



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 (2006.01) F01L 1/352 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09176025.6**

(22) Anmeldetag: **16.11.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

- **Brunetti, Costantino**
58730 Fröndenberg (DE)
- **Köster, Andreas**
45149 Essen (DE)
- **Haushälter, Peter**
41065 Mönchengladbach (DE)
- **Breuer, Michael**
52152 Simmerath (DE)
- **Dismon, Heinrich**
52538 Gangelt (DE)

(30) Priorität: **04.12.2008 DE 102008060219**

(71) Anmelder: **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)

(72) Erfinder:
• **Tönnemann, Andres**
52062 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten**
Burgunder Strasse 29
40549 Düsseldorf (DE)

(54) **Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle**

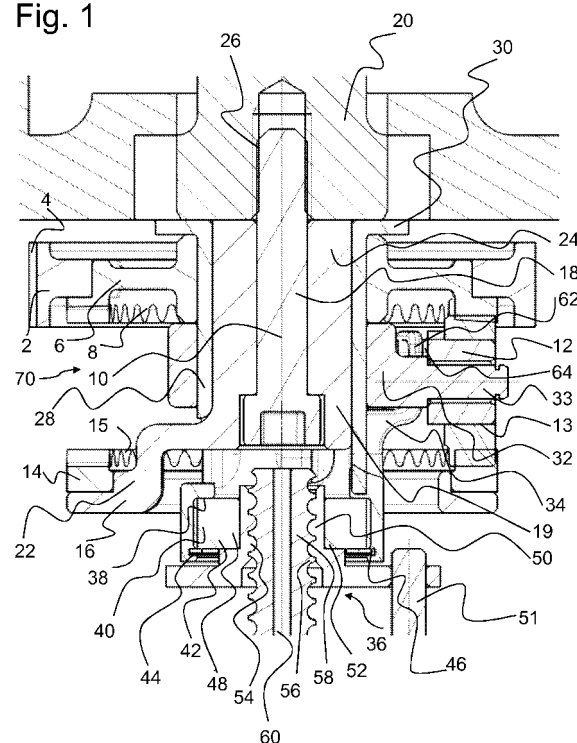
(57) Es sind verschiedene Vorrichtungen zur Phasenverschiebung des Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle, insbesondere zur Verstellung der Phase zwischen einer Kurbelwelle und einer Nockenwelle bekannt, welche über einen zumeist elektrisch betriebenen Aktuator, der mit einem zwischengeschalteten Getriebe zusammenwirkt, erfolgt, bekannt.

Hierbei muss zumeist der Aktuator (36) entweder Drehmomente außerhalb der Verstellzeiten aufnehmen oder mit dem Getriebe (70) mitdrehen.

Es wird daher eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei der der Aktuator (36) ein linear wirkender Aktuator (36) ist, der rotatorisch von einem Zwischenglied (34) zur Übertragung einer Relativbewegung zwischen den Zahnrädern (6; 12; 14) entkoppelt ist.

Bei einer derartigen Ausführung wird der Energiebedarf erheblich gesenkt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle mit einem Getriebe, einem Antriebsrad, einem Abtriebsrad, welches zumindest drehfest mit der Abtriebswelle gekoppelt ist und zumindest einem Übertragungs Zahnrad, welches mit einem fest mit dem Antriebsrad gekoppelten Antriebs Zahnrad und/oder einem fest mit dem Abtriebsrad gekoppelten Abtriebs Zahnrad in Eingriff steht sowie einem linear wirkenden Aktuator, der mittels eines Zwischengliedes zur Phasenverschiebung eine Bewegung des zumindest einen Übertragungs Zahnrades bewirkt.

[0002] Derartige Vorrichtungen sind insbesondere zur Phasenverschiebung zwischen einer Kurbelwelle und einer Nockenwelle eines Verbrennungsmotors bekannt, können jedoch im Bereich der Verbrennungsmotoren beispielsweise auch zur zyklusgenauen Steuerung eines Abgasrückführsystems verwendet werden. Die Phasenverschiebung dient zur variablen Ventilzeitsteuerung zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses im Motor. Zur Phasenverschiebung der Nockenwelle sind beispielsweise Flügelzellen-Nockenversteller, Nockenwellenkettengeräte oder axial verschiebbare Verzahnungselemente bekannt. Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung von elektrischen Phasenverstellern herausgestellt, welche mit einem Planetengetriebe arbeiten. Diese bieten die Möglichkeit einer stufenlosen Verstellung, so dass eine hohe Variabilität erreicht wird.

[0003] So wird in der US 5,680,836 eine Vorrichtung zur Phasenverschiebung zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle mit einem Planetengetriebe offenbart. Hierbei ist ein Planetenträger auf einer Nockenwelle fest angeordnet, wobei die Planetenräder mit dem Sonnenrad und einer Innenverzahnung eines Antriebsrades in Eingriff stehen. Das Antriebsrad wird beispielsweise über einen Kettentrieb in einem festen Übersetzungsverhältnis über die Kurbelwelle angetrieben. Eine Drehwinkelverstellung erfolgt bei dieser Ausführung durch Verdrehen des Sonnenrades mittels eines Stellantriebs. Nachteilig an einer derartigen Ausführung ist, dass zum Festhalten des Sonnenrades ein elektrischer Stellantrieb mit Spannung versorgt werden muss, da keine Selbsthemmung des Antriebs vorliegt. Entsprechend liegt ein hoher permanenter Energiebedarf vor. Zusätzlich besteht ein relativ großer Bauraumbedarf insbesondere in axialer Richtung, da das Sonnenrad lediglich an der axial zur Nockenwelle entfernten Seite des Planetengetriebes angetrieben werden kann.

