



(10) **DE 10 2018 217 093 A1** 2020.04.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 217 093.2**

(22) Anmeldetag: **05.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **09.04.2020**

(51) Int Cl.: **B62M 6/55 (2010.01)**

B62M 11/14 (2006.01)

(71) Anmelder:
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:
**Kaltenbach, Johannes, Dr., 88048
Friedrichshafen, DE; Griesmeier, Uwe, 88677
Markdorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

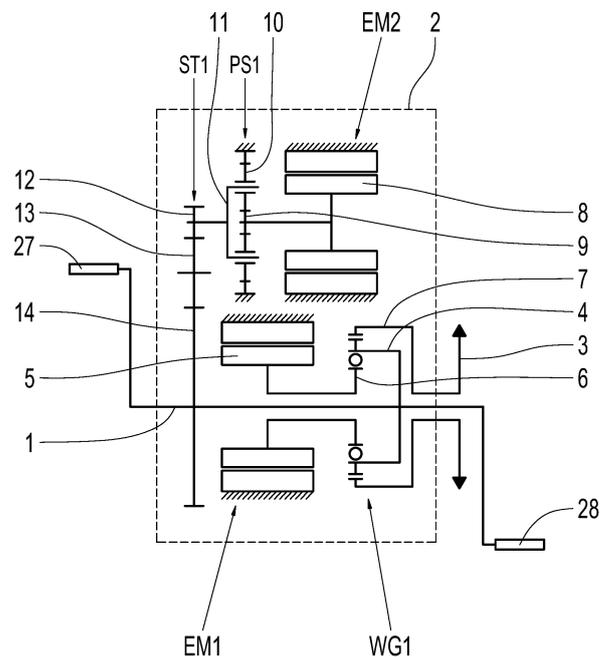
DE	10 2015 100 676	B3
US	9 254 890	B2
WO	2016 / 034 574	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Antriebsanordnung für ein Pedelec**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Antriebsanordnung (30) eines Pedelecs (31) mit einer manuellen Antriebswelle (1) und mit einer ersten elektrischen Maschine (EM 1) sowie mit einer zweiten elektrischen Maschine (EM 2) vorgeschlagen, wobei die erste elektrische Maschine (EM 1) koaxial zur manuellen Antriebswelle (1) angeordnet ist, wobei die zweite elektrische Maschine (EM 2) achsparallel zur manuellen Antriebswelle (1) angeordnet ist, wobei die manuelle Antriebswelle (1) und die erste elektrische Maschine (EM 1) über ein erstes Wellgetriebe (WG 1) mit einem Abtrieb (3) gekoppelt sind, und wobei die zweite elektrische Maschine (EM 2) über ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe mit konstanter Übersetzung mit der manuellen Antriebswelle (1) gekoppelt ist. Ferner wird ein Pedelec (31) mit der Antriebsanordnung (30) vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung für ein Pedelec mit einer manuellen Antriebswelle und mit mehreren elektrischen Maschinen zum Realisieren einer Unterstützungsfunktion. Ferner betrifft die Erfindung ein Pedelec mit der Antriebsanordnung.

[0002] Beispielsweise aus der Druckschrift DE 10 2015 100 676 B3 ist eine Antriebsbaugruppe für ein manuell angetriebenes Fahrzeug mit einem elektrischen Hilfsantrieb bekannt. Die Antriebsbaugruppe umfasst eine manuelle Antriebswelle als Tretkurbelwelle. Die manuelle Antriebswelle und der elektrische Hilfsantrieb sind über ein Wellgetriebe mit dem Abtrieb des Fahrzeuges gekoppelt. Mit dem elektrischen Hilfsantrieb kann die Trittfrequenz variiert werden. Aufgrund des Überlagerungsprinzips ist es jedoch nicht möglich, eine variable Drehmomentunterstützung zu realisieren. Demzufolge ist eine zusätzliche mechanische Schaltung unbedingt erforderlich.

[0003] Darüber hinaus sind aus den Druckschriften US 9 254 890 B2 und WO 2016/034574 A1 Antriebsanordnungen eines Pedelecs mit einer manuellen Antriebswelle sowie zwei elektrischen Antrieben bekannt. Die manuelle Antriebswelle und die elektrischen Antriebe sind über einen Planetenradsatz mit einem Abtrieb des Pedelecs gekoppelt. Somit kann die Trittfrequenz über den ersten Antrieb variiert werden und die Drehmomentunterstützung kann über den zweiten elektrischen Antrieb realisiert werden. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass der Planetenradsatz für die Überlagerungsfunktion einen erheblichen Bauraum zum Realisieren der ausreichend großen Übersetzung beansprucht. Erschwerend kommt hinzu, dass das Sonnenrad des Planetenradsatzes einen Mindestdurchmesser aufweist, um den axialen Durchgang der Trekkurbelwelle bzw. der manuellen Antriebswelle zu gewährleisten. Zur Abstützung des bauraumintensiven Planetenradsatzes ist zudem ein entsprechend groß dimensionierter elektrischer Antrieb notwendig, um das benötigte Abstützmoment für die Trittkraft des Fahrers und gegebenenfalls auch noch für ein Unterstützungsmoment aufbringen zu können.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antriebsanordnung der eingangs beschriebenen Gattung sowie ein Pedelec mit der Antriebsanordnung vorzusehen, die besonders kompakt aufgebaut und einen möglichst geringen Bauraumbedarf aufweisen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 14 gelöst, wobei sich vorteilhafte und beanspruchte Weiterbil-

dungen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung sowie den Zeichnungen ergeben.

[0006] Demzufolge wird eine Antriebsanordnung für ein Pedelec oder dergleichen Fahrzeuges mit einer manuellen Antriebswelle und mit einer ersten elektrischen Maschine sowie mit einer zweiten elektrischen Maschine vorgeschlagen, wobei die erste elektrische Maschine koaxial zur manuellen Antriebswelle angeordnet ist, wobei die zweite elektrische Maschine achsparallel zur manuellen Antriebswelle angeordnet ist, wobei die manuelle Antriebswelle und die erste elektrische Maschine über ein erstes Wellgetriebe mit einem Abtrieb des Fahrzeuges gekoppelt sind, und wobei die zweite elektrische Maschine über ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe mit konstanter Übersetzung mit der manuellen Antriebswelle gekoppelt ist.

[0007] Mit der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung wird durch die Verwendung eines Wellgetriebes eine besonders kompakte Bauweise realisiert, so dass das notwendige Abstützmoment an der manuellen Antriebswelle auch durch eine kompaktbauende elektrische Maschine aufgebracht werden kann. Dadurch, dass die zweite elektrische Maschine über ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe mit konstanter Übersetzung an der manuellen Antriebswelle angebunden ist, wird zudem eine variable Drehmomentunterstützung für den Fahrer ermöglicht. So kann auf eine zusätzliche mechanische Schaltung verzichtet werden. Beispielsweise bei Geschwindigkeiten oberhalb einer vorbestimmten Unterstützungsgeschwindigkeit von zum Beispiel 25 Km/h kann mit der zweiten elektrischen Maschine Energie für zum Beispiel die erste elektrische Maschine generiert werden, so dass insgesamt ein batterieneutraler Fahrbetrieb ohne elektrische Unterstützung aus einem Energiespeicher ermöglicht wird.

