



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 09 021 T2 2007.05.03

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 507 991 B1

(51) Int Cl.⁸: **F16H 37/08** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 09 021.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB03/02332**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 730 341.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/100295**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.05.2003**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **04.12.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.02.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.05.2007**

(30) Unionspriorität:

0212186 28.05.2002 GB

02253727 28.05.2002 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

Torotrak (Development) Ltd., Leyland, Lancashire, GB

(74) Vertreter:

v. Füner Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München

(72) Erfinder:

Greenwood, Christopher John, Preston, Lancashire PR5 3WS, GB; Fellows, Thomas George, Headington, Oxford OX3 0DW, GB

(54) Bezeichnung: **STUFENLOS VERSTELLBARE GETRIEBEEINRICHTUNG**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft stufenlose Getriebesysteme gemäß der Definition in der Präambel von Anspruch 1 und wie sie aus DE-A-100 21 912 bekannt sind, worin zwei Betriebsbereiche beschrieben sind.

[0002] Es ist weiter bekannt, ein stufenloses Getriebesystem bereitzustellen, mit koaxialer Systemantriebs- und -abtriebswelle und einer stufenlosen Getriebeeinheit (als Variator bekannt), die koaxial mit der Systemantriebswelle verbunden ist und eine koaxiale Variator-Abtriebswelle hat. Ein Summier-Umlaufrädergetriebe empfängt Antriebe vom Systemantrieb und vom Variator-Abtrieb. Durch entsprechende Verwendung von Kupplungen oder anderen Bremselementen kann das System in einem High-Gearing-Bereich oder Low-Gearing-Bereich arbeiten. Beispiele solcher Getriebe finden sich in JP-A-6-174033 und JP-A-62-255655.

[0003] Unweigerlich entstehen durch das ineinander Eingreifen von Zahnrädern kleine Leistungsverluste. Um den Wirkungsgrad zu maximieren, ist es daher wünschenswert, die Zahl der Zahnradeingriffe zu reduzieren, insbesondere im Summier-Umlaufrädergetriebe, wo die Verluste während des Betriebs in einem "Leistungsrückführungsbetrieb" effektiv vergrößert werden können. Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein "koaxiales" stufenloses Getriebe des beschriebenen Typs mit einer reduzierten Zahl von Zahnradeingriffen bereitzustellen.

[0004] Die dem Stand der Technik entsprechenden "koaxialen" Anordnungen erfordern außerdem relativ hohe Zahnraddrehzahlen, die ihrerseits teurere Lager benötigen und dazu neigen, den Verschleiß zu erhöhen. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, solche Zahnraddrehzahlen zu reduzieren.

[0005] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein stufenloses Getriebesystem mit mehreren Betriebsbereichen bereitgestellt, das die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

[0006] Bei der obigen Anordnung kann die Zahl der ineinander eingreifenden Zahnräder minimiert werden, wenn der Abtrieb des zweiten Umlaufrädergetriebes mit der Systemabtriebswelle verbunden wird (was dem Betrieb im Low-Bereich entspricht), wodurch die Verluste minimiert werden, die insbesondere in einem Leistungsrückführungsbetrieb, im Summier-Umlaufrädergetriebe entstehen. Darüber hinaus benötigt das Summier-Umlaufrädergetriebe der obigen Anordnung kein Hohl- oder Tellerrad. Das reduziert deutlich die für das Summier-Umlaufrädergetriebe erforderliche physikalische Größe und ermöglicht als Folge eine viel größere Flexibilität bei der Auswahl der relativen Größen des Planetenrads und des

Planetenradträgers. Die Anordnung ermöglicht die Auswahl von Zahnrädern die zulassen, dass das Summier-Umlaufrädergetriebe im Vergleich zu dem Stand der Technik entsprechenden Anordnungen mit langsameren Drehzahlen läuft, wodurch der Verschleiß reduziert wird, Verluste minimiert werden und die Beanspruchung anderer Bauteile, wie beispielsweise Lager reduziert wird.

[0007] Die obige Anordnung ermöglicht außerdem, dass beim Betrieb des Getriebes im High-Bereich eine Leistungsrückführung stattfindet.