[0004] Auch die EP 0 903 470 B1, welche den nächstliegenden Stand der Technik bildet, beschreibt eine Vorrichtung zur relativen Verstellung des Drehwinkels zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle, bei der ein Getriebe verwendet wird, bei dem die Zahnräder schrägverzahnt ausgeführt sein müssen. Diese Vorrichtung weist ein durch die Kurbelwelle angetriebenes Antriebsrad mit einer Innenverzahnung auf, welches mit einer

Außenverzahnung eines Übertragungs Zahnrades kämmt. Dieses ist an einem Zwischenglied befestigt, welches über einen Stellantrieb linear verschiebbar ist. Ein innenliegendes Abtriebs Zahnrad ist fest mit der Nockenwelle verbunden und steht in Eingriff mit einer Innenverzahnung des Übertragungs Zahnrades. Zur Verstellung wird das Übertragungs Zahnrad linear verschoben, so dass die gegenläufig ausgebildeten Schrägverzahnungen des Übertragungsrades eine relative Drehung des Antriebs Zahnrades zum Abtriebs Zahnrad bewirken. Der zum Antrieb des Zwischengliedes erforderliche Elektromotor ist bei dieser Ausführung fest mit der Nockenwelle verbunden und dreht sich mit dieser. Um ihn dennoch mit Strom versorgen zu können sind an seinem Außenbereich Schleifkontakte angeordnet.

[0005] Nachteilig an einer derartigen Ausführung ist die nicht zuverlässige Stromversorgung des Elektromotors insbesondere bei axialer Bewegung der Vorrichtung aber auch bei auftretender Verschmutzung. Des Weiteren erhöht die ständige Drehbewegung des Elektromotors deutlich die Belastung der mechanischen und elektrischen Bauteile und Anschlüsse des Aktuators.

[0006] Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwinkels zwischen einem Antriebsrad und einer Abtriebswelle zu schaffen, bei der die mechanische Belastung des Aktuators und gleichzeitig der Energiebedarf des Aktuators minimiert werden. Die Vorrichtung soll dabei robust ausgeführt sein und gleichzeitig nur einen geringen Bauraum benötigen.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Aktuator mittels des Zwischengliedes das zumindest eine Übertragungs Zahnrad relativ zum Antriebsrad und/oder zum Abtriebsrad in Drehung versetzt und der Aktuator rotatorisch vom Zwischenglied entkoppelt ist. Durch die rotatorische Entkopplung des linearen Aktuators vom Zwischenglied bleibt der Aktuator im Betrieb des Verbrennungsmotors relativ zum Getriebe sowie zum Antriebsrad und zur Abtriebswelle stehen. Entsprechend ist eine elektrische oder auch pneumatische oder hydraulische Kontaktierung des Aktuators über feststehende Leitungen einfach realisierbar. Hierdurch wird die mechanische Belastung deutlich reduziert. Zusätzlich ist nur im Fall einer gewünschten Verstellung ein Drehmoment beziehungsweise eine Verstellkraft aufzubringen. Hierdurch kann bei Verwendung eines elektrischen Aktuators Energie eingespart werden.

[0008] Vorzugsweise ist der Aktuator über ein Lager, welches in Kraftflussrichtung zwischen Aktuator und Zwischenglied angeordnet ist, rotatorisch vom Zwischenglied entkoppelt. Durch Verwendung dieses Lagers zur Übertragung der linearen Bewegung und Entkopplung des Aktuators vom Zwischenglied bezüglich der rotatorischen Bewegung werden im Vergleich zu anderen denkbaren Ausführungsformen besonders wenige und kostengünstige Bauteile verwendet und gleichzeitig ein geringer Bauraum benötigt.

[0009] In einer besonders günstigen Ausführungsform

steht die Drehachse des zumindest einen Übertragungs-
zahnades senkrecht zu den Drehachsen des Antriebs-
rades und des Abtriebsrades. Hierdurch entsteht ein Auf-
bau, der dem eines Differenzialgetriebes ähneln kann.
Hierdurch ist eine besonders einfache Ankopplung des
Zwischengliedes an den Aktuator und die Übertragungs-
zahnäder möglich.

In einer besonders vorteilhaften Ausführung sind die
Übertragungszahnäder über linear verschiebbliche
Zahnstangen in Drehung versetzbar. Hierzu erstrecken
sich beispielsweise die Übertragungszahnäder in ihrer
Höhe über den Eingriff des Abtriebszahnades hinaus,
so dass in diesem Bereich auf einfache Weise eine Zahn-
stange in die Zähne der Übertragungszahnäder eingrei-
fen kann. Eine derartige Vorrichtung arbeitet besonders
zuverlässig und reibungsarm, so dass die notwendigen
Stellkräfte minimiert werden.

[0010] In einer alternativen Ausführungsform sind an
den Übertragungszahnädern Hebelzapfen angeordnet,
die parallel zu den Drehachsen des jeweiligen Übertra-
gungszahnades an den Übertragungszahnädern befestigt
sind, wobei das Zwischenglied mit den Hebelzapfen in
Eingriff steht. Dies kann beispielsweise über eine Öse
oder ähnliches erfolgen. Eine derartige Ausführung ist
bezüglich der zu verwendenden Einzelteile besonders
kostengünstig herstellbar.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung ist das An-
triebsrad zumindest drehfest mit dem Antriebszahnrad
gekoppelt, das Abtriebsrad zumindest drehfest mit dem
Abtriebszahnrad gekoppelt und das zumindest eine
Übertragungszahnrad steht mit dem Antriebszahnrad
und dem Abtriebszahnrad in Eingriff. Man erhält hier-
durch im wesentlichen den Aufbau eines Differentialge-
triebes, so dass außerhalb der Verstellzeiten das gesamt-
e Getriebe mit dem Zwischenglied als starre Kopplungs-
vorrichtung zwischen Antriebsrad und Abtriebswelle
wirkt. Eine Relativbewegung zwischen den Bauteilen des
Getriebes ist somit nicht vorhanden, wodurch wiederum
der Verschleiß deutlich eingeschränkt wird.

