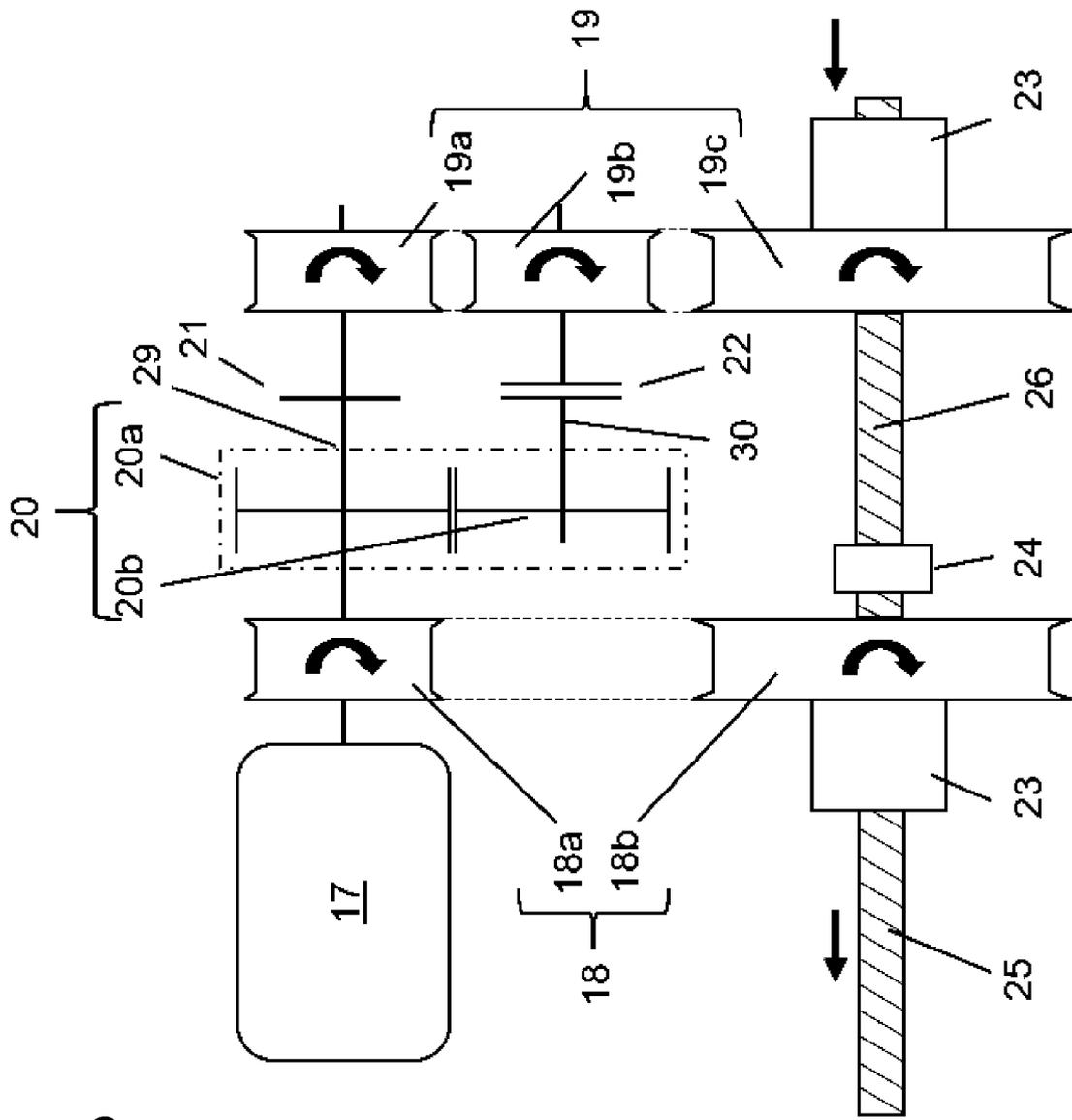


Fig.3b