[0008] Vorzugsweise ist die erste Zwischenabtriebswelle mit einem Sonnenrad ausgestattet, das vom ersten Planetenradträger des Summier-Umlaufrädergetriebes angetrieben wird. Vorzugsweise ist das Sonnenrad auf der Abtriebswelle gleich groß wie das Antriebssonnenrad.

[0009] Die Achse des Planetenrads des Summier-Umlaufrädergetriebes trägt vorzugsweise ein zweites Planetenrad, das sich mit dem ersten Planetenrad dreht und die erste Zwischenabtriebswelle antriebt. Praktischerweise ist das zweite Planetenrad gleich groß wie das erste Planetenrad.

[0010] Die Achse des ersten Planetenrads des Summier-Umlaufrädergetriebes kann ein drittes Planetenrad tragen, das sich mit dem ersten Planetenrad dreht und den Antrieb für das zweite Umlaufrädergetriebe liefert.

[0011] Das zweite Umlaufrädergetriebe umfasst vorzugsweise ein zweites, vom Summier-Umlaufrädergetriebe angetriebenes Antriebssonnenrad, ein vom zweiten Antriebssonnenrad angetriebenes Planetenrad und einen den Abtrieb des zweiten Umlaufrädergetriebes bildenden Planetenradträger.

[0012] Vorzugsweise umfasst das System weiter eine Zwischenschaltung, die das Summier-Umlaufrädergetriebe und das zweite Antriebssonnenrad weiter verbindet.

[0013] Vorzugsweise umfasst das zweite Umlaufrädergetriebe ein zweites Sonnenrad, das mit dem Planetenrad des zweiten Umlaufrädergetriebes verzahnt ist.

[0014] In einer Ausführungsform umfasst das System ein Mittel zum selektiven Bremsen des zweiten Sonnenrads. Dies kann praktischerweise eine zwischen dem zweiten Sonnenrad und dem Getriebesystemgehäuse angeordnete Kupplung umfassen.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform wird das Sonnenrad gegenüber dem Getriebegehäuse unbeweglich gehalten und das Bremselement umfasst ein Kupplungsmittel, um den Abtrieb des zweiten Um-

laufrädergetriebes selektiv mit der Systemabtriebswelle zu verbinden.

[0016] Lediglich als Beispiel werden nun spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Verweis auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, wobei:

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines stufenlosen Getriebes gemäß der vorliegenden Erfindung ist; und

[0018] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines stufenlosen Getriebes gemäß der vorliegenden Erfindung als Abwandlung der Ausführungsform von [Fig. 1](#) ist.

[0019] Wie in [Fig. 1](#) zu sehen, umfasst ein stufenloses Getriebesystem einen Variator V des bekannten Toroidtyps mit Rolltraktion mit zwei Scheiben 10 mit ringförmiger Vertiefung, von denen jeweils eine an jedem Ende der Einheit angeordnet ist und einem Paar ähnlicher Abtriebsscheiben 12, die jeweils einer entsprechenden der Antriebsscheiben 10 gegenüberliegend angeordnet sind und miteinander drehen. Zwischen den einander gegenüberliegenden Stirnflächen der Antriebs- und Abtriebsscheiben 10, 12 sind Sätze von Rollen 14 angebracht, um Antrieb mit einer Übersetzung von den Antriebsscheiben 10 an die Abtriebsscheiben 12 zu übertragen, die verstellbar ist, indem die Rollen 14 schräg gestellt werden.