[0012] In einer weiterführenden Ausführung ist das zu-
mindest eine Übertragungszahnrad auf einem Bolzen
gelagert, der auf einem Drehachsenträger befestigt ist.
So kann auf einfache Weise die Lagerung der Übertra-
gungszahnäder verwirklicht werden.

[0013] In einer zu der Ausführung mit Differentialge-
triebe alternativen Ausführung ist das Antriebsrad zumin-
dest drehfest mit einem Antriebszahnrad gekoppelt und
das zumindest eine Übertragungszahnrad steht mit dem
Antriebszahnrad in Eingriff und ist am Abtriebsrad dreh-
bar gelagert oder das Abtriebsrad ist zumindest drehfest
mit einem Abtriebszahnrad gekoppelt und das zumindest
eine Übertragungszahnrad steht mit dem Abtriebszahn-
rad in Eingriff und ist am Antriebsrad drehbar gelagert.
Bei diesen Ausführungen können das Antriebsrad und
das Abtriebsrad auf der gleichen Seite der Übertragungs-
zahnäder angeordnet werden, die gegebenenfalls auch
als Segmentzahnäder ausgeführt werden können. Der
Aufbau vereinfacht sich noch einmal im Vergleich zu den

anderen Ausführungen.

[0014] In einer weiterführenden Ausführungsform sind
mehrere Zwischenzahnäder fest zueinander angeord-
net und stehen mit dem Antriebszahnrad und/oder dem
Abtriebszahnrad in Eingriff, wobei die Drehachsen der
Übertragungszahnäder senkrecht zur Drehachse der
Abtriebswelle verlaufen und die Übertragungszahnäder
gemeinsam über den Aktuator verdrehbar sind. Insbe-
sondere können drei Übertragungszahnäder verteilt im
Abstand von je 120° um die Abtriebsachse verteilt ange-
ordnet werden, wodurch auftretende Querkräfte am An-
triebsrad oder der Abtriebswelle minimiert werden.

[0015] Es wird somit eine Vorrichtung zur Phasenver-
schiebung des Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer
Abtriebswelle geschaffen, die aufgrund minimierten Ver-
schleißes eine hohe Lebensdauer aufweist. Außerhalb
der Verstellzeiten besteht kein Energiebedarf, da durch
die Entkopplung von der Drehbewegung der Abtriebs-
welle bei Selbsthemmung keine Drehmomente vom Ak-
tuator aufgenommen werden müssen.

[0016] Drei Ausführungsbeispiele einer erfindungsge-
mäßigen Vorrichtung sind in den Zeichnungen dargestellt
und werden nachfolgend beschrieben.

[0017] Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Aus-
schnitts einer ersten Ausführungsform einer erfindungs-
gemäßen Vorrichtung zur Phasenverschiebung des
Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
in geschnittener Darstellung.

[0018] Figur 2 zeigt eine Seitenansicht einer zweiten
Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung
zur Phasenverschiebung des Drehwinkels eines An-
triebsrades zu einer Abtriebswelle in geschnittener Dar-
stellung, wobei die Abtriebswelle und der Antrieb des Ak-
tuators nicht dargestellt sind.

[0019] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung ei-
ner alternativen Ausführungsform der erfindungsgemä-
ßen Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle.

[0020] Im Folgenden werden zunächst die bauglei-
chen Teile gemäß der Figuren 1 und 2 beschrieben. Die
erfindungsgemäßen Vorrichtungen bestehen aus einem
Antriebsrad 2, welches eine Außenverzahnung 4 auf-
weist, in die beispielsweise ein Zahnriemen eingreift,
über den das Antriebsrad 2 mit einer Kurbelwelle zur Be-
wegungsübertragung verbunden ist.

[0021] Das Antriebsrad 2 ist drehfest mit einem An-
triebszahnrad 6 verbunden oder einstückig mit diesem
hergestellt, dessen Verzahnung 8 an einer Frontseite am
Umfang des Antriebszahnades 6 ausgebildet ist. Das
Antriebsrad 2 sowie das Antriebszahnrad 6 sind um eine
gemeinsame Drehachse 10 drehbar angeordnet.

[0022] Das Antriebszahnrad 6 kämmt mit insgesamt
drei Übertragungszahnädern 12, deren Verzahnungen
13 an ihrem Außenumfang sich radial erstreckend aus-
gebildet ist. An der zum Antriebszahnrad 6 gegenüber-
liegenden Seite greifen die Verzahnungen 13 der Über-
tragungszahnäder 12 in eine sich wiederum axial er-
streckende Verzahnung 15 eines Abtriebszahnades 14,

welches wiederum einstückig mit einem Abtriebsrad 15 hergestellt ist.

[0023] Dieses Abtriebszahnrad 14 ist drehfest an einem Trägerelement 16 angeordnet, welches über eine gegen Verdrehen gesicherte Schraube 18 an einer Abtriebswelle 20 befestigt ist, welche in Figur 2 nicht näher dargestellt ist. Das Trägerelement 16 weist einen im wesentlichen zylindrisch geformten Abschnitt 19 auf, an dessen ersten axialen Ende sich eine Wand 22 in radialer Richtung erstreckt, an der das Abtriebszahnrad 14 befestigt ist und dessen entgegengesetztes zweites Ende gegen die Abtriebswelle 20 anliegt. Die Schraube 18 wird vom ersten axialen Ende des Trägerelementes 16 durch eine zentrale Bohrung 24 in ein Gewindeloch 26 der Abtriebswelle 20 geschraubt.