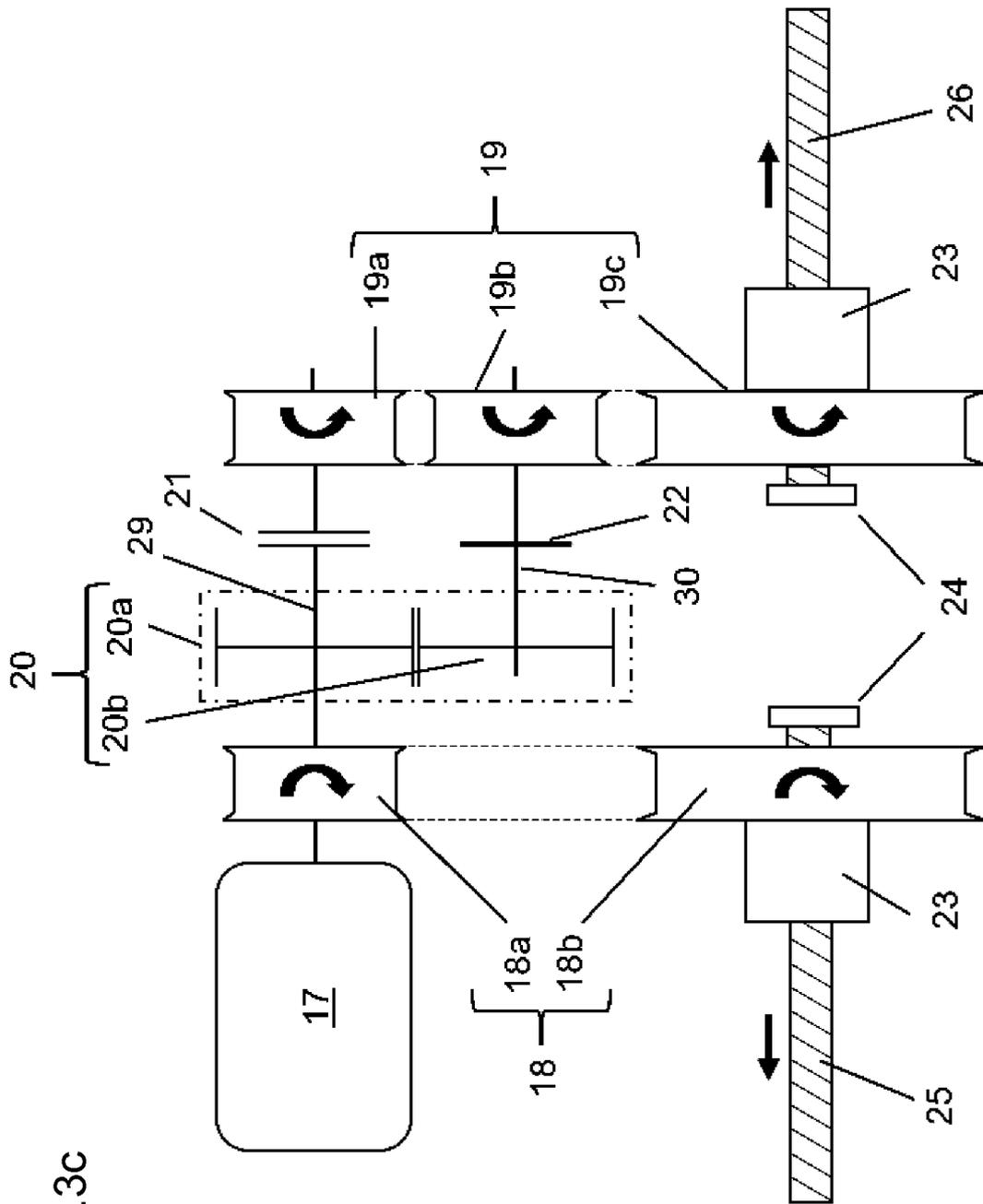


Fig.3c

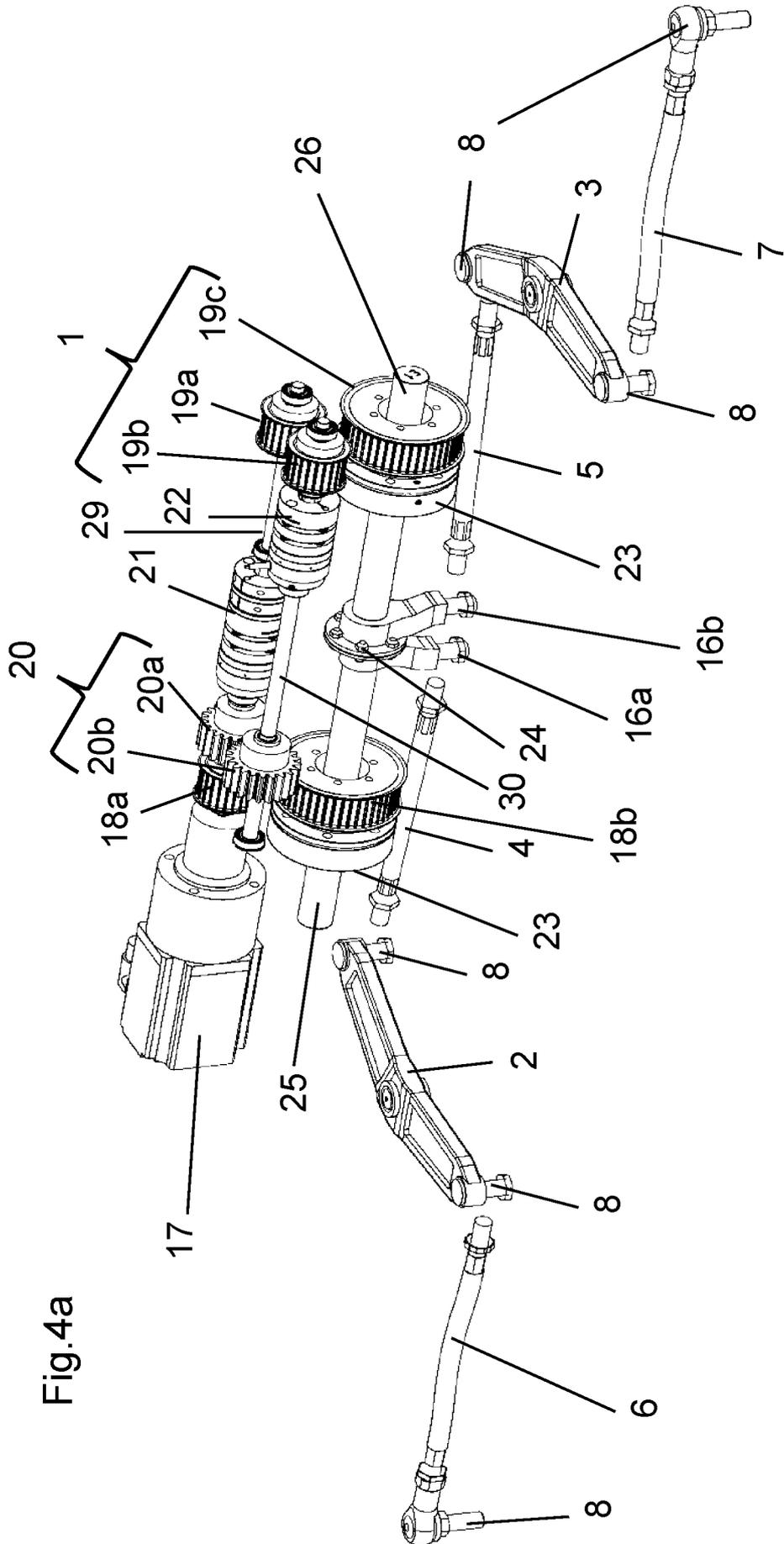


Fig.4a

Fig.4b