[0020] Die Antriebsscheiben 10 sind mit einer Systemantriebswelle 16 verbunden und werden von ihr angetrieben. Der Variator liefert einen Abtrieb über eine röhrenförmige Variator-Abtriebswelle 18, die koaxial mit der Antriebswelle 16 angeordnet ist. Das vom Variator V entfernte Ende der Welle 18 treibt das Sonnenrad S1 eines ersten Summier-Umlaufrädergetriebes E1 an. Der Träger C1 des Rädergetriebes E1 ist mit der Antriebswelle 16 verbunden und wird von dieser angetrieben und ist außerdem mit der inneren der zwei Variator-Antriebsscheiben 10 verbunden. Der Träger C1 trägt Antriebsplaneteneräder P1, die mit dem Sonnenrad S1 verzahnt sind und von diesem angetrieben werden. Die Planetenräder P1 sind jeweils mittels einer zugehörigen Welle 20, die außerdem erste und zweite Antriebsplaneteneräder PX1 und PY1 trägt, auf dem Träger C1 angebracht. Das Antriebsplanetenerad PX1 ist identisch mit dem Planetenrad P1 und überträgt den summierten Abtrieb des Rädergetriebes E1 über ein Abtriebssonnenrad S2 (gleich groß wie das Antriebssonnenrad S1) an eine Zwischenabtriebswelle 22, die koaxial mit der Systemantriebswelle 16 angeordnet ist. Antrieb von der Zwischenabtriebswelle kann selektiv über eine High-Bereich-Kupplung H an eine Systemabtriebswelle 24 übertragen werden.

[0021] Das Antriebsplanetenerad PY1 hat einen klei-

neren Durchmesser als die Planetenräder P1 und PX1 und ist mit einem Ritzel 26 im Eingriff, das an einem Ende einer röhrenförmigen Zwischenabtriebswelle 28 gebildet ist, die koaxial mit der Antriebswelle 16 angeordnet ist. Das gegenüberliegende Ende der röhrenförmigen Zwischenabtriebswelle 28 ist ebenfalls mit einem Ritzel 30 ausgestattet, das einen kleineren Durchmesser hat als das Ritzel 26. Das Ritzel 30 ist mit den Planetenräder P2 mit größerem Durchmesser eines zweiten einfachen Umkehr-Umlaufrädergetriebes E2 im Eingriff. Die Planetenräder P2 sind auf einem Träger C2 angebracht, der mit einer zweiten röhrenförmigen Zwischenabtriebswelle 32 verbunden ist, die koaxial mit der Systemantriebswelle 16 angeordnet ist und die ihrerseits mit der Systemabtriebswelle 24 verbunden ist.

[0022] Die Planetenräder P2 des zweiten Umlaufrädergetriebes E2 befinden sich jeweils an einem Ende einer jeweiligen im Träger C2 angebrachten Welle 34. Die gegenüberliegenden Enden der Wellen 34 tragen jeweils ein weiteres, kleineres Planetenrad PX2, die jeweils mit einem Sonnenrad 36 im Eingriff sind, das sich an einem Ende einer röhrenförmigen Transferwelle 38 befindet, die koaxial mit der Systemantriebswelle 16 angeordnet ist. Das andere Ende der Transferwelle 38 ist mit einer Seite eines Bremselements in der Form einer Low-Bereich-Kupplung L verbunden, deren andere Seite mit dem Getriebegehäuse 40 verbunden ist.

[0023] Das Getriebe kann in einem von drei Betriebsbereichen arbeiten und zwar im High-Bereich, im Low-Bereich und im Synchronbetrieb.

[0024] Im High-Bereich, in dem das Getriebe mit Übersetzungen von der Synchronbetriebübersetzung bis zum starken Overdrive arbeitet, ist die High-Bereich-Kupplung H eingerückt und die Low-Bereich-Kupplung L ist ausgerückt. Dadurch kann der Abtrieb vom Summier-Umlaufrädergetriebe E1, das Antriebe von beiden Antriebsscheiben 10 und den Abtriebsscheiben 12 des Variators V empfängt, von den Antriebsplanetenerädern PX1 des ersten Umlaufrädergetriebes E1, dem Abtriebssonnenrad S2, der Zwischenabtriebswelle 22 und der High-Bereich-Kupplung H an die Systemabtriebswelle 24 übertragen werden. Ein Abtrieb von den anderen Antriebsplanetenerädern PY1 des ersten Summier-Umlaufrädergetriebes E1 wird ebenfalls an das zweite Umlaufrädergetriebe E2 übertragen, da jedoch die Low-Bereich-Kupplung L ausgerückt ist, wird der Abtrieb nicht an den Träger C2 übertragen und der Träger C2 dreht sich lediglich mit der Systemabtriebswelle 24, mit der er verbunden ist. Wenn die Sonnenräder S1 und S2 den gleichen Durchmesser haben, dreht sich die Zwischenwelle 22 mit der gleichen Drehzahl wie die Variator-Abtriebswelle 18. Das Verändern der relativen Größen der Zahnräder S1 und S2 erzeugt jedoch eine zweite Umlauffunktion, ähn-