[0024] Der zylindrische Abschnitt 19 des Trägerelementes 16 ist bei der Ausführung gemäß der Figur 1 von einer Buchse 28 umgeben, welche einen Kragen 30 aufweist, der wiederum gegen einen äußeren Bereich der Abtriebswelle 20 anliegt. Auf der Buchse 28, diese umgebend und sich in axialer Richtung an den Kragen 30 anschließend, ist zunächst der Innenumfang des Antriebszahnrades 6 gleitend angeordnet, der bei der Ausführung gemäß der Figur 2 direkt gleitend auf dem Trägerelement 16 angeordnet ist. Hieran sich in axialer Richtung anschließend ist in beiden Ausführungsformen ein Drehachsenträger 32 angeordnet, von dem aus sich drei Bolzen 33 in radialer Richtung im Abstand von 120° über den Umfang verteilt erstrecken, welche als Lagerstellen für die Übertragungszahnräder 12 dienen. Diese Bolzen stehen somit im rechten Winkel zur Drehachse 10. Auch der Drehachsenträger 32 ist drehbar auf der Buchse 28 bzw. in Figur 2 auf dem Trägerelement 16 angeordnet.

[0025] Die Übertragungszahnräder 12 sind in beiden Ausführungsbeispielen über ein Zwischenglied 34 drehbar, welches über einen Aktuator 36 linear bewegbar ist. Hierzu weist das Zwischenglied 34 einen Absatz 38 auf, gegen den ein Außenring 40 eines Kugellagers 42 axial anliegt, welches auch in anderer Form als Gleit- oder Wälzlager ausgeführt werden kann. An der axial gegenüberliegenden Seite ist der Außenring 40 über einen Sicherungsring 44, der in einer Innenumfangsnut 46 des Zwischengliedes 34 festgeklemmt ist, in seiner Position relativ zum Zwischenglied 34 fixiert. Ein Innenring 48 des Kugellagers 42 ist auf einem sich axial erstreckenden Teil eines Verstellelementes 50 angeordnet, welches einen Absatz 52 aufweist, gegen den der Innenring 48 axial anliegt und der an der gegenüberliegenden Seite über einen zweiten Sicherungsring 53 am Verstellelement 50 fixiert ist, der in Figur 2 ersichtlich ist.

[0026] Bei der Ausführung gemäß Figur 1 weist das Verstellelement 50 ein Innengewinde 54 auf, welches mit einem Außengewinde 56 einer Schnecke 58 zusammenwirkt, die auf einer Antriebswelle 60 einer nicht dargestellten Antriebseinheit, beispielsweise eines Elektromotors, befestigt ist. Das Verstellelement 50 ist über einen Bolzen 51 gegen Verdrehen gesichert, so dass durch Drehen der Abtriebswelle 60 und somit der Schnecke 58

eine lineare Bewegung des Verstellelementes 50 folgt. Diese lineare Bewegung des Verstellelementes 50 wird über das Kugellager 42 auf das Zwischenglied 34 übertragen.

[0027] Das Zwischenglied 34 weist drei axiale Endabschnitte 62 auf, die jeweils einen Hebelzapfen 64 vollständig umgreifen, der an einem nicht dargestellten Hebelarm befestigt ist, der fest mit dem jeweiligen Übertragungszahnrad 12 verbunden ist, so dass die lineare Bewegung des Zwischengliedes 34 in eine rotatorische Bewegung des jeweiligen Übertragungszahnades 12 umgewandelt wird. Bei dieser Ausführung erstrecken sich die axialen Endabschnitte 62 des Zwischengliedes 34 durch entsprechend ausgeführte Öffnungen des Trägerelementes 16.

[0028] Bei Stillstand des Aktuators 36 wird die Bewegung des Antriebsrades 4 über die Übertragungszahnräder 12 und das Abtriebszahnrad 14 auf das Trägerelement 16 und somit auf die Abtriebswelle 20 übertragen. Die axialen Endabschnitte 62 verhindern durch das Umschließen des Hebelzapfens 64 eine Eigendrehung der Übertragungszahnräder 12, so dass keine Relativbewegung zwischen dem Antriebszahnrad 6 und dem Abtriebszahnrad 14 auftreten kann. Somit dreht sich das gesamte Getriebe 70 mit dem Zwischenglied 34 und der Abtriebswelle 20 als Paket mit der Geschwindigkeit des Antriebsrades 4. Während der Drehbewegung des Getriebes 70 sowie der Abtriebswelle 20 bleibt der Aktuator 36 aufgrund des Kugellagers 42 in seiner Lage unverändert, da zwar der Außenring 40 des Kugellagers 42 in Drehung versetzt wird, der Innenring 48 jedoch stehen bleibt. Somit existiert eine rotatorische Entkopplung des Aktuators 36 vom Getriebe 70. Da jede rotatorische Bewegung der Übertragungszahnräder 12 auch eine lineare in Achsrichtung wirkende Komponente aufweist, wird eine Drehung der Übertragungszahnräder 12 durch eine Selbsthemmung des Aktuators 36 in Axialrichtung verhindert, so dass eine Bestromung des Aktuators 36 außerhalb der Verstellzeiten entfällt.

[0029] Wird der Aktuator 36 betätigt, dreht sich die Schnecke 58 und das Verstellelement 50 wird axial entlang der Drehachse 10 verschoben. Hierdurch wird auch das Kugellager 42 und somit das gekoppelte Zwischenglied 34 verschoben, dessen Endabschnitte 62 durch diese Bewegung die Hebelzapfen 64 und somit die Übertragungszahnräder 12 in Drehung versetzen. Diese rollen hierdurch auf den Verzahnungen 8, 15 des Antriebszahnades 6 und des Abtriebszahnades 14 ab und verdrehen das Abtriebszahnrad 14 relativ zum Antriebszahnrad 6.