[0008] Das Wellgetriebe, welches auch als Spannungswellengetriebe oder Gleitkeilgetriebe bezeichnet wird, weist üblicherweise einen Wellengenerator, eine Innenbuchse und eine Außenbuchse auf. Die Außenbuchse weist eine Innenverzahnung und die Innenbuchse weist eine Außenverzahnung auf, die über z.B. zwei Umfangsabschnitte miteinander in Eingriff stehen. Der Querschnitt der Außenbuchse ist kreisförmig. Die Innenbuchse ist verformbar ausgebildet. Durch den Wellengenerator, der eine längsgestreckte oder elliptische Form aufweisen kann, wird die Innenbuchse mit ihrer Außenverzahnung über z.B. zwei Umfangsabschnitte in die Innenverzahnung der Außenbuchse gedrückt. Die Zahnzahl der Außenverzahnung der Innenbuchse und der Innenverzahnung der Außenbuchse sind unterschiedlich. Wenn beispielsweise die Außenbuchse als Abtriebs-element verwendet wird, kann sowohl über die Innenbuchse als auch an dem Wellengenerator antriebsseitig Leistung in das Wellgetriebe eingebracht wer-

den. Auf diese Weise wird eine Überlagerungsfunktion durch das Wellgetriebe realisiert.

[0009] Die Anbindung des ersten Wellgetriebes kann dadurch realisiert werden, dass eine Tretkurbelwelle als manuelle Antriebswelle des Pedelecs mit einer verformbaren Innenbuchse des Wellgetriebes verbunden ist. Ein Rotor der elektrischen Maschine kann mit einem Wellengenerator des Getriebes verbunden sein, während eine Außenbuchse des Wellgetriebes mit einem Ketten- oder Riemenrad als Abtrieb des Pedelecs verbunden sein kann. Durch das Wellgetriebe mit hoher Übersetzung kann die erste elektrische Maschine die Tretkraft des Fahrers gegebenenfalls mit zusätzlichem Unterstützungsmoment der zweiten elektrischen Maschine ausreichend abstützen. Zudem wird durch das Wellgetriebe eine bauraumsparende Bauweise realisiert. Durch die hohe Übersetzung des Wellgetriebes muss nur ein geringes Moment am Wellengenerator zur Verfügung stehen, sodass die erste elektrische Maschine entsprechend gering dimensioniert sein muss.

[0010] Im Rahmen einer ersten Ausführungsvariante der vorgeschlagenen Antriebsanordnung kann vorgesehen sein, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein erster Planetenradsatz als erste Stufe und eine erste Stirnradstufe als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind. Demzufolge besteht die konstante Vorübersetzung aus einem Planetenradsatz und einer Stirnradstufe. Hierbei kann der Antrieb des Planetenradsatzes durch das Sonnenrad erfolgen. Der Abtrieb des Planetenradsatzes kann durch den Planetenradträger gebildet werden, und das Hohlrad des Planetenradsatzes kann gehäusefest ausgeführt werden. Hierdurch wird möglichst hohe Übersetzung für die zweite elektrische Maschine realisiert. Bei der Stirnradstufe kann zwischen den Stirnrädern zumindest ein zusätzliches Zwischenrad oder eine Kette vorgesehen werden. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Durchmesser der Stirnräder geringer gewählt werden können, sodass möglichst geringe Abmessungen des Gehäuses für die erfindungsgemäße Antriebsanordnung notwendig sind. Die Stirnräder der Stirnradstufe sind dadurch im Durchmesser kleiner als der vorgegebene Durchmesser von der ersten elektrischen Maschine und dem Wellgetriebe.

[0011] Dadurch, dass die zweite elektrische Maschine mit dem Planetenradsatz achsparallel zur Tretkurbelwelle angeordnet ist, ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad. Ein besonderer Vorteil ergibt sich dadurch, dass das Sonnenrad einen kleinen Durchmesser aufweisen kann, da die Tretkurbelwelle nicht durch dieses hindurch geführt werden muss. So kann eine große Standübersetzung von zum Beispiel minus 5 oder dergleichen realisiert werden.

[0012] Im Rahmen einer möglichen Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der an die zweite elektrische Maschine angebundene Planetenradsatz mit einem Stufenplaneten ausgeführt ist. Durch die Verwendung eines Stufenplaneten kann eine größere Übersetzung mit dem Planetenradsatz für die zweite elektrische Maschine dargestellt werden, ohne dass die Abmessungen des Planetenradsatzes vergrößert werden.

[0013] Eine nächste mögliche Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann vorsehen, dass anstelle eines Planetenradsatzes zwei axial hintereinandergeschaltete Planetenradsätze verwendet werden. Auf diese Weise kann eine größere Vorübersetzung für die zweite elektrische Maschine dargestellt werden. Die Verschaltung des zweiten Planetenradsatzes kann analog zu der Verschaltung des ersten Planetenradsatzes erfolgen. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass der Durchmesser von beiden Planetenradsätzen entsprechend kleiner gewählt werden kann, da keine so hohe Standübersetzung erforderlich ist. Der Durchmesser der elektrischen Maschine kann ebenfalls kleiner ausgeführt werden, da die zweite elektrische Maschine ein geringeres Drehmoment benötigt.

[0014] Eine nächste Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung kann vorsehen, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein zweites Wellgetriebe als erste Stufe und die erste Stirnradstufe als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind. Das Wellgetriebe kann koaxial zu einer feststehenden Achse angeordnet werden, sodass eine achsparallele Anordnung bezogen auf die Tretkurbelwelle realisiert wird. Das zweite Wellgetriebe wird über die Stirnradstufe an die Tretkurbelwelle angebunden. Hierbei ergibt sich eine besonders kostengünstige Lösung, weil die Bauteile bezüglich des ersten Wellgetriebes einschließlich der elektrischen Maschine weitgehend wiederverwendet werden können, um die zweite elektrische Maschine und das zweite Wellgetriebe zu realisieren.

[0015] Im Rahmen einer weiteren möglichen Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung kann vorgesehen sein, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine zweite Stirnradstufe als erste Stufe und eine erste Stirnradstufe als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen werden. Somit wird ein mehrstufiges Stirnradgetriebe als konstante Vorübersetzung für die zweite elektrische Maschine eingesetzt. Hierbei ergibt sich der Vorteil der besonders konstruktiv einfachen Ausführung als mehrstufiges Stirnradübersetzungsgetriebe. Zudem ergibt sich eine gegenüber Planetengetriebe besonders einfache Schmierölführung.

[0016] Schließlich kann als nächste Ausführungsvariante der vorgeschlagenen Antriebsanordnung als

mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine dritte Stirnradstufe als erste Stufe, eine zweite Stirnradstufe als zweite Stufe sowie eine erste Stirnradstufe als dritte Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sein. Dadurch wird ein dreistufiges Stirnradgetriebe als konstante Vorübersetzung für die zweite elektrische Maschine eingesetzt. Mit den drei hintereinandergeschalteten Stirnradstufen lässt sich eine gewünschte Gesamtübersetzung für die zweite elektrische Maschine zur Tretkurbelwelle von beispielsweise $i=40$ oder dergleichen ohne weiteres realisieren, indem beispielsweise jede einzelne Stirnradstufe eine Übersetzung von z.B. $i=3,42$ aufweist. Bei der Verwendung eines Zwischenrad ergibt sich kein Einfluss auf die entsprechende Stirnradstufe. Insgesamt ergeben sich ein besonders konstruktiv einfacher Aufbau und eine besonders einfache Schmierölversorgung.

[0017] Ein weiterer nebengeordneter Aspekt der Erfindung beruht darauf, ein Pedelec mit der vorbeschriebenen Antriebsanordnung vorzusehen, wodurch sich die bereits beschriebenen und weitere Vorteile ergeben.