lich wie das Rädergetriebe für den Low-Bereich. Folglich ermöglicht die Anordnung einfach, dass im Betrieb im High-Bereich eine Leistungsrückführung über den Variator V stattfinden kann. Der Synchronschaltpunkt kann dann unabhängig vom Übersetzungsbereich des Variators bestimmt werden.

[0025] Im Low-Bereich, in dem das Getriebe von voller Rückwärtsübersetzung über "Geared Neutral" bis zur Synchronbetriebübersetzung arbeitet, ist die High-Bereich-Kupplung H ausgerückt und die Low-Bereich-Kupplung L ist eingerückt. Das Ausrücken der High-Bereich-Kupplung H trennt die Systemabtriebswelle **24** vom Abtriebsplanetenrad PX1 des Summier-Umlaufrädergetriebes E1. Außerdem ermöglicht das Einrücken der Low-Bereich-Kupplung L, dass der ausgegebene Antrieb vom ersten Summier-Umlaufrädergetriebe E1 an das zweite Umlaufrädergetriebe E2 an den Träger C2 des zweiten Umlaufrädergetriebes E2 übertragen wird, indem eine Reaktionskraft vom Getriebegehäuse **40** bereitgestellt wird. Der Antrieb wird dann an die zweite röhrenförmige Zwischenabtriebswelle **32** und dann an die Systemabtriebswelle **24** übertragen.

[0026] Der Wechsel vom High-Bereich in den Low-Bereich bzw. umgekehrt kann im so genannten "Synchronbetrieb" erfolgen, in dem das Getriebe in einem Zustand arbeitet, in dem die sich vom Summier-Umlaufrädergetriebe E1 erstreckende Zwischenabtriebswelle **22** und die zweite, sich vom zweiten Umlaufrädergetriebe E2 erstreckende, röhrenförmige Zwischenabtriebswelle **32** mit der gleichen (oder beinahe der gleichen) Drehzahl drehen. Um den Betriebsbereich zu wechseln, wird die Kupplung für den neuen Betriebsbereich eingerückt, wodurch beide Kupplungen für kurze Zeit gleichzeitig eingerückt sind und dann wird die Kupplung für den alten Betriebsbereich ausgerückt.

[0027] Man wird feststellen, dass im Low-Bereich, die einzigen Zahnräder, die im Summier-Umlaufrädergetriebe E1 aktiv verzahnt sind, die Planetenräder P1 und PY1 sind, wodurch die Verluste minimiert werden, die, insbesondere im Leistungsrückführbetrieb, im Summier-Umlaufrädergetriebe E1 auftreten. Beim Betrieb im High-Bereich finden nicht mehr Eingriffe statt als bei dem Stand der Technik entsprechenden Getrieben. Es ist jedoch auch zu beachten, dass die vorliegende Erfindung die Verwendung eines Summier-Umlaufrädergetriebes E1 zulässt, das kein Hohl- oder Tellerrad hat. Das reduziert nicht nur das Gewicht des Getriebes, sondern ermöglicht auch mehr Flexibilität bei der Auswahl der relativen Größen der Planetenräder P1, PX1 und PY1. Dadurch wiederum kann die Drehzahl der Bauteile reduziert und die Zahl der Eingriffe auf ein Minimum reduziert werden.

[0028] Die Ausführungsform von [Fig. 2](#) ist derjeni-

gen von [Fig. 1](#) sehr ähnlich, der einzige bedeutende Unterschied ist der Ort des Bremsglieds für den Low-Bereich. Merkmale der Ausführungsform von [Fig. 2](#), die Merkmale der Ausführungsform von [Fig. 1](#) entsprechen, sind mit den selben Bezugsziffern bezeichnet und nur die konstruktiven Unterschiede werden beschrieben.

[0029] Die Unterschiede betreffen das zweite Umlaufrädergetriebe, das in [Fig. 2](#) mit E2' bezeichnet ist. Die Planetenräder P2 und PX2 sind identisch mit denen der ersten Ausführungsform, das Sonnenrad **36'** ist jedoch fest mit dem Getriebegehäuse **40** verbunden. Antrieb von der zweiten röhrenförmigen Zwischenabtriebswelle **32'** wird kontinuierlich vom Träger C2 abgenommen und wird selektiv mittels einer Low-Bereich-Kupplung L' mit der Systemabtriebswelle **24** verbunden.

[0030] Die Variante von [Fig. 2](#) hat den Vorteil, dass wenn die Low-Bereich-Kupplung L' ausgerückt ist, das zweite Umlaufrädergetriebe E2' komplett von der Systemabtriebswelle **24** getrennt ist (im Gegensatz zur ersten Ausführungsform, bei der die Zwischenabtriebswelle **32** immer mit der Systemabtriebswelle **24** im Eingriff ist), wodurch Probleme, die während des Betriebs im High-Bereich mit dem zweiten Umlaufrädergetriebe auftreten, nicht an die Systemabtriebswelle **24** übertragen werden.

[0031] Die Erfindung ist nicht auf die Einzelheiten der vorangehenden Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können Variatoren anderer Typen als dem beschriebenen verwendet werden. Außerdem können die Größen der Zahnräder passend zu den jeweiligen Umständen verändert werden. Beispielsweise ist in den beschriebenen Ausführungsformen das Sonnenrad S1 des Umlaufrädergetriebes gleich groß wie das Abtriebssonnenrad S2. Statt gleich groß zu sein, kann S1 gegebenenfalls jedoch größer oder kleiner sein als S2.

Patentansprüche

1. Stufenloses Getriebesystem mit mehreren Betriebsbereichen, das Folgendes umfasst:
eine Systemantriebswelle (**16**) und eine Systemabtriebswelle (**24**), die koaxial zueinander angeordnet sind;
eine stufenlose Getriebeeinheit (Variator), die koaxial mit der Systemantriebswelle verbunden ist und eine koaxiale Variator-Abtriebswelle (**18**) hat; und
ein Summier-Umlaufrädergetriebe (E1) mit einem Antriebssonnenrad (S1), das antreibbar mit der Variator-Abtriebswelle verbunden ist, einem Planetenradträger (C1), der antreibbar mit der Systemantriebswelle (**16**) verbunden ist und einem ersten Planetenrad (P1), das auf dem Planetenradträger angebracht ist und antreibend mit dem Antriebssonnenrad (S1) verzahnt ist;

wobei das erste Planetenrad (P1) eine erste Zwischenabtriebswelle (22) antreibt, die koaxial zur Systemabtriebswelle angeordnet ist und das erste Planetenrad (P1) den Antrieb (28, 30) für ein zweites Umlaufrädergetriebe (E2) liefert;

dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zwischenabtriebswelle (22) in einem High-Bereich des Getriebes, der von der Synchronbetriebübersetzung bis zum starken Overdrive arbeitet, über eine erste Kupplung (H) selektiv mit der Systemabtriebswelle verbunden ist und dass in einem Low-Bereich des Getriebes, der von der vollen Rückwärtsübersetzung über Geared-Neutral bis zur Synchronbetriebübersetzung arbeitet, das zweite Rädergetriebe (E2) einen Abtrieb (32) hat, der selektiv über ein Bremselement (L) mit der Systemabtriebswelle (24) verbunden ist.

2. Getriebesystem nach Anspruch 1, wobei die erste Zwischenabtriebswelle (22) mit einem Sonnenrad (S2) ausgestattet ist, das vom ersten Planetenrad (P1) des Summier-Umlaufrädergetriebes angetrieben wird.

3. Getriebesystem nach Anspruch 2, wobei das Sonnenrad (S2) auf der Abtriebswelle (22) gleich groß ist wie das Antriebssonnenrad (S1).

4. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Achse (20) des Planetenrads des Summier-Umlaufrädergetriebes (E1) ein zweites Planetenrad (PX1) trägt, das sich mit dem ersten Planetenrad (P1) dreht und die erste Zwischenabtriebswelle (22) antreibt.

5. Getriebesystem nach Anspruch 4, wobei das zweite Planetenrad (PX1) gleich groß ist wie das erste Planetenrad (P1).

6. Getriebesystem nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Achse (20) des ersten Planetenrads (P1) des Summier-Umlaufrädergetriebes ein drittes Planetenrad (PY1) trägt, das sich mit dem ersten Planetenrad (P1) dreht und den Antrieb für das zweite Umlaufrädergetriebe (E2) liefert.

7. Getriebesystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das zweite Umlaufrädergetriebe (E2) ein zweites, vom Summier-Umlaufrädergetriebe (E1) angetriebenes Antriebssonnenrad (30), ein vom zweiten Antriebssonnenrad (30) angetriebenes Planetenrad (P2) und einen den Abtrieb des zweiten Umlaufrädergetriebes bildenden Planetenradträger (C2) umfasst.

8. Getriebesystem nach Anspruch 7, das eine Zwischenschaltung (26) umfasst, die das Summier-Umlaufrädergetriebe (E1) und das zweite Antriebssonnenrad (30) verbindet.

9. Getriebesystem nach Anspruch 7, wobei das zweite Umlaufrädergetriebe (E2) ein zweites Sonnenrad (36) umfasst, das mit dem Planetenrad (P2) des zweiten Umlaufrädergetriebes verzahnt ist.

10. Getriebesystem nach Anspruch 9, umfassend ein Mittel (L) zum selektiven Bremsen des zweiten Sonnenrads (36).

11. Getriebesystem nach Anspruch 10, wobei das Bremselement eine Kupplung (L) umfasst, die zwischen dem zweiten Sonnenrad (36) und dem Getriebesystemgehäuse (40) angeordnet ist.

12. Getriebesystem nach Anspruch 9, wobei das Sonnenrad (36) gegenüber dem Getriebegehäuse (40) unbeweglich gehalten wird und das Bremselement ein Kupplungsmittel (L) umfasst, um den Abtrieb des zweiten Umlaufrädergetriebes (E2) selektiv mit der Systemabtriebswelle (24) zu verbinden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