[0030] Bei der Ausführung gemäß Figur 2 dient die Schnecke 58 gleichzeitig als Verstellelement 50. Ein Innengewinde 72 eines feststehenden Teils 74 des Aktuators 36 wirkt hier mit dem Außengewinde 56 der Schnecke 58 zusammen, die drehfest und axial verschieblich auf der Antriebswelle 60 der nicht dargestellten Antriebseinheit befestigt ist. Durch Drehung der Abtriebswelle 60 verschiebt sich die Schnecke 58 und somit das Verstel-

lelement 50 in axialer Richtung auf der Antriebswelle 60. Dies kann auch dadurch erreicht werden, dass die Schnecke 58 drehgesichert wird und das äußere Teil 74 axial gesichert angetrieben wird. Diese lineare Bewegung des Verstellelementes 50 wird über das Kugellager 42 auf das Zwischenglied 34 übertragen.

[0031] Bei Stillstand des Aktuators 36 bleibt die Übertragung der Bewegung gemäß des Ausführungsbeispiels der Figur 2 im Wesentlichen identisch zu der zu Figur 1 Beschriebenen, wobei ein Drehen der Übertragungszahnräder 12 relativ zum Antriebszahnrad 8 oder zum Abtriebszahnrad 14 durch einen Eingriff des Zwischengliedes 34 an den Übertragungszahnrädern 12 verhindert wird. Das Zwischenglied 34 weist hierzu an seinem zum Kugellager 42 entgegengesetzten axialen Ende Zahnstangen 78 auf, die in die Verzahnung 13 der Übertragungszahnräder 12 eingreifen. Die Übertragungszahnräder 12 sind hierzu bei dieser Ausführungsform höher ausgebildet, so dass sie radial über den Außenumfang des Abtriebszahnrades 14 hinweg ragen. In diesem Außenbereich können somit die Zahnstangen 78 in den oberen Teil der Übertragungszahnräder 12 eingreifen. Um den Eingriff der Zahnstangen 78 in die Übertragungszahnräder 12 sicherzustellen, ist es erforderlich, dass das Zwischenglied 34 am Drehachsenträger 32 gegen Verdrehen relativ zum Drehachsenträger 32 gesichert ist. Dies geschieht durch eine axial verlaufende Nut 80 am Zwischenglied 34, in die ein Gleitschuh 76 des Drehachsenträgers 32 ragt.

[0032] Vorteilhaft ist es, für das Zwischenglied 34 eine im wesentlichen hohlzylindrische Form zu wählen, welche lediglich durch drei axial verlaufende Schlitz unterbrochen wird, an deren einer Außenwand die Verzahnung der Zahnstangen 78 ausgebildet wird. Entsprechend wird auch hier ein Verdrehen der Übertragungszahnräder 12 relativ zum Antriebszahnrad 8 oder zum Abtriebszahnrad 14 durch die Selbsthemmung des Schneckentriebes verhindert, welcher eine lineare Verschiebung des Zwischengliedes 34, die für eine rotatorische Drehung der Übertragungszahnräder 12 erforderlich wäre, verhindert.

[0033] Wird der Aktuator 36 bei der Ausführungsform gemäß der Figur 2 betätigt, wird wiederum das Zwischenglied 34 durch die axiale Bewegung der Schnecke 58 bzw. des Verstellelementes 50 axial verschoben, wodurch die Übertragungszahnräder 12 in Drehung versetzt werden, so dass das Abtriebszahnrad 14 in gleicher Weise zum Antriebszahnrad 8 verdreht wird, wie es bereits in der Ausführung gemäß Figur 1 beschrieben wurde.

[0034] Die in Figur 3 schematisch dargestellte Ausführung unterscheidet sich von den Ausführungen gemäß der Figuren 1 und 2 dadurch, dass statt des Drehachsenträgers das Antriebsrad 2 sich ringförmig in Axialrichtung am Außenumfang erstreckt, wobei am axialen, in Richtung zum Aktuator 36 weisenden Ende nach radial innen weisende Bolzen 33 befestigt sind oder einstückig mit dem Antriebsrad 2 ausgebildet sind, auf dem die Über-

tragungszahnräder 12 gelagert sind. Die Übertragungszahnräder stehen in der bereits beschriebenen Weise mit dem einstückig mit dem Abtriebsrad 15 ausgebildeten Abtriebszahnrad 14 in Eingriff. Das Abtriebsrad 15 ist zumindest drehfest auf der Abtriebswelle 20 angeordnet. In der dargestellten Ausführung weisen die Übertragungszahnräder 12 wiederum exzentrisch angeordnete Hebelzapfen 64, welche erfindungsgemäß über den Aktuator 36 und die lineare Verschiebung des Zwischengliedes 34 in gleicher Weise wie zu Figur 1 bereits beschrieben wurde, in Drehung versetzbar sind. Entsprechend ist in der Figur 3 lediglich das Zwischenglied 34 dargestellt.

[0035] Werden nun die Hebelzapfen 64 über den Aktuator 36 in ihrer Position gehalten, wird die Drehbewegung des Antriebsrades 2 auf die Übertragungszahnräder 12 übertragen, die bei Stillstand des Aktuators 36 das Abtriebszahnrad 14 und somit die Abtriebswelle 20 mitnehmen, wobei das Zwischenglied 34 mit gleicher Geschwindigkeit umläuft, jedoch auch hier über ein nicht näher dargestelltes Lager vom Aktuator 36 rotatorisch entkoppelt ist. Zur Phasenverschiebung wird der Aktuator 36 in bekannter Weise betätigt, wodurch das Abtriebszahnrad 14 durch die nun erfolgende Abrollbewegung zum Antriebsrad 2 verdreht wird.

[0036] Selbstverständlich ist diese Ausführung auch insofern zu verändern, als dass die Übertragungszahnräder am Abtriebsrad gelagert werden und mit einem Antriebszahnrad kämmen.

[0037] Die beschriebenen Ausführungsformen weisen eine hohe Lebensdauer auf, da die mechanische Belastung des Aktuators minimiert wird. Im Vergleich zu anderen bekannten Vorrichtungen zur Phasenverstellung wird der Energiebedarf deutlich gesenkt, da ein Drehmoment nur während der Verstellzeiten aufgebracht werden muss.

[0038] Es sollte deutlich sein, dass verschiedene konstruktive Modifikationen im Vergleich zu den beschriebenen Ausführungsformen möglich sind, ohne den Schutzbereich des Hauptanspruchs zu verlassen. So können beispielsweise statt der drei Übertragungszahnräder fünf verwendet werden, oder bei ausreichender Festigkeit auch nur ein einzelnes. Desweiteren können die hier vorgesehenen Geradzahnungen ersetzt werden durch Kegelräder und die Kugellager durch andere Wälz- oder Gleitlager. Auch ist die Antriebseinheit des linear wirkenden Aktuators weitestgehend frei wählbar. Lediglich eine Selbsthemmung in axialer Richtung sollte gegeben sein. So können neben einem elektrischen Steller auch pneumatische oder hydraulische Steller verwendet werden. Dies ist insbesondere durch die ortsfeste Position des Aktuatorgehäuses möglich.

55 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwinkels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle mit

- einem Getriebe,
 einem Antriebsrad,
 einem Abtriebsrad, welches zumindest drehfest mit
 der Abtriebswelle gekoppelt ist und
 zumindest einem Übertragungszahnrad, welches
 mit einem fest mit dem Antriebsrad gekoppelten An-
 triebszahnrad und/oder einem fest mit dem Abtriebs-
 rad gekoppelten Abtriebszahnrad in Eingriff steht,
 sowie einem linear wirkenden Aktuator, der mittels
 eines Zwischengliedes zur Phasenverschiebung ei-
 ne Bewegung des zumindest einen Übertragungs-
 zahnrades bewirkt,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Aktuator (36) mittels des Zwischengliedes (34)
 das zumindest eine Übertragungszahnrad (12) rela-
 tiv zum Antriebsrad (2) und/oder zum Abtriebsrad
 (15) in Drehung versetzt und der Aktuator (36) rota-
 torisch vom Zwischenglied (34) entkoppelt ist.
2. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Aktuator (36) über ein Lager (42), welches in
 Kraftflussrichtung zwischen Aktuator (36) und Zwi-
 schenglied (34) angeordnet ist, rotatorisch vom Zwi-
 schenglied (34) entkoppelt ist.
3. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Drehachse des zumindest einen Übertragungs-
 zahnrades (12) senkrecht zu einer Drehachse (10)
 des Antriebsrades (2) und des Abtriebsrades (15)
 steht.
4. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das zumindest eine Übertragungszahnrad (12) über
 linear verschiebbliche Zahnstangen (78) in Drehung
 versetzbar ist.
5. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 an dem zumindest einen Übertragungszahnrad (12)
 ein Hebelzapfen (64) angeordnet ist, der parallel zu
 der Drehachse des zumindest einen Übertragungs-
 zahnrades (12) am zumindest einen Übertragungs-
 zahnrad (12) befestigt ist, wobei das Zwischenglied
 (34) mit dem Hebelzapfen (64) in Eingriff steht.
6. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
- nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Antriebsrad (2) zumindest drehfest mit dem An-
 triebszahnrad (6) gekoppelt ist,
 das Abtriebsrad (15) zumindest drehfest mit dem Ab-
 triebszahnrad (14) gekoppelt ist und das zumindest
 eine Übertragungszahnrad (12) mit dem Antriebs-
 zahnrad (6) und dem Abtriebszahnrad (14) in Eingriff
 steht.
7. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das zumindest eine Übertragungszahnrad (12) auf
 einem Bolzen (33) gelagert ist, der auf einem Dreh-
 achsenträger (32) befestigt ist.
8. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Antriebsrad (2) zumindest drehfest mit einem
 Antriebszahnrad (6) gekoppelt ist und das zumindest
 eine Übertragungszahnrad (12) mit dem Antriebs-
 zahnrad (6) in Eingriff steht und am Abtriebsrad (15)
 drehbar gelagert ist.
9. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Abtriebsrad (15) zumindest drehfest mit einem
 Abtriebszahnrad (14) gekoppelt ist und das zumin-
 dest eine Übertragungszahnrad (12) mit dem Ab-
 triebszahnrad (14) in Eingriff steht und am Antriebs-
 rad (2) drehbar gelagert ist.
10. Vorrichtung zur Phasenverschiebung des Drehwin-
 kels eines Antriebsrades zu einer Abtriebswelle
 nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 mehrere Übertragungszahnräder (12) fest zueinan-
 der angeordnet sind und mit dem Antriebszahnrad
 (6) und/oder dem Abtriebszahnrad (14) in Eingriff
 stehen, wobei die Drehachsen der Übertragungs-
 zahnräder senkrecht zur Drehachse (10) der Ab-
 triebswelle (20) verlaufen und die Übertragungs-
 zahnräder (12) gemeinsam über den Aktuator (36)
 verdrehbar sind.

