



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 995 882 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2000 Patentblatt 2000/17

(51) Int. Cl.⁷: **F01L 1/344**

(21) Anmeldenummer: **99116481.5**

(22) Anmeldetag: **23.08.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **22.10.1998 DE 19848653**

(71) Anmelder:
**Dr.Ing. h.c.F. Porsche
Aktiengesellschaft
70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Jochim, Axel Willi
72622 Nürtingen (DE)**
• **Knecht, Andreas
72127 Kusterdingen (DE)**

(54) **Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung einer Welle zu einem Antriebsrad**

(57) Die Vorrichtung zur relativen Drehwinkeländerung der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu ihrem Antriebsrad besteht im wesentlichen aus einem mit Stegen oder Flügeln versehenen Innenteil, das in einem Zellenrad drehbeweglich angeordnet ist. Dieses angetriebene Zellenrad weist mehrere über den Umfang verteilte Stege auf, die durch die Stege bzw. Flügel des Innenteils in jeweils zwei Druckräume unterteilt sind. Durch deren Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung wird die Drehwinkeländerung verursacht. Die Druckräume werden in Abhängigkeit von der zu erzielenden Verdrehbewegung bezogen auf die Antriebsdrehrichtung unterschiedlich mit Druck beaufschlagt. Bei einer Verdrehung gegen die Antriebsdrehrichtung wird eine größere hydraulisch wirksame Fläche mit Druck beaufschlagt als bei einer Verdrehung in Antriebsdrehrichtung.

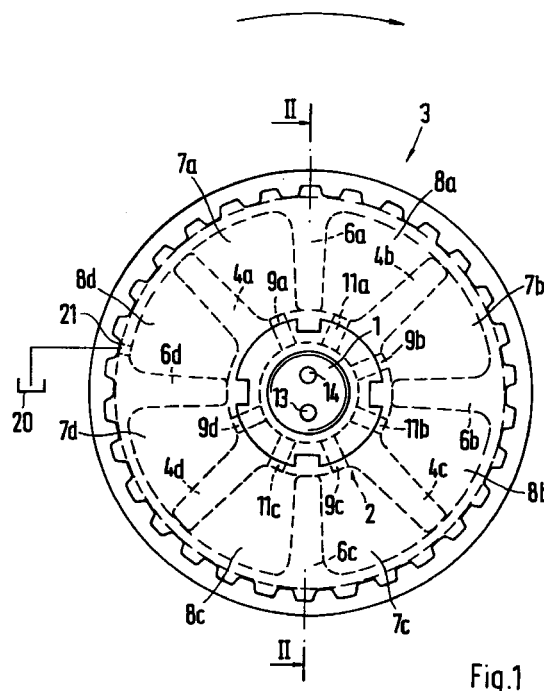


Fig.1

EP 0 995 882 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung einer Welle zu einem Antriebsrad, insbesondere der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, nach der Gattung des Hauptanspruches.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der US-A 4,858,572 bekannt. Bei dieser gattungsgemäßen Vorrichtung ist ein Innenteil drehfest mit dem Ende der Nockenwelle verbunden, das an seiner Außenseite mehrere über den Umfang verteilte radiale Schlitze aufweist, in denen Flügelemente radial verschieblich geführt sind. Dieses Innenteil wird von einem Zellenrad umgeben, das mehrere hydraulisch beaufschlagbare Zellen aufweist, die durch die Flügel in zwei gegeneinander auf diese einwirkende Druckräume unterteilt werden. Durch Druckbeaufschlagung dieser Druckräume kann in Abhängigkeit von der Druckdifferenz das Innenteil und damit die Nockenwelle relativ zum Zellenrad verdreht werden.

[0003] Aus der DE 39 22 962 A1 ist weiterhin eine Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle zu ihrem Antriebsrad bekannt, bei der das Innenteil mit festen, radial verlaufenden Stegen versehen ist.