[0018] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand der Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Antriebsanordnung mit einem Planetenradsatz und einer Stirnradstufe als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe;

Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Variante bei dem ersten Ausführungsbeispiel mit einer Kette bei der Stirnradstufe;

Fig. 3 eine schematische Ansicht einer weiteren Variante bei dem ersten Ausführungsbeispiel mit einem Stufenplaneten bei dem Planetenradsatz;

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer nächsten Variante bei dem ersten Ausführungsbeispiel mit zwei hintereinandergeschalteten Planetenradsätzen als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes;

Fig. 5 eine schematische Ansicht einer weiteren Variante gemäß **Fig. 4** ohne Zwischenrad bei der Stirnradstufe als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes;

Fig. 6 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Antriebsanordnung mit einem zweiten Wellgetriebe und einer Stirnradstufe als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe;

Fig. 7 eine schematische Ansicht einer Variante bei dem zweiten Ausführungsbeispiel mit einem Zwischenrad bei der Stirnradstufe;

Fig. 8 eine schematische Ansicht einer weiteren Variante bei dem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer Kette bei der Stirnradstufe;

Fig. 9 eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Antriebsanordnung mit einer ersten Stirnradstufe und einer zweiten Stirnradstufe als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe;

Fig. 10 eine schematische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels der Antriebsanordnung mit drei Stirnradstufen als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe; und

Fig. 11 eine schematische Ansicht eines Pedelecs mit der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung.

[0019] In den **Fig. 1** bis **Fig. 10** sind verschiedene Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Antriebsanordnung (**30**) eines Pedelecs (**31**) oder dergleichen Fahrzeuges und deren Varianten lediglich beispielhaft dargestellt. Ferner wird in **Fig. 11** ein Pedelec **31** mit der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung **30** schematisch gezeigt.

[0020] Die Antriebsanordnung **30** umfasst eine manuelle Antriebswelle **1** als Trekkurbelwelle und eine erste elektrische Maschine **EM 1** sowie eine zweite elektrische Maschine **EM 2**, welche in einem gemeinsamen Gehäuse **2** angeordnet sind. Sowohl die erste elektrische Maschine **EM 1** als auch die zweite elektrische Maschine **EM 2** können als Generator und auch als Motor betrieben werden.

[0021] Die erste elektrische Maschine **EM 1** ist koaxial zu der manuellen Antriebswelle **1** angeordnet, wobei die zweite elektrische Maschine **EM 2** achsparallel zur manuellen Antriebswelle **1** angeordnet ist. An den Enden der Trekkurbelwelle **1** ist ein linkes Pedal **27** und ein rechtes Pedal **28** vorgesehen.

[0022] Die erste elektrische Maschine **EM 1** und die manuelle Antriebswelle **1** sind über ein erstes Wellgetriebe **WG 1** mit einem Abtrieb **3** des Pedelecs **31**, zum Beispiel als Kettenrad oder Riemenrad zum Antrieb eines Hinterrades gekoppelt, wobei auch ein Nabenabtrieb vorgesehen sein kann. Die zweite elektrische Maschine **EM 2** ist über ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe mit konstanter Übersetzung mit der manuellen Antriebswelle **1** gekoppelt.

[0023] Unabhängig von den jeweiligen Ausführungsbeispielen und deren Varianten ist vorgesehen, dass die Trekkurbelwelle als manuelle Antriebswelle **1** axial durch das Gehäuse **2** verläuft und mit einer verformbaren Innenbuchse **4** des ersten Wellgetriebes **WG 1** verbunden ist, wobei die Innenbuchse **4** eine Außenverzahnung aufweist. Ferner ist ein Rotor **5** der ersten elektrischen Maschine **EM 1** mit einem Wellengenerator **6** des ersten Wellgetriebes **WG 1** verbunden

wobei der Wellengenerator **6** ein Kugellager aufweist. Eine Außenbuchse **7** des ersten Wellgetriebes **WG 1** ist mit dem Abtrieb **3** des Pedelecs **31** verbunden.

[0024] Gemäß **Fig. 1** ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Antriebsanordnung **30** gezeigt, bei der als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein erster Planetenradsatz **PS 1** als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes und eine erste Stirnradstufe **ST 1** als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind. Hierbei ist ein Rotor **8** der zweiten elektrischen Maschine **EM 2** mit einem Sonnenrad **9** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** verbunden. Ein Hohlradsatz **10** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** ist gehäusefest gehalten, indem es mit dem Gehäuse **2** verbunden ist. Ein Planetenradträger **11** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** ist mit einem ersten Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe **ST 1** verbunden, wobei das erste Stirnrad **12** direkt oder, wie in **Fig. 1** gezeigt, über ein Zwischenrad **13** mit einem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** gekoppelt ist. Das zweite Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** ist drehfest mit der manuellen Antriebswelle **1** bzw. der Tretkurbelwelle verbunden.

[0025] **Fig. 2** zeigt eine Variante des ersten Ausführungsbeispiels, bei der anstelle des Zwischenrades **13** zwischen dem ersten Stirnrad **12** und dem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** eine Kette **15** vorgesehen ist. Durch die Verwendung eines Zwischenrades **13** oder einer Kette **15** ergeben sich gegenüber eines direkten Eingriffes Vorteile hinsichtlich der äußeren notwendigen Abmessungen, da die notwendigen Durchmesser bei der indirekten Koppelung geringer ausgeführt werden können.

[0026] In **Fig. 3** ist eine weitere Variante des ersten Ausführungsbeispiels gezeigt, bei der der erste Planetenradsatz **PS 1** als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes mit einem Stufenplaneten **29** ausgeführt ist.

[0027] **Fig. 4** zeigt eine weitere Variante des ersten Ausführungsbeispiels, bei der anstelle eines Planetenradsatzes **2** hintereinander geschaltete Planetenradsätze **PS 1** und **PS 2** vorgesehen sind. Demzufolge wird als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes der erste Planetenradsatz **PS 1** und der zweite Planetenradsatz **PS 2** sowie als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes die Stirnradstufe **ST 1** vorgesehen. Hierbei ist vorgesehen, dass der Rotor **8** der zweiten elektrischen Maschine **EM 2** mit dem Sonnenrad **9** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** verbunden ist, wobei das Hohlradsatz **10** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** gehäusefest ist und wobei der Planetenradträger **11** des ersten Planetenradsatzes **PS 1** mit einem Sonnenrad **22** des zweiten Planetenradsatzes **PS 2** verbunden ist. Ein Hohlradsatz **16** des zweiten Planetenradsatzes **PS 2** ist gehäusefest, während ein Planetenradträger **17** des zweiten Planetenradsatzes **PS 2** mit dem ersten Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe

ST 1 verbunden ist, wobei das erste Stirnrad **12** direkt, wie in **Fig. 5** gezeigt, oder, wie in **Fig. 4**, indirekt über das Zwischenrad **13** mit dem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** gekoppelt ist. Das zweite Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** ist drehfest mit der manuellen Antriebswelle **1** verbunden.