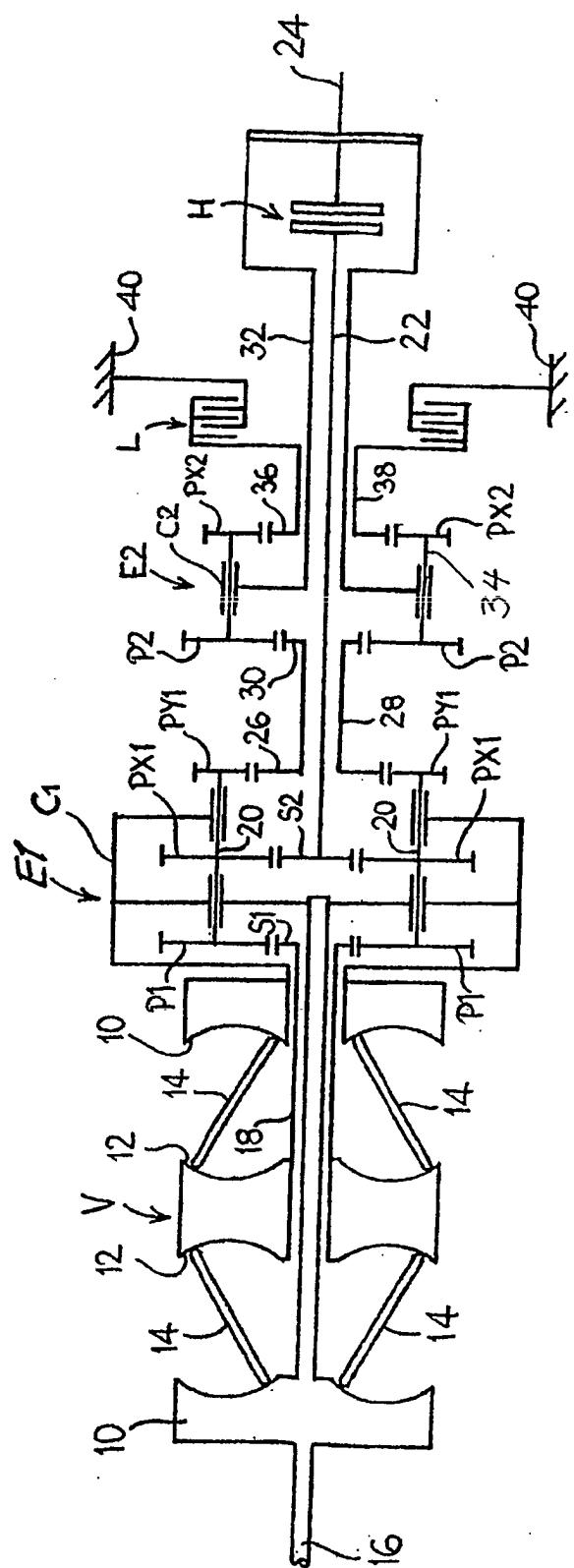


FIG. 1

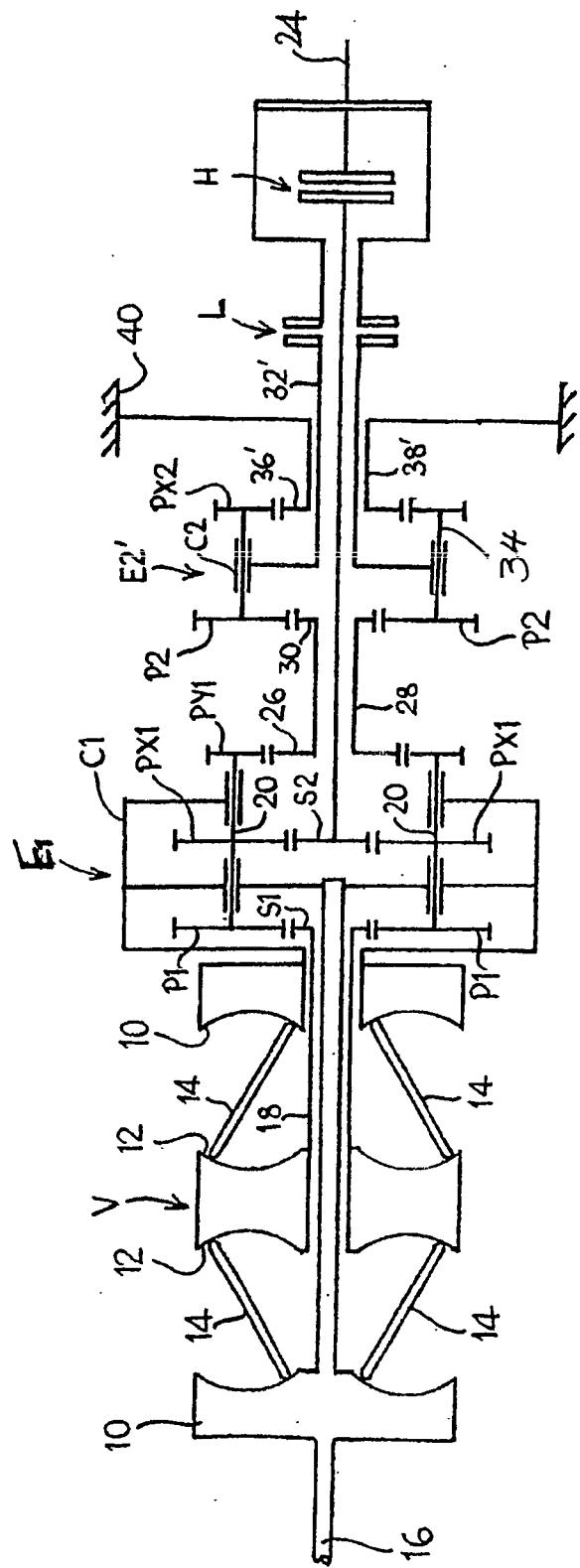


FIG.2