[0004] Bei diesen bekannten Vorrichtungen zur hydraulischen Drehwinkelverstellung einer Welle zu ihrem Antriebsrad sind die für die Verdrehung erforderlichen Kräfte in Abhängigkeit von der Verdrehrichtung unterschiedlich. Die erforderlichen Kräfte bei einer Verdrehung in Antriebsrichtung sind bei Vernachlässigung der durch den jeweiligen Nockenaufbau und Nockenablauf verursachten Kräfte bzw. Momente größer als die für eine Verdrehung gegen die Antriebsrichtung. Da der Hydraulikkreislauf für eine derartige Vorrichtung auf die maximal erforderliche Kraft ausgelegt ist, sind entsprechend große wirksame Druckflächen erforderlich, die ein entsprechend großes hydraulisches Schluckvolumen erfordern. Dadurch wird in Abhängigkeit von der Auslegung der Druckmittelversorgung die Verstellgeschwindigkeit begrenzt.

[0005] Es ist demgegenüber die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung einer Welle zu ihrem Antriebsrad dahingehend zu verbessern, daß bei vorgegebenem maximalen Verstelldruck eine schnellere Verstellung möglich ist und/oder eine Reduzierung des maximal erforderlichen Druckes bzw. eine Reduzierung des maximal erforderlichen Fördervolumens ermöglicht wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Wird das sich aus den Druckräumen und der Druckmittelzu- und Druckmittelabfuhr zusammensetzende hydraulische System der Vorrichtung dahingehend ausgelegt, daß die die Verdrehung verursachende hydraulisch verursachte Kraft für die

beiden Drehrichtungen bei gleichen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine unterschiedlich ist, kann insgesamt eine drehrichtungsbezogen optimale Auslegung dieses hydraulischen Systems erfolgen, so daß insgesamt eine schnellere Verstellung und/oder eine Reduzierung des maximal erforderlichen hydraulischen Druckes bzw. Fördervolumens möglich ist.

[0007] Insbesondere wenn das hydraulische System der Vorrichtung so ausgelegt ist, daß die hydraulisch wirksame Gesamtfläche der Druckräume drehrichtungsbezogen unterschiedlich ist, können schnellere Verstellzeiten ermöglicht werden. Die für eine Verdrehung gegen die Antriebsdrehrichtung wirkende hydraulisch wirksame Gesamtfläche ist dabei größer ausgelegt als die für eine Verdrehung in Gegenrichtung. Dadurch wird das für die Verdrehung in Antriebsrichtung nötige Schluck- bzw. Fördervolumen gegenüber dem maximal erforderlichen Volumen deutlich verringert, so daß bei gleichbleibendem Förderdruck bzw. Fördervolumen eine schnellere Verstellung möglich ist. Bei einer Verdrehung gegen die Antriebsrichtung ist gleichzeitig das aus den zu entlastenden Druckräumen zu verdrängende Ölvolumen geringer, so daß insgesamt geringere Drosselverluste auftreten und auch dadurch eine schnellere Verstellung möglich ist.

[0008] Eine derartige drehrichtungsbezogen unterschiedliche Auslegung des Hydrauliksystems der Vorrichtung läßt sich auf besonders vorteilhafte Weise bei symmetrischem Aufbau der Vorrichtung erzielen, wenn mindestens ein Druckraum ständig druckentlastet ist.

[0009] Der ständig druckentlastete Druckraum ist dabei auf besonders vorteilhafte Weise mit dem Ölrücklauf der Brennkraftmaschine verbunden, so daß in diesen Druckraum eindringendes Lecköl abfließen kann und es nicht zum Aufbau eines gegen die Verdrehung wirkenden Gegendruckes kommen kann.

[0010] Eine drehrichtungsbezogen unterschiedliche Auslegung des Hydrauliksystems der Vorrichtung kann dabei auf besonders vorteilhafte Weise so ausgelegt werden, daß die Anzahl der bei Drehbewegung in jeweils eine der beiden Richtungen mit Druck beaufschlagten Druckräume unterschiedlich ist. Dabei ist die Anzahl der für eine Verdrehung gegen die Antriebsdrehrichtung mit Druck beaufschlagten Druckräume größer als die bei entsprechender Verdrehung in Gegenrichtung mit Druck beaufschlagten Druckräume. Die Größe der wirksamen Druckflächen je Druckraum kann dabei auf vorteilhafte Weise in den jeweils druckbeaufschlagten Druckräumen gleich ausgebildet sein.

[0011] Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt in

Fig. 1 eine Ansicht der Verstelleinrichtung von der der Nockenwelle abgewandten Seite her

gesehen und in
 Fig. 2 einen vereinfacht dargestellten Schnitt entlang der Linie II-II nach Fig.

[0013] In der Zeichnung ist mit 1 die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine dargestellt, an deren freien Ende das Innenteil 2 einer Verstellvorrichtung 3 drehfest angeordnet ist. Dieses Innenteil 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel mit vier radial angeordneten Stegen 4a bis 4d versehen. Das Innenteil wird von einem Zellenrad 5 umfaßt, das auf nicht näher dargestellte Weise mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden ist und demzufolge als Antriebsrad wirkt. Das Zellenrad 5 ist mit vier nach innen ragenden radialen Stegen 6a bis 6d versehen, zwischen denen vier Zellen ausgebildet sind, die durch die Stege des Innenteils in jeweils zwei Druckräume 7a bis 7d bzw. 8a bis 8d unterteilt sind. Diese Druckräume sind so ausgebildet, daß die gesamte, radiale Stirnfläche der Stege 4a bis 4d in beide Verstellrichtungen gleich ist. Die Druckräume 7a bis 7d sind jeweils über eine radiale Bohrung 9a bis 9d im Innenteil 2 mit einer Ringnut 10 an der Nockenwelle 1 verbunden. Die Druckräume 8a bis 8c sind über radiale Bohrungen 11a bis 11c im Innenteil 2 mit einer zweiten Ringnut 12 in der Nockenwelle 1 verbunden. Die radialen Bohrungen 9a bis 9d und 11a bis 11c sind jeweils so angeordnet, daß sie im Fußbereich der Stege 4a bis 4d in die entsprechenden Druckräume münden. Die beiden Ringnuten 10 und 12 sind jeweils mit einem in der Nockenwelle 1 verlaufenden Druckkanal 13 bzw. 14 verbunden. Diese Druckkanäle 13 und 14 sind auf an sich bekannte Weise über ein Nockenwellenlager 15 mit jeweils einer Steuerleitung 16 bzw. 17 verbunden. Die beiden Steuerleitungen 16 und 17 sind mit einem beispielsweise als 4/3-Wegeventil ausgebildeten Steuer-

[0014] In diesem Ausführungsbeispiel wird die Nockenwelle 1 bzw. das Zellenrad 5 über eine Endloskette von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Ein derartiger Steuerkettentrieb ist üblicherweise im Inneren der Brennkraftmaschine angeordnet bzw. gekapselt, so daß eine Schmierung des Kettentriebes ohne Austritt von Öl an die Umgebung möglich ist.

[0015] Es ist jedoch ohne weiteres möglich, den Antrieb der Nockenwelle bzw. des Zellenrades 5 über einen Zahnriemen zu bewirken, so daß dieser Steuertrieb üblicherweise an der Stirnseite der Brennkraftmaschine außerhalb des eigentlichen Maschinengehäuses angeordnet ist, und eine Schmierung nicht erforderlich bzw. nicht vorgesehen ist.

[0016] Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Druckraum 8d über eine radiale Bohrung 21 mit dem Außenumfang des Zellenrades 5 verbunden. Durch diese radiale Bohrung 21 kann sich das im Druckraum 8d infolge von Leckverlusten über die Dichtspalte an den Stegen 4a und 6d im Druckraum ansam-

melnde Öl ständig abfließen, so daß der Druckraum 8d ständig druckentlastet ist.

[0017] Ist aufgrund der Einbaulage der Verstellvorrichtung bzw. aufgrund der Antriebsart der Nockenwelle ein derartiger Ölabbau nach außen nicht möglich, kann der Druckraum 8d ohne weiteres über das Innenteil 2 druckentlastet werden. Dabei kann beispielsweise eine radiale Bohrung im Innenteil mit einem weiteren Druckkanal in der Nockenwelle verbunden werden, der beispielsweise mit dem Innenraum des nicht dargestellten Zylinderkopfes und dem darin befindlichen Ölrücklauf verbunden ist.

[0018] In der in Fig. 1 dargestellten Schaltstellung II (Neutralstellung) des Steuerventils 18 sind die Anschlüsse an die beiden Steuerleitungen 16 und 17, die Druckmittelpumpe 19 und der Öltank 20 jeweils einseitig verschlossen. In dieser Schaltstellung ist die Verstellvorrichtung hydraulisch eingespannt und behält die jeweilige relative Lagezuordnung von Innenrad und Zellenrad bei. Die Antriebsdrehrichtung der Nockenwelle 1 bzw. des Zellenrades 5 ist bei der in Fig. 1 dargestellten Ausbildung und Ansicht der Verstellvorrichtung im Uhrzeigersinn ausgelegt.

[0019] In der Schaltstellung I des Steuerventils 18 sind die Druckräume 7a bis 7d über die Bohrungen 9a bis 9d, die Ringnut 10, den Druckkanal 14 und die Druckleitung 17 mit der Druckmittelpumpe 19 verbunden und entsprechend mit Druck beaufschlagt. Gleichzeitig sind die Druckräume 8a bis 8c über die Bohrungen 11a bis 11c, die Ringnut 12, den Druckkanal 13 und die Druckleitung 16 mit dem Öltank 20 verbunden und somit entlastet. Der Druckraum 8d ist gleichzeitig über die Bohrung 21 ständig druckentlastet. Das Innenteil 2 wird durch die Druckbeaufschlagung der Druckräume 7a bis 7d bei der in Fig. 1 gewählten Blickrichtung im Gegenuhrzeigersinn zum Zellenrad 5 verdreht. Die Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad erfolgt also gegen die Antriebsdrehrichtung. Durch diese Verdrehung wird gleichzeitig das in den Druckräumen 8a bis 8c befindliche Druckmittel zusätzlich zum Öltank 20 verdrängt.

[0020] In der Schaltstellung III des Steuerventils 18 sind dagegen die Druckräume 8a bis 8c mit der Druckmittelpumpe und die Druckräume 7a bis 7d mit dem Öltank 20 über die zuvor beschriebenen Leitungsverbindungen verbunden. Durch die Druckbeaufschlagung der Druckräume 8a bis 8c wird das Innenteil 2 relativ zum Zellenrad im Uhrzeigersinn verdreht. Gleichzeitig wird das in den Druckräumen 7a bis 7d befindliche Druckmittel zum Öltank 20 verdrängt. Bei der Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad in Antriebsdrehrichtung werden in diesem Ausführungsbeispiel nur drei Druckräume mit Druck beaufschlagt, deren wirksame hydraulische Fläche so ausgelegt ist, daß in allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine eine ausreichend schnelle Verstellung möglich ist. Durch die Reduzierung der mit Druck zu beaufschlagenden Druckräume bei dieser Verstellrichtung ist aufgrund des

verringerten Schluckvolumens der zu beaufschlagenden Druckräume eine sehr schnelle Verstellung möglich.

[0021] Wird bei diesem Ausführungsbeispiel das Innenrad gegen die Antriebsdrehrichtung relativ zum Zellenrad verdreht, werden vier Druckräume mit Druck beaufschlagt. Gleichzeitig muß aus drei Druckräumen das darin befindliche Druckmittel verdrängt werden. Der vierte nicht mit Druck beaufschlagte Druckraum 8d ist gleichzeitig ständig über die Bohrung 21 druckentlastet. Durch die Reduzierung der Anzahl der Druckräume, aus denen Druckmittel zu verdrängen ist, ist eine deutliche Reduzierung des hydraulischen Widerstandes bzw. der bei der Verdrängung auftretenden Drosselwiderstände möglich, so daß insgesamt eine sehr schnelle und verlustarme Verstellung möglich ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur relativen Drehwinkeländerