(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2023 002 882 U1** 2025.03.06

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2023 002 882.5**
(22) Anmeldetag: **09.03.2023**
(67) aus Patentanmeldung: **10 2023 005 507.7**
(47) Eintragungstag: **24.01.2025**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **06.03.2025**

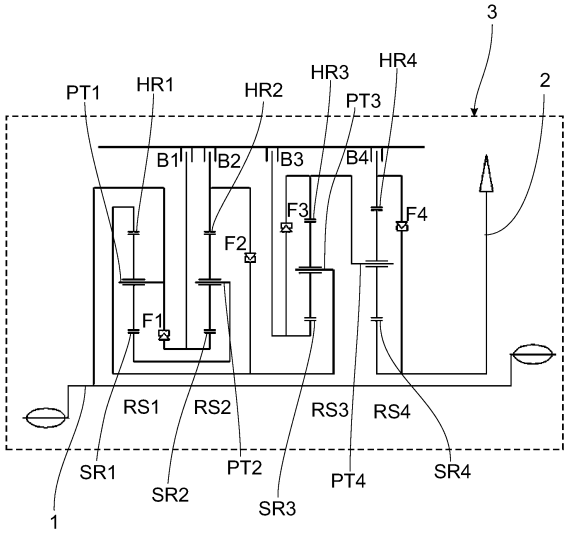
(51) Int Cl.: ***B62M 11/14*** (2006.01)
B62M 11/18 (2006.01)
F16H 3/66 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für ein Fahrrad und Fahrrad**

(57) Hauptanspruch: Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für ein Fahrrad (3), mit einer Getriebeeingangswelle (1) als Antrieb und einer Getriebeausgangswelle (2) als Abtrieb und mit vier miteinander gekoppelte Planetenradsätzen (RS1, RS2, RS3, RS4), wobei vier Freilaufkupplungen (F1, F2, F3, F4) und vier Bremsen (B1, B2, B3, B4) vorgesehen sind, wobei
- die Getriebeeingangswelle (1) mit einem Planetenradträger (PT1) eines ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist,
- ein Sonnenrad (SR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit einem Planetenradträger (PT2) eines zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist,
- ein Hohlrad (HR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) über eine zweite Freilaufkupplung (F2) mit einem Hohlrad (HR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbindbar ist,
- das Hohlrad (HR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit einem Planetenradträger (PT3) eines dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist,
- ein Sonnenrad (SR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine erste Bremse (B1) festsetzbar ist,
- das Sonnenrad (SR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine erste Freilaufkupplung (F1) mit der Getriebeeingangswelle (1) verbindbar ist,
- das Hohlrad (HR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine zweite Bremse (B2) festsetzbar ist,
- ein Sonnenrad (SR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) über eine dritte Bremse (B3) festsetzbar ist,
- das Sonnenrad (SR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) über eine dritte Freilaufkupplung (F3) mit einem Hohlrad (HR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit einem Planetenradträger (PT4) eines vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist,
- ein Sonnenrad (SR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit der Getriebeausgangswelle (2) verbunden ist,
- ein Hohlrad (HR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über eine vierte Bremse (B4) festsetzbar ist und
- das Hohlrad (HR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über eine vierte Freilaufkupplung (F4) mit der Getriebeausgangswelle (2) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektrische Maschine zur Bereitstellung einer elektrischen Unterstützungsleistung an dem Getriebe an der Getriebeausgangswelle (2) über eine oder mehrere Getriebestufen angebunden ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für ein Fahrrad. Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrrad mit dem Mehrstufengetriebe.

[0002] Beispielsweise aus der Druckschrift DE 10 2020 206 299 ist ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für Fahrräder bekannt. Das Mehrstufengetriebe umfasst vier miteinander gekoppelte Planetenradsätze und vier Bremsen sowie vier Freilaufkupplungen zum Realisieren von 16 Gängen bei einer Getriebegesamtspreizung von ca. 260 % bei Gangsprüngen von etwa 6,5%.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Mehrstufengetriebe und ein Fahrrad mit dem Mehrstufengetriebe vorzuschlagen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte beanspruchte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibungen sowie den Zeichnungen.

[0005] Demnach wird ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für ein Fahrrad mit einer Getriebeeingangswelle als Antrieb und einer Getriebeausgangswelle als Abtrieb und mit vier miteinander gekoppelte Planetenradsätzen vorgeschlagen, wobei vier Freilaufkupplungen und vier Bremsen vorgesehen sind. Das Fahrrad ist dabei vorzugsweise als Fahrrad mit elektrischem (Hilfs-)Antrieb ausgeformt, beispielsweise als Pedelec oder E-Bike oder Cargobike oder Velomobil.

[0006] Es ist vorgesehen, dass die Getriebeeingangswelle mit einem Planetenradträger eines ersten Planetenradsatzes verbunden ist, dass ein Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes mit einem Planetenradträger eines zweiten Planetenradsatzes verbunden ist, dass ein Hohlrad des ersten Planetenradsatzes über eine zweite Freilaufkupplung mit einem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes verbindbar ist.

[0007] Außerdem ist vorgesehen, dass das Hohlrad des ersten Planetenradsatzes mit einem Planetenradträger eines dritten Planetenradsatzes verbunden ist, dass ein Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes über eine erste Bremse festsetzbar ist, dass das Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes über eine erste Freilaufkupplung mit der Getriebeeingangswelle verbindbar ist, dass das Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes über eine zweite Bremse festsetzbar ist.

[0008] Außerdem ist vorgesehen, dass ein Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes über eine dritte Bremse festsetzbar ist, dass das Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes über eine dritte Freilaufkupplung mit einem Hohlrad des dritten Planetenradsatzes und mit einem Planetenradträger eines vierten Planetenradsatzes verbindbar ist, dass ein Sonnenrad des vierten Planetenradsatzes mit einer Getriebeausgangswelle verbunden ist, dass ein Hohlrad des vierten Planetenradsatzes über eine vierte Bremse festsetzbar ist und dass das Hohlrad des vierten Planetenradsatzes über eine vierte Freilaufkupplung mit der Getriebeausgangswelle verbindbar ist.

[0009] Um neben dem Muskelkraft-Antrieb durch den Fahrer auch eine elektrische Unterstützungsleistung zu ermöglichen, ist bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe vorgesehen, dass zumindest eine elektrische Maschine vorgesehen ist. Die elektrische Maschine ist an der Getriebeausgangswelle über eine oder mehrere Getriebestufen, Ketten, Zahnriemen oder dergleichen angebunden. Hierfür kann auch ggf. ein Schaltelement, wie zum Beispiel eine Freilaufkupplung oder dergleichen eingesetzt werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass während des Pedalierens bei abgeschaltetem E-Maschinenantrieb keine Schleppmomente durch eine durch das Pedalieren angetriebene elektrische Maschine auftreten. Bei einer Anbindung zum Beispiel über eine Getriebestufe kann ggf. eine Übersetzung zum Beispiel ins Langsame realisiert werden.

[0010] Im Folgenden wird beispielhaft die mit dem Getriebe umsetzbare Schaltlogik anhand einiger Schaltungsbeispiele beschrieben: Zum Schalten eines ersten Ganges sind die erste, zweite, dritte und vierte Bremse geöffnet, wobei die erste, zweite, dritte und vierte Freilaufkupplung im Sperrrichtungszustand sind. Zum Schalten eines zweiten Ganges ist die erste Bremse geschlossen und die zweite, dritte und vierte Bremse sind geöffnet, wobei die erste Freilaufkupplung im Überholtriebzustand ist und die zweite, dritte und vierte Freilaufkupplung im Sperrrichtungszustand sind. Zum Schalten eines dritten Ganges ist die zweite Bremse geschlossen und die erste, dritte und vierte Bremse sind geöffnet, wobei die zweite Freilaufkupplung im Überholtriebzustand ist und die erste, dritte und vierte Freilaufkupplung im Sperrrichtungszustand sind.

[0011] Zum Schalten eines vierten Ganges sind die erste und die zweite Bremse geschlossen und die dritte und vierte Bremse geöffnet, wobei die erste und zweite Freilaufkupplung im Überholtriebzustand sind und die dritte und vierte Freilaufkupplung im Sperrrichtungszustand sind.

[0012] Zum Schalten eines Ganges mit höchster Übersetzung sind die erste, zweite, dritte und vierte

Bremse geschlossen, wobei die erste, zweite, dritte und vierte Freilaufkupplung im Überholtriebzustand sind.

[0013] Bei dem vorgeschlagenen Mehrstufengetriebe können in einer ersten Alternative demnach bei einem Gangwechsel in den nächsthöheren beziehungsweise nächstniederen Gang gleichzeitig bis zu drei Bremsen geöffnet und eine Bremse geschlossen werden beziehungsweise gleichzeitig bis zu drei Bremsen geschlossen und eine Bremse geöffnet werden. Als zweite Alternative hierzu können bei dem vorgeschlagenen Mehrstufengetriebe bei einem Gangwechsel in den nächsthöheren beziehungsweise nächstniederen Gang gleichzeitig maximal nur zwei statt drei Bremsen geöffnet und eine Bremse geschlossen werden beziehungsweise gleichzeitig maximal nur zwei statt drei Bremsen geschlossen und eine Bremse geöffnet werden.

[0014] Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung kann vorsehen, dass die Einzelradsätze jeweils als Minus-Planetenradsatz ausgeführt sind, wodurch sich eine besonders bauraumgünstige Anordnung ergibt. Es ist auch denkbar, dass ein oder mehrere der Einzelradsätze als Plus-Planetenradsätze ausgeführt sind.

[0015] Ein Minus-Planetenradsatz kann bevorzugt in einen Plus-Planetenradsatz überführt werden, wenn die Planetenradträger- und Hohlradanbindung an diesem Radsatz miteinander vertauscht wird und der Betrag der Standübersetzung um 1 erhöht wird. Ein Minus-Planetenradsatz weist an seinem Planetenradträger verdrehbar gelagerte Planetenräder auf, die mit dem Sonnenrad und dem Hohlrad dieses Planetenradsatzes kämmen, sodass sich das Hohlrad bei festgehaltenem Planetenradträger und drehendem Sonnenrad in zur Sonnenraddrehrichtung entgegengesetzter Richtung dreht. Ein Plus-Planetenradsatz weist an seinem Planetenradträger verdrehbar gelagerte und miteinander in Zahneingriff stehende innere und äußere Planetenräder auf, wobei das Sonnenrad dieses Planetenradsatzes mit den inneren Planetenrädern und das Hohlrad dieses Planetenradsatzes mit den äußeren Planetenrädern kämmen, sodass sich das Hohlrad bei festgehaltenem Planetenradträger und drehendem Sonnenrad in zur Sonnenraddrehrichtung gleicher Drehrichtung dreht.

[0016] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Fahrrad, zum Beispiel ein Pedelec, E-Bike oder dergleichen, mit dem vorbeschriebenen Mehrstufengetriebe gelöst, wobei sich die bereits beschriebenen und weitere Vorteile ergeben.

[0017] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand der Zeichnung weiter erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer möglichen Radsatzausführung eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit vier Planetenradsätzen;

[0018] In **Fig.** 1 ist eine mögliche Radsatzausführung eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes beispielhaft als Tretlagergetriebe in Koaxialbauweise anhand eines Fahrrades 3 dargestellt. Das Fahrrad 3 ist als Pedelec ausgeformt.

[0019] Das vorgeschlagene Mehrstufengetriebe ist für ein Fahrrad 3 oder dergleichen einsetzbar. Das Mehrstufengetriebe umfasst eine Getriebeeingangswelle 1 als Antrieb, welche in **Fig.** 1 beispielsweise als Tretkurbelwelle ausgeführt ist, und eine Getriebeausgangswelle 2 als Abtrieb, welche beispielsweise als Kettenblatt beziehungsweise als Ketten- oder Zahnriemenrad ausgeführt sein kann.

[0020] Das Mehrstufengetriebe umfasst vier miteinander gekoppelte Planetenradsätze RS1, RS2, RS3, RS4, die in **Fig.** 1 beispielhaft als Minus-Planetenradsätze ausgeführt sind. Ferner sind vier Freilaufkupplungen F1, F2, F3, F4 und vier Bremsen B1, B2, B3, B4 vorgesehen.

[0021] Im Detail ist bei dem Tretlagergetriebe vorgesehen, dass die Getriebeeingangswelle 1 mit einem Planetenradträger PT1 eines ersten Planetenradsatzes RS1 verbunden ist, dass ein Sonnenrad SR1 des ersten Planetenradsatzes RS1 mit einem Planetenradträger PT2 eines zweiten Planetenradsatzes RS2 verbunden ist, dass ein Hohlrad HR1 des ersten Planetenradsatzes RS1 über eine zweite Freilaufkupplung F2 mit einem Hohlrad HR2 des zweiten Planetenradsatzes RS2 verbindbar ist, dass das Hohlrad HR1 des ersten Planetenradsatzes RS1 mit einem Planetenradträger PT3 eines dritten Planetenradsatzes RS3 verbunden ist, dass ein Sonnenrad SR2 des zweiten Planetenradsatzes RS2 über eine erste Bremse B1 festsetzbar ist, dass das Sonnenrad SR2 des zweiten Planetenradsatzes RS2 über eine erste Freilaufkupplung F1 mit der Getriebeeingangswelle 1 verbindbar ist, dass das Hohlrad HR2 des zweiten Planetenradsatzes RS2 über eine zweite Bremse B2 festsetzbar ist, dass ein Sonnenrad SR3 des dritten Planetenradsatzes RS3 über eine dritte Bremse B3 festsetzbar ist, dass das Sonnenrad SR3 des dritten Planetenradsatzes RS3 über eine dritte Freilaufkupplung F3 mit einem Hohlrad HR3 des dritten Planetenradsatzes RS3 und mit einem Planetenradträger PT4 eines vierten Planetenradsatzes RS4 verbindbar ist, dass ein Sonnenrad SR4 des vierten Planetenradsatzes RS4 mit der Getriebeausgangswelle 2 verbunden ist, dass ein Hohlrad HR4 des vierten Planetenradsatzes RS4 über eine vierte Bremse B4 festsetzbar ist und dass das Hohlrad HR4 des vierten Planetenradsatzes RS4 über eine vierte

Freilaufkupplung F4 mit der Getriebeausgangswelle 2 verbindbar ist.

Bezugszeichen

1	Getriebeeingangswelle beziehungsweise Tretlagerkurbelwelle
2	Getriebeausgangswelle
3	Fahrrad
B1	erste Bremse
B2	zweite Bremse
B3	dritte Bremse
B4	vierte Bremse
F1	erste Freilaufkupplung
F2	zweite Freilaufkupplung
F3	dritte Freilaufkupplung
F4	vierte Freilaufkupplung
HR1	Hohlrad des ersten Planetenradsatzes
HR2	Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes
HR3	Hohlrad des dritten Planetenradsatzes
HR4	Hohlrad des vierten Planetenradsatzes
PT1	Planetenradträger des ersten Planetenradsatzes
PT2	Planetenradträger des zweiten Planetenradsatzes
PT3	Planetenradträger des dritten Planetenradsatzes
PT4	Planetenradträger des vierten Planetenradsatzes
SR1	Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes
SR2	Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
SR3	Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes
SR4	Sonnenrad des vierten Planetenradsatzes
RS1	erster Planetenradsatz
RS2	zweiter Planetenradsatz
RS3	dritter Planetenradsatz
RS4	vierter Planetenradsatz

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 10 2020 206 299 [0002]

Schutzansprüche

1. Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise für ein Fahrrad (3), mit einer Getriebeeingangswelle (1) als Antrieb und einer Getriebeausgangswelle (2) als Abtrieb und mit vier miteinander gekoppelte Planetenradsätzen (RS1, RS2, RS3, RS4), wobei vier Freilaufkupplungen (F1, F2, F3, F4) und vier Bremsen (B1, B2, B3, B4) vorgesehen sind, wobei
- die Getriebeeingangswelle (1) mit einem Planetenradträger (PT1) eines ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist,
- ein Sonnenrad (SR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit einem Planetenradträger (PT2) eines zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist,
- ein Hohlrad (HR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) über eine zweite Freilaufkupplung (F2) mit einem Hohlrad (HR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbindbar ist,
- das Hohlrad (HR1) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit einem Planetenradträger (PT3) eines dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist,
- ein Sonnenrad (SR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine erste Bremse (B1) festsetzbar ist,
- das Sonnenrad (SR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine erste Freilaufkupplung (F1) mit der Getriebeeingangswelle (1) verbindbar ist,
- das Hohlrad (HR2) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über eine zweite Bremse (B2) festsetzbar ist,
- ein Sonnenrad (SR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) über eine dritte Bremse (B3) festsetzbar ist,
- das Sonnenrad (SR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) über eine dritte Freilaufkupplung (F3) mit einem Hohlrad (HR3) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit einem Planetenradträger (PT4) eines vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist,
- ein Sonnenrad (SR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit der Getriebeausgangswelle (2) verbunden ist,
- ein Hohlrad (HR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über eine vierte Bremse (B4) festsetzbar ist und
- das Hohlrad (HR4) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über eine vierte Freilaufkupplung (F4) mit der Getriebeausgangswelle (2) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine elektrische Maschine zur Bereitstellung einer elektrischen Unterstützungsleistung an dem Getriebe an der Getriebeausgangswelle (2) über eine oder mehrere Getriebestufen angebunden ist.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mehrstufengetriebe als Tretlagergetriebe mit koaxial zueinander angeordneten Planetenradsätzen (RS1, RS2, RS3, RS4) ausgeführt ist, wobei die Getriebeeingangswelle (1) als zentrale Tretlagerkurbelwelle ausgeführt ist.