[0028] In **Fig. 6** ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung **30** gezeigt, bei der als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein zweites Wellgetriebe **WG 2** als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes und die erste Stirnradstufe **ST 1** als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind. Hierzu ist der Rotor **8** der zweiten elektrischen Maschine **EM 2** mit einem Wellengenerator **18** des zweiten Wellgetriebes **WG 2** verbunden. Eine verformbare Innenbuchse **19** des zweiten Wellgetriebes **WG 2** ist mit einer drehfesten Achse **20** verbunden, während eine Außenbuchse **21** des zweiten Wellgetriebes **WG 2** mit dem ersten Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe **ST 1** verbunden ist. Das erste Stirnrad **12** ist in **Fig. 6** direkt mit dem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** gekoppelt, wobei das zweite Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** drehfest mit der Tretkurbelwelle bzw. der manuellen Antriebswelle **1** verbunden ist. In **Fig. 7** erfolgt eine indirekte Koppelung des ersten Stirnrades **12** und des zweiten Stirnrades **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** über das Zwischenrad **13**. In **Fig. 8** ist ebenfalls eine indirekte Koppelung dargestellt, wobei als Koppelungsglied die Kette **15** vorgesehen ist.

[0029] In **Fig. 9** ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Antriebsanordnung **30** dargestellt, bei der als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine zweite Stirnradstufe **ST 2** als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes und die erste Stirnradstufe **ST 1** als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind. Hierzu ist der Rotor **8** der zweiten elektrischen Maschine **EM 2** mit einem ersten Stirnrad **23** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** verbunden, wobei das erste Stirnrad **23** mit einem zweiten Stirnrad **24** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** in Eingriff steht. Das zweite Stirnrad **24** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** ist drehfest mit dem ersten Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe **ST 1** verbunden, wobei das erste Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe **ST 1** indirekt über das Zwischenrad **13** mit dem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** gekoppelt ist. Das zweite Stirnrad **14** ist wieder drehfest mit der manuellen Antriebswelle **1** verbunden. Es kann jedoch auch eine direkte Koppelung oder eine indirekte Koppelung beispielsweise über eine Kette **15** oder dergleichen vorgesehen sein.

[0030] In **Fig. 10** ist ein viertes Ausführungsbeispiel der Antriebsanordnung **30** dargestellt, bei der als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine dritte Stirnradstufe **ST 3** als erste Stufe des Getriebes und die zweite Stirnradstufe **ST 2** als zweite Stufe des Getriebes sowie die erste Stirnradstufe **ST 1** als dritte Stufe

fe des Übersetzungsbetriebes vorgesehen sind. Hierzu ist der Rotor **8** der zweiten elektrischen Maschine **EM 2** mit einem ersten Stirnrad **25** der dritten Stirnradstufe **ST 3** verbunden, wobei das erste Stirnrad **25** der dritten Stirnradstufe **ST 3** mit einem zweiten Stirnrad **26** der dritten Stirnradstufe **ST 3** in Eingriff steht, wobei das zweite Stirnrad **26** der dritten Stirnradstufe **ST 3** drehfest mit dem ersten Stirnrad **23** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** verbunden ist, welches mit dem zweiten Stirnrad **24** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** in Eingriff steht. Das zweite Stirnrad **24** der zweiten Stirnradstufe **ST 2** ist drehfest mit dem ersten Stirnrad **12** der ersten Stirnradstufe **ST 1** verbunden, wobei das erste Stirnrad **12** indirekt über das Zwischenrad **13** mit dem zweiten Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** gekoppelt ist. Das zweite Stirnrad **14** der ersten Stirnradstufe **ST 1** ist wieder drehfest mit der Tretkurbelwelle bzw. der manuellen Antriebswelle **1** verbunden.

Bezugszeichenliste

1	manuelle Antriebswelle bzw. Tretkurbelwelle	21	Außenbuchse des zweiten Wellgetriebes
2	Gehäuse	22	Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
3	Abtrieb	23	erstes Stirnrad der zweiten Stirnradstufe
4	verformbare Innenbuchse des ersten Wellgetriebes	24	zweites Stirnrad der zweiten Stirnradstufe
5	Rotor der ersten elektrischen Maschine	25	erstes Stirnrad der dritten Stirnradstufe
6	Wellengenerator des ersten Wellgetriebes	26	zweites Stirnrad der dritten Stirnradstufe
7	Außenbuchse des ersten Wellgetriebes	27	linkes Pedal
8	Rotor der zweiten elektrischen Maschine	28	rechtes Pedal
9	Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes	29	Stufenplanet
10	Hohlrad des ersten Planetenradsatzes	30	Antriebsanordnung
11	Planetensradträger des ersten Planetenradsatzes	31	Pedelec
12	erstes Stirnrad der ersten Stirnradstufe	EM 1	erste elektrische Maschine
13	Zwischenrad	EM 2	zweite elektrische Maschine
14	zweites Stirnrad der ersten Stirnradstufe	WG 1	erstes Wellgetriebe
15	Kette bzw. Riemen	WG 2	zweites Wellgetriebe
16	Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes	PS 1	erster Planetenradsatz
17	Planetensradträger des zweiten Planetenradsatzes	PS 2	zweiter Planetenradsatz
18	Wellengenerator des zweiten Wellgetriebes	ST 1	erste Stirnradstufe
19	verformbare Innenbuchse des zweiten Wellgetriebes	ST 2	zweite Stirnradstufe
20	drehfeste Achse	ST 3	dritte Stirnradstufe

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 102015100676 B3 [0002]
- US 9254890 B2 [0003]
- WO 2016/034574 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Antriebsanordnung (30) für ein Pedelec (31), mit einer manuellen Antriebswelle (1) und mit einer ersten elektrischen Maschine (EM 1) sowie mit einer zweiten elektrischen Maschine (EM 2), wobei die erste elektrische Maschine (EM 1) koaxial zur manuellen Antriebswelle (1) angeordnet ist, wobei die zweite elektrische Maschine (EM 2) achsparallel zur manuellen Antriebswelle (1) angeordnet ist, wobei die manuelle Antriebswelle (1) und die erste elektrische Maschine (EM 1) über ein erstes Wellgetriebe (WG 1) mit einem Abtrieb (3) gekoppelt sind, und wobei die zweite elektrische Maschine (EM 2) über ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe mit konstanter Übersetzung mit der manuellen Antriebswelle (1) gekoppelt ist.

2. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Tretkurbelwelle als manuelle Antriebswelle (1) mit einer verformbaren Innenbuchse (4) des ersten Wellgetriebes (WG 1) verbunden ist, dass ein Rotor (5) der ersten elektrischen Maschine (EM 1) mit einem Wellengenerator (6) des ersten Wellgetriebes (WG 1) verbunden ist und dass eine Außenbuchse (7) des Wellgetriebes (WG 1) mit dem Abtrieb (3) des Pedelecs (31) verbunden ist.

3. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein erster Planetenradsatz (PS 1) als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes und eine erste Stirnradstufe (ST 1) als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind.

4. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rotor (8) der zweiten elektrischen Maschine (EM 2) mit einem Sonnenrad (9) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) verbunden ist, dass ein Hohlrad (10) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) gehäusefest ist, und dass ein Planetenradträger (11) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) mit einem ersten Stirnrad (12) der ersten Stirnradstufe (ST 1) verbunden ist, wobei das erste Stirnrad (12) direkt oder indirekt über ein Zwischenrad (13) oder eine Kette (15) mit einem zweiten Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) gekoppelt ist, und wobei das zweite Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) drehfest mit der manuellen Antriebswelle (1) verbunden ist.

5. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Planetenradsatz (PS 1) mit einem Stufenplaneten (29) ausgeführt ist.

6. Antriebsanordnung (30) nach einem der Ansprüche 3 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes der erste Pla-

netenradsatz (PS 1) und ein zweiter nachgeschalteter Planetenradsatz (PS2) vorgesehen ist.

7. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (8) der zweiten elektrischen Maschine (EM 2) mit dem Sonnenrad (9) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) verbunden ist, dass das Hohlrad (10) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) gehäusefest ist, dass der Planetenradträger (11) des ersten Planetenradsatzes (PS 1) mit einem Sonnenrad (22) des zweiten Planetenradsatzes (PS 2) verbunden ist, dass ein Hohlrad (16) des zweiten Planetenradsatzes (PS 2) gehäusefest ist, dass ein Planetenradträger (17) des zweiten Planetenradsatzes (PS 2) mit dem ersten Stirnrad (12) der ersten Stirnradstufe (ST 1) verbunden ist, wobei das erste Stirnrad (12) direkt oder indirekt über ein Zwischenrad (13) oder eine Kette (15) mit dem zweiten Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) gekoppelt ist und wobei das zweite Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) drehfest mit der manuellen Antriebswelle (1) verbunden ist.

8. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe ein zweites Wellgetriebe (WG 2) als erste Stufe und eine erste Stirnradstufe (ST 1) als zweite Stufe vorgesehen sind.

9. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (8) der zweiten elektrischen Maschine (EM 2) mit einem Wellengenerator (18) des zweiten Wellgetriebes (WG 2) verbunden ist, dass eine verformbare Innenbuchse (19) des zweiten Wellgetriebes (WG 2) mit einer drehfesten Achse (20) verbunden ist und dass eine Außenbuchse (21) des zweiten Wellgetriebes (WG 2) mit einem ersten Stirnrad (12) der ersten Stirnradstufe (ST 1) verbunden ist, wobei das erste Stirnrad (12) direkt oder indirekt über ein Zwischenrad (13) oder eine Kette (15) mit einem zweiten Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) gekoppelt ist, und wobei das zweite Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) drehfest mit der manuellen Antriebswelle (1) verbunden ist.

10. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine zweite Stirnradstufe (ST 2) als erste Stufe und eine erste Stirnradstufe (ST 1) als zweite Stufe vorgesehen sind.

11. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (8) der zweiten elektrischen Maschine (EM 2) mit einem ersten Stirnrad (23) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) verbunden ist, welches mit einem zweiten Stirnrad (24) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) in Eingriff steht, dass das zweite Stirnrad (24) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) drehfest mit einem ersten Stirnrad (12) der ers-

ten Stirnradstufe (ST 1) verbunden ist, wobei das erste Stirnrad (12) der ersten Stirnradstufe (ST 1) direkt oder indirekt über ein Zwischenrad (13) oder eine Kette (15) mit einem zweiten Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) gekoppelt ist, und wobei das zweite Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) drehfest mit der manuellen Antriebswelle (1) verbunden ist.

12. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mehrstufiges Übersetzungsgetriebe eine dritte Stirnradstufe (ST 3) als erste Stufe des Übersetzungsgetriebes und eine zweite Stirnradstufe (ST 2) als zweite Stufe des Übersetzungsgetriebes sowie eine erste Stirnradstufe (ST 1) als dritte Stufe des Übersetzungsgetriebes vorgesehen sind.

13. Antriebsanordnung (30) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (8) der zweiten elektrischen Maschine (EM 2) mit einem ersten Stirnrad (25) der dritten Stirnradstufe (ST 3) verbunden ist, welches mit einem zweiten Stirnrad (26) der dritten Stirnradstufe (ST 3) in Eingriff steht, dass das zweite Stirnrad (26) der dritten Stirnradstufe (ST 3) drehfest mit einem ersten Stirnrad (23) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) verbunden ist, welches mit einem zweiten Stirnrad (24) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) in Eingriff steht, dass das zweite Stirnrad (24) der zweiten Stirnradstufe (ST 2) drehfest mit einem ersten Stirnrad (12) der ersten Stirnradstufe (ST 1) verbunden ist, wobei das erste Stirnrad (12) direkt oder indirekt über ein Zwischenrad (13) oder eine Kette (15) mit einem zweiten Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) gekoppelt ist, und wobei das zweite Stirnrad (14) der ersten Stirnradstufe (ST 1) drehfest mit der manuellen Antriebswelle (1) verbunden ist.