Fig. 1

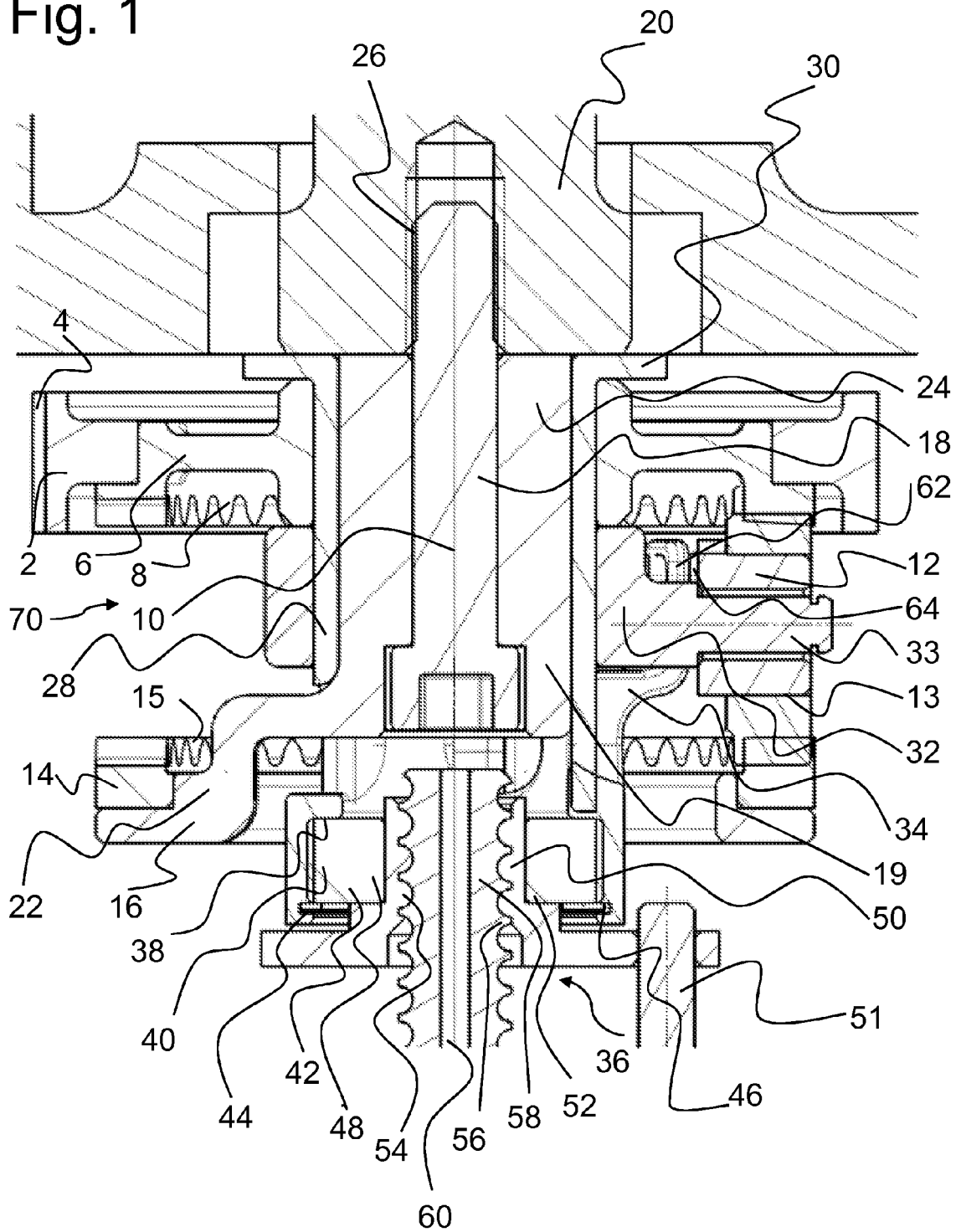


Fig. 2

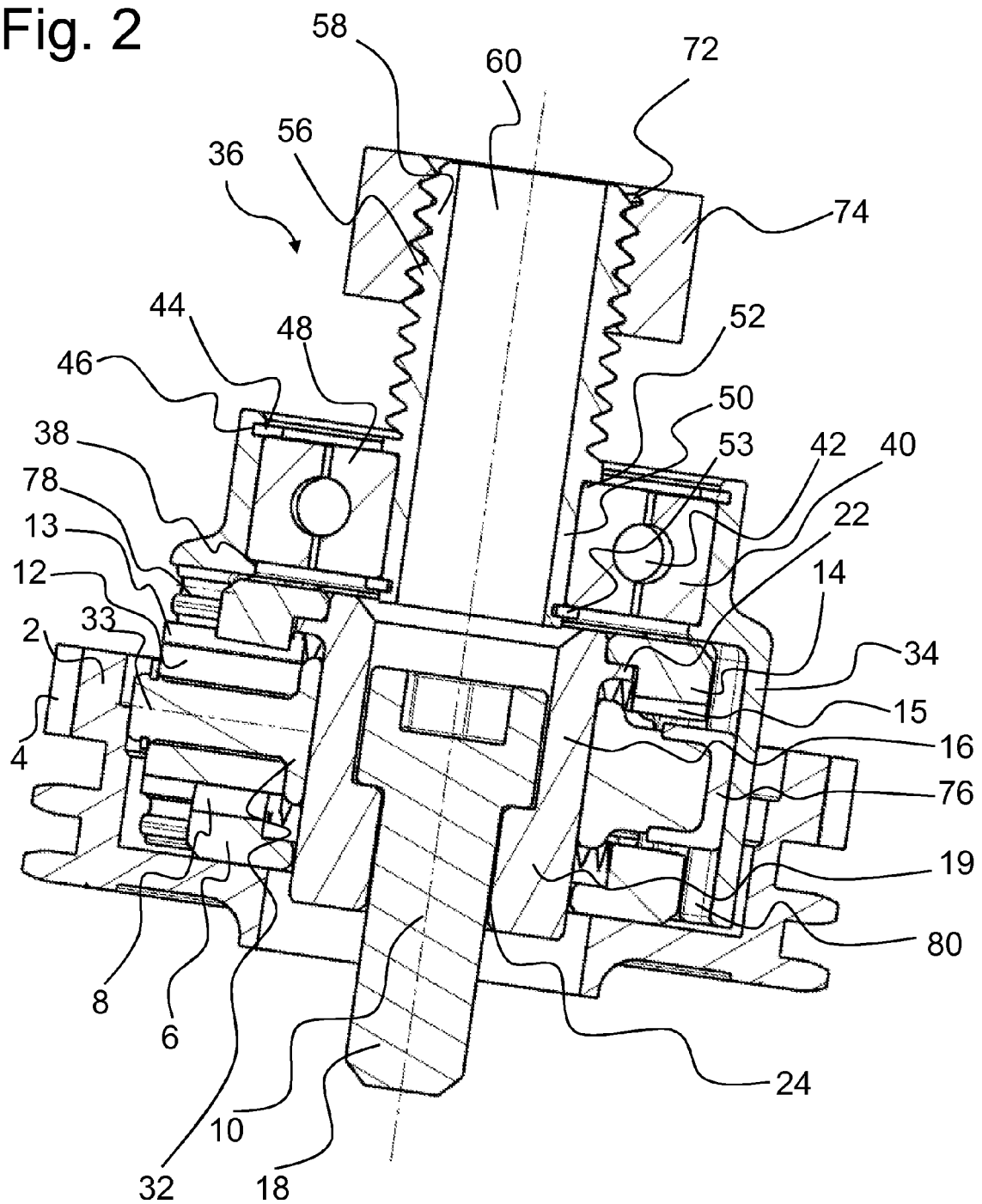
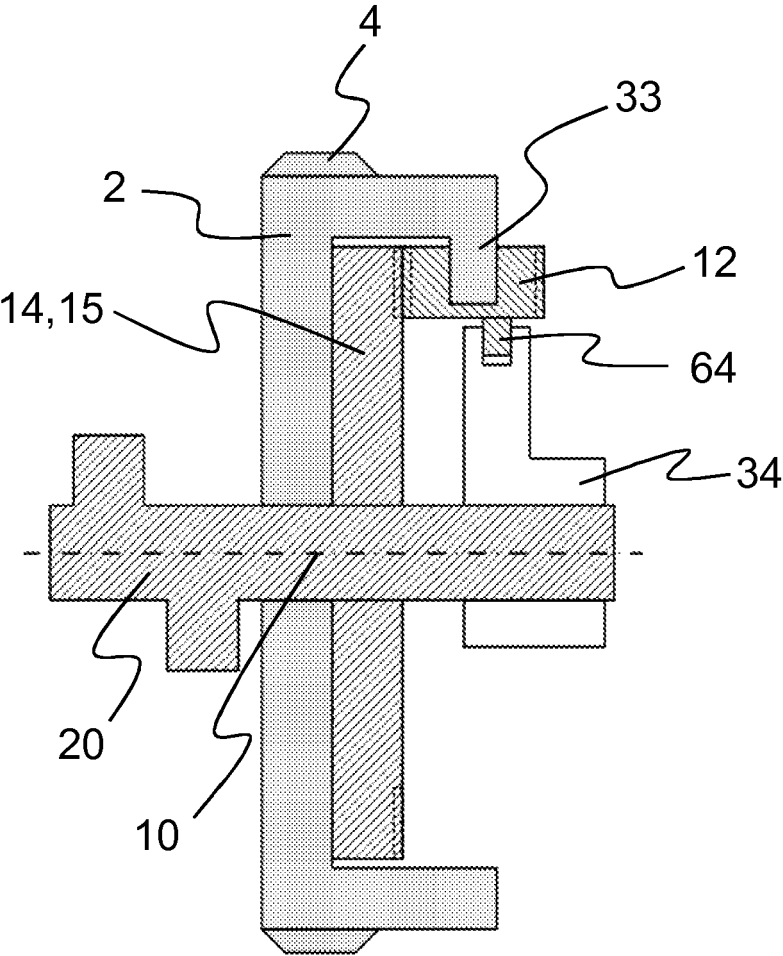


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 17 6025

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 88/07125 A1 (FORD WERKE AG [DE]; FORD FRANCE [FR]; FORD MOTOR CO [US]; FORD MOTOR C) 22. September 1988 (1988-09-22) * Abbildungen 1-3 *	1-8,10	INV. F01L1/344 F01L1/352
X	FR 2 526 858 A1 (ALFA ROMEO AUTO SPA [IT]) 18. November 1983 (1983-11-18) * Abbildung 2 *	1,2,6	
Y		4	
X	DE 43 11 264 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Oktober 1994 (1994-10-13) * Abbildung 1 *	1,2,6	
X	FR 2 665 483 A1 (ATSUGI UNISIA CORP [JP]) 7. Februar 1992 (1992-02-07) * Abbildungen 1,2 *	1,3,9,10	
A		7	
X	DE 40 40 486 A1 (SCHRICK GMBH DR [DE]) 2. Januar 1992 (1992-01-02) * Abbildungen 1,2,7,8 *	1,3-5,8	
A		7	
Y	DE 32 10 914 A1 (ATLAS FAHRZEUGTECHNIK GMBH [DE]) 29. September 1983 (1983-09-29) * Abbildungen 5,6 *	4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A		6	F01L
A	GB 2 221 513 A (FORD MOTOR CO [GB]) 7. Februar 1990 (1990-02-07) * Abbildung 1 *	1-10	
A	US 6 457 446 B1 (WILLMOT ERIC PAUL [AU]) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) * Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		13. April 2010	
		Prüfer	
		Clot, Pierre	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 17 6025

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 8807125	A1	22-09-1988	GB	2202917 A	05-10-1988
FR 2526858	A1	18-11-1983	DE	3316162 A1	17-11-1983
			GB	2120320 A	30-11-1983
			IT	1152959 B	14-01-1987
			US	4535731 A	20-08-1985
DE 4311264	A1	13-10-1994	FR	2703728 A1	14-10-1994
			JP	3532952 B2	31-05-2004
			JP	6299815 A	25-10-1994
			US	5365898 A	22-11-1994
FR 2665483	A1	07-02-1992	DE	4125232 A1	06-02-1992
			JP	4086310 A	18-03-1992
			US	5156119 A	20-10-1992
DE 4040486	A1	02-01-1992	KEINE		
DE 3210914	A1	29-09-1983	KEINE		
GB 2221513	A	07-02-1990	KEINE		
US 6457446	B1	01-10-2002	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5680836 A [0003]
- EP 0903470 B1 [0004]