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere der Planetenradsätze (RS1, RS2, RS3, RS4) jeweils als Minus-Planetenradsatz ausgeführt sind.

4. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ein oder mehrere der Planetenradsätze (RS1, RS2, RS3, RS4) jeweils als Plus-Planetenradsätze ausgeführt sind.

5. Fahrrad (3) mit einem Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

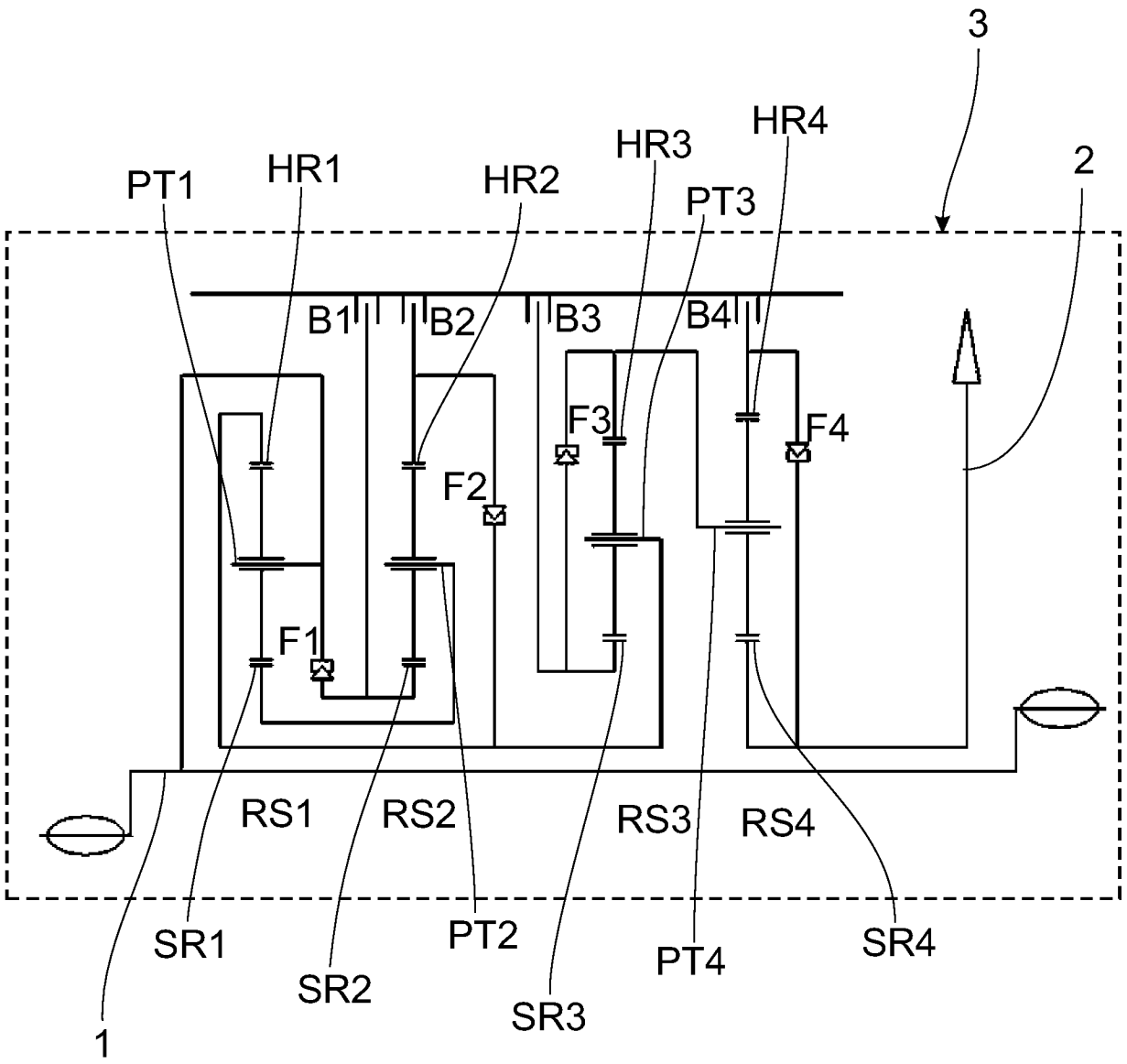


Fig. 1

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.