14. Pedelec (31) mit einer Antriebsanordnung (30) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

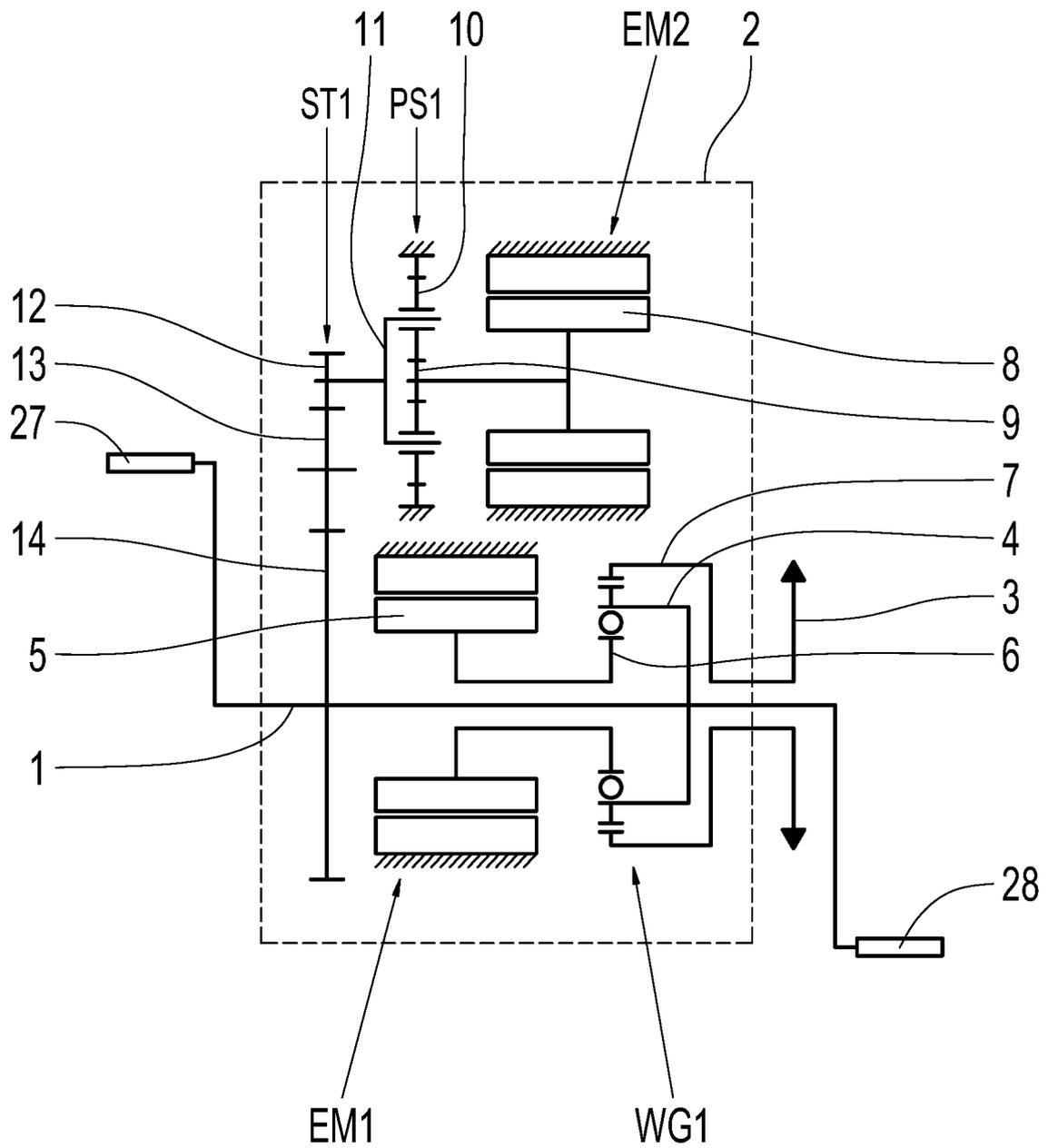


Fig. 1

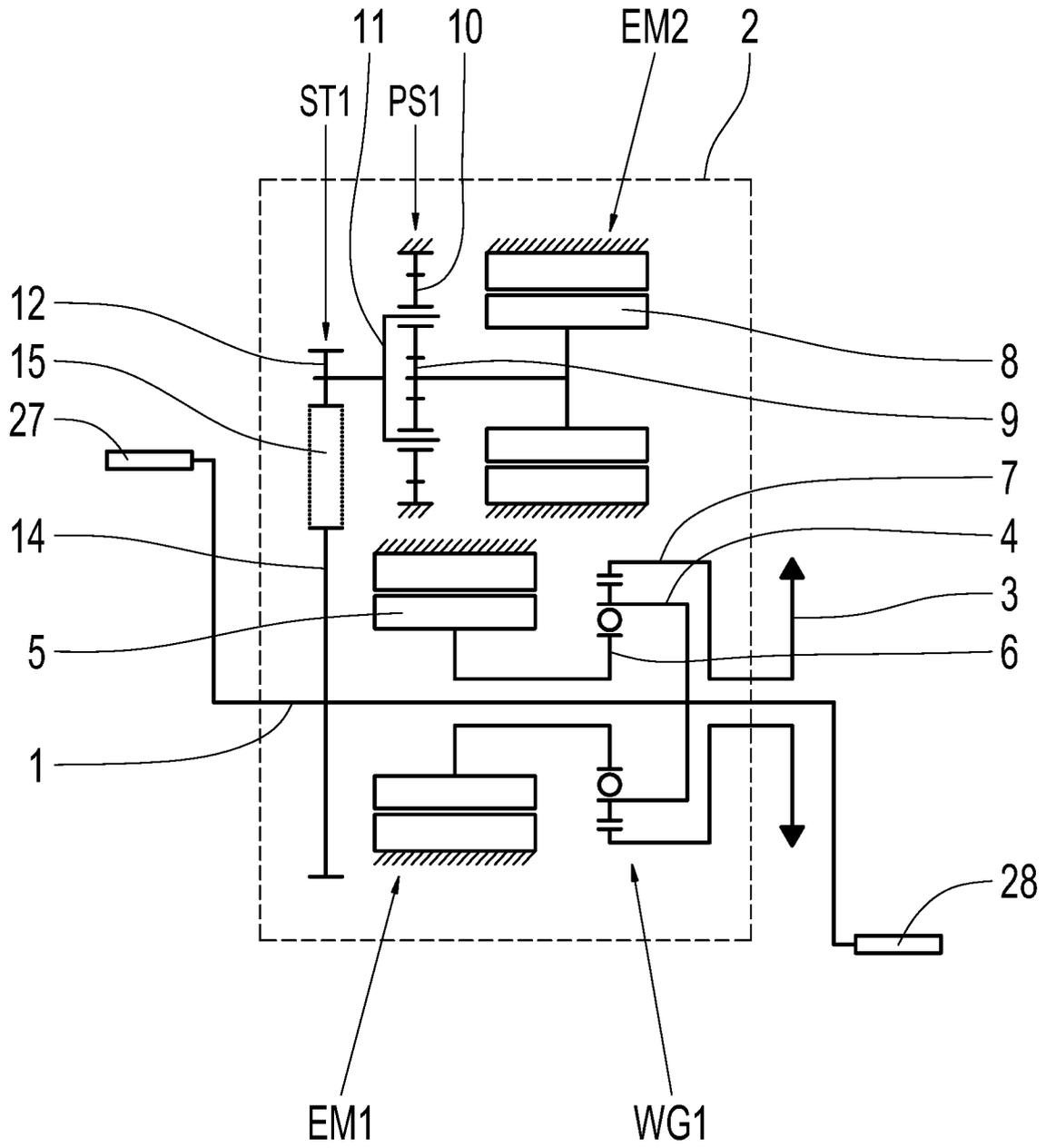


Fig. 2

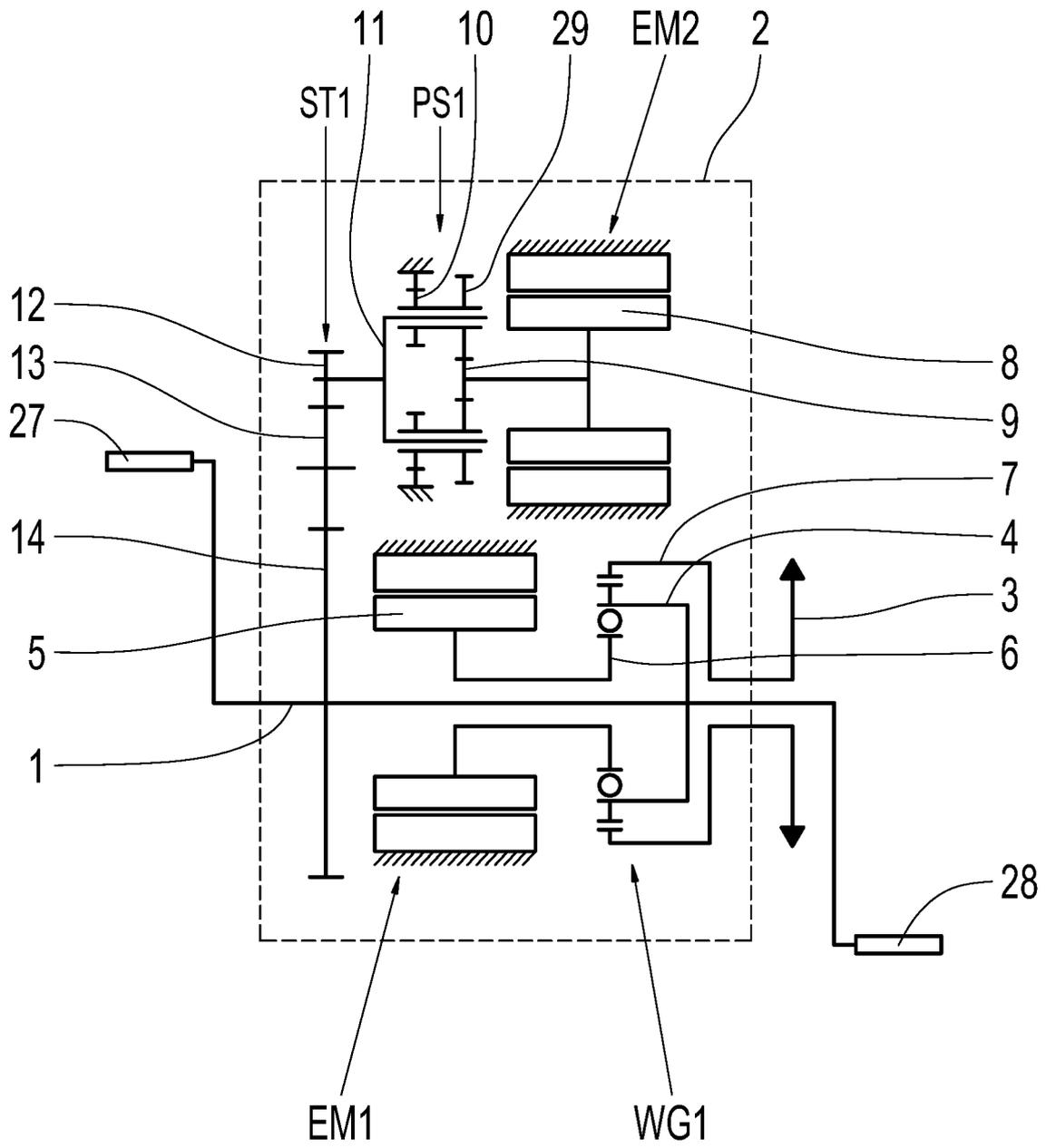


Fig. 3

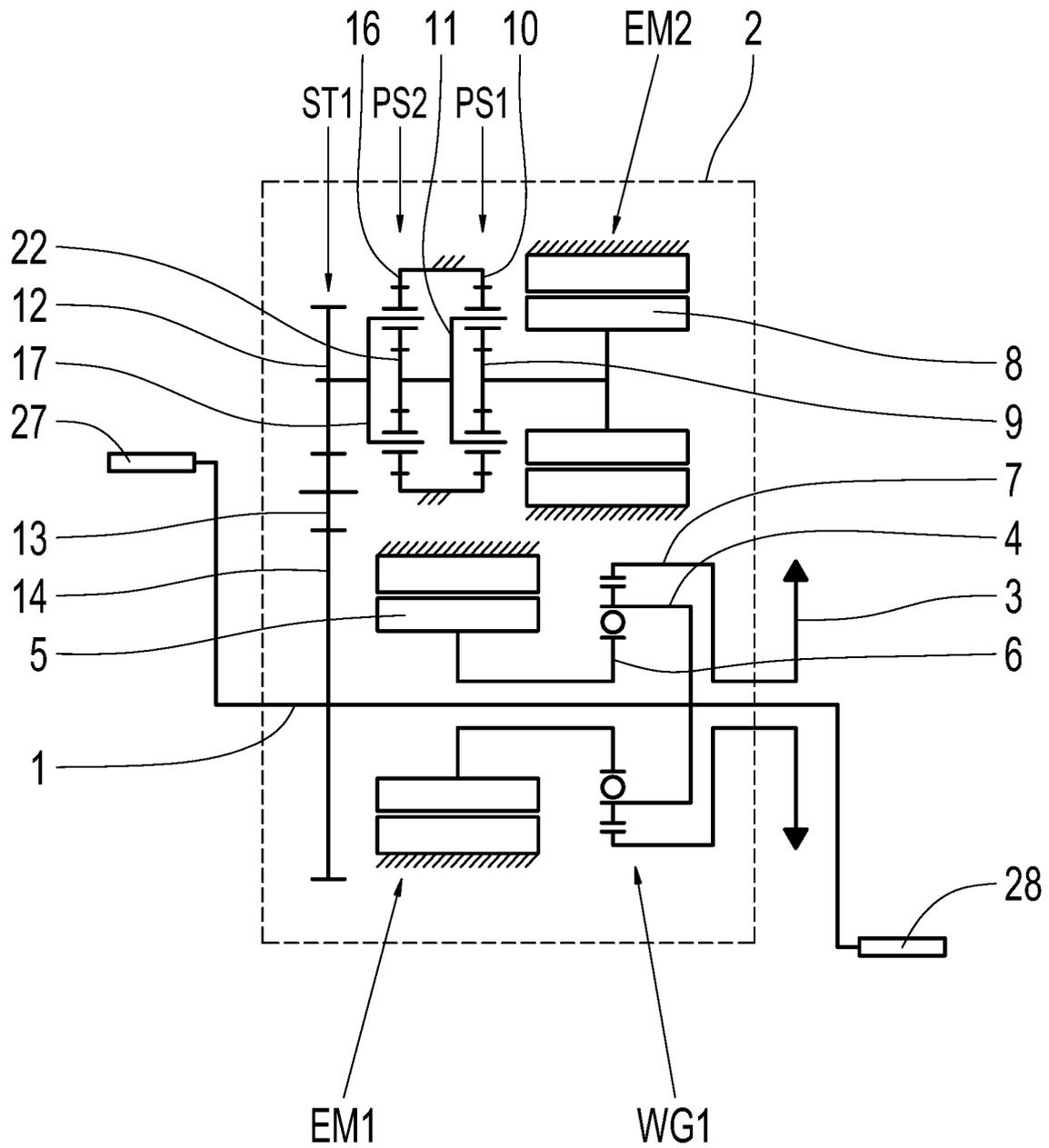


Fig. 4

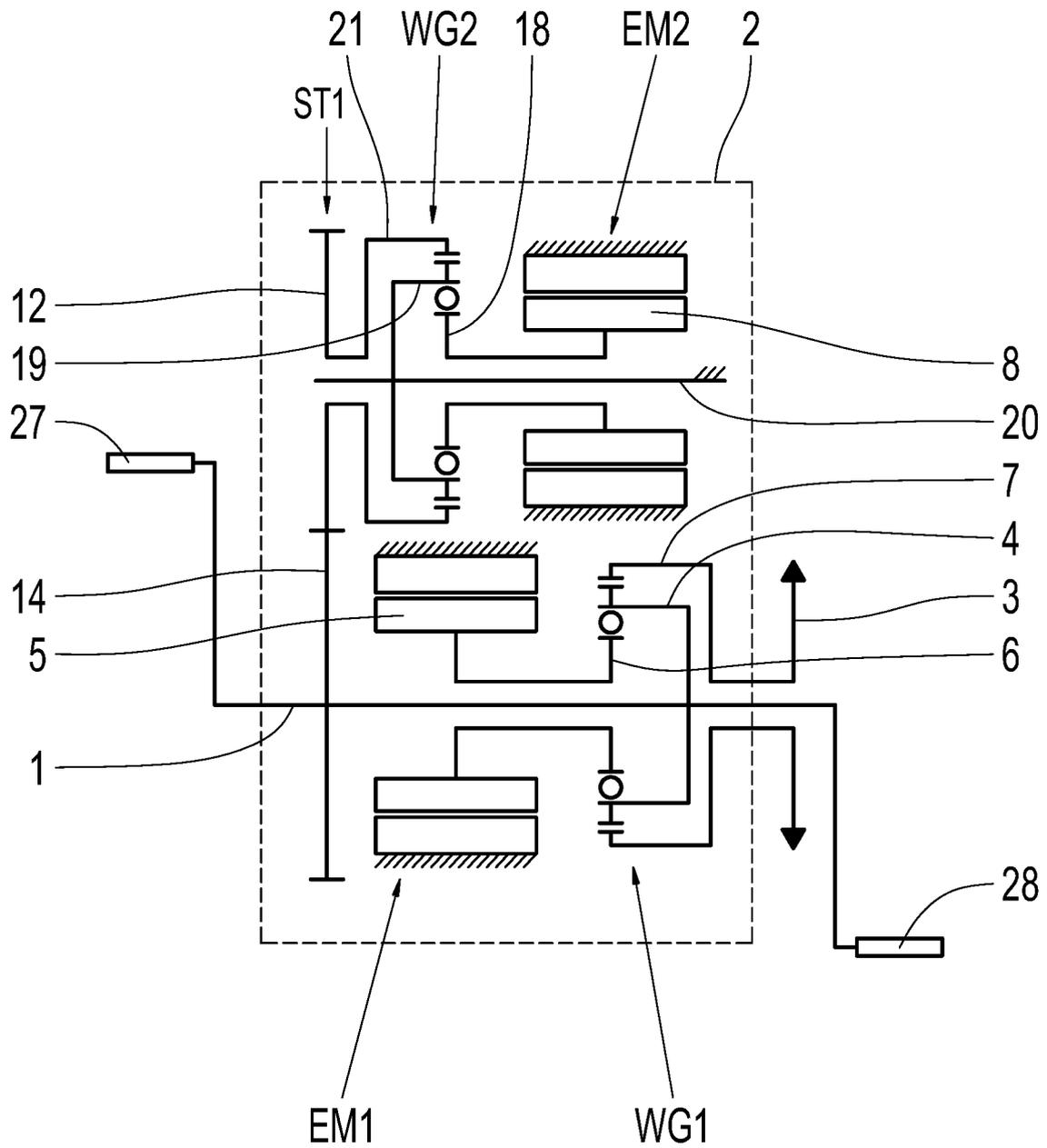


Fig. 6

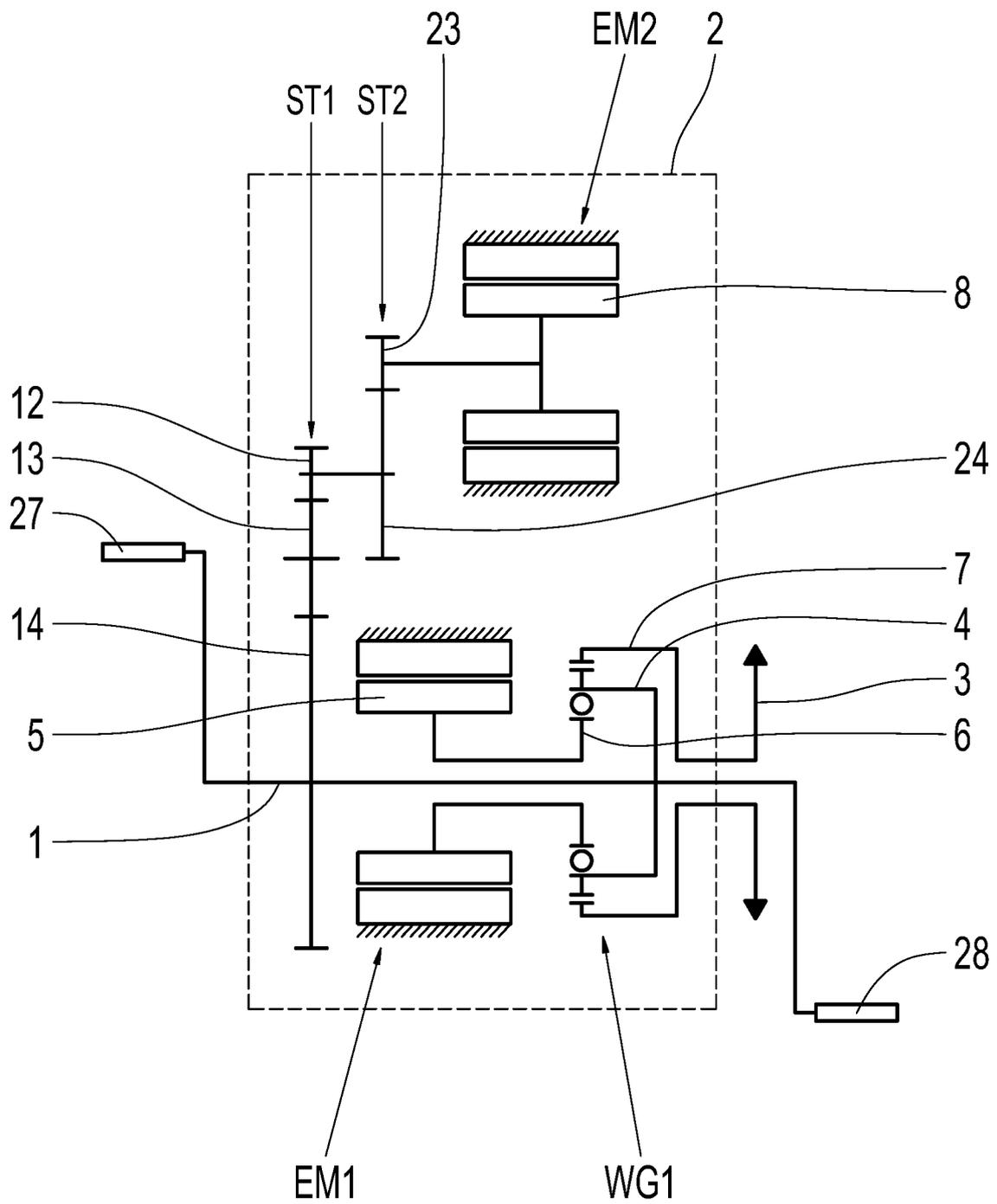


Fig. 9

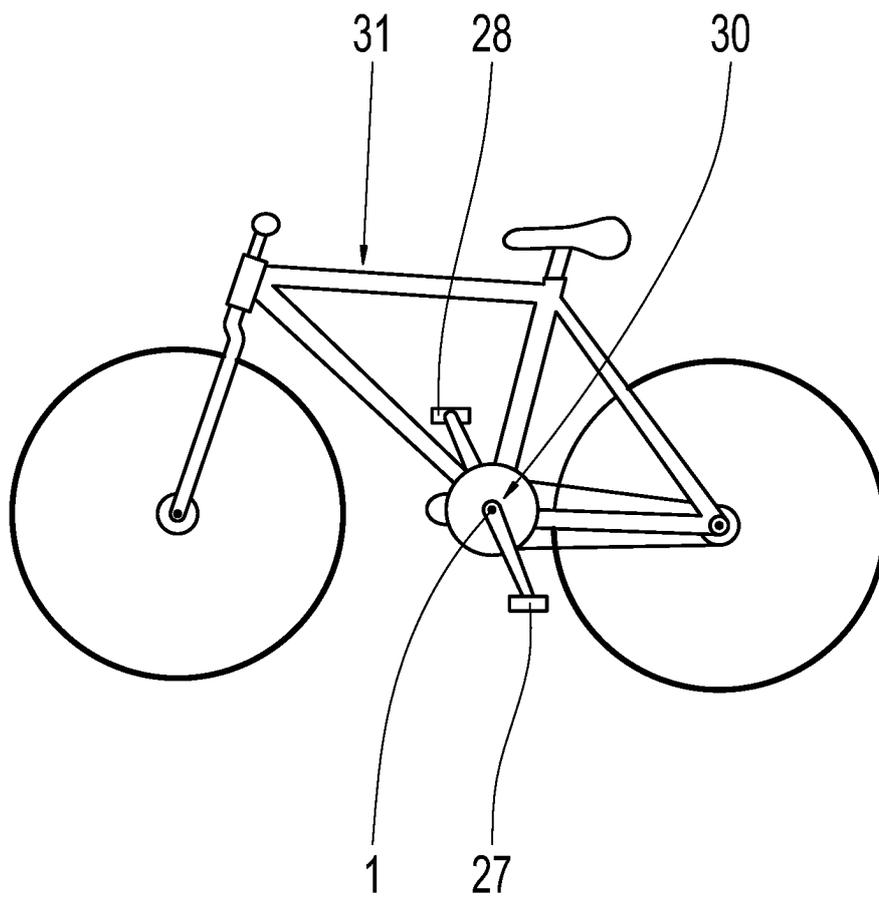


Fig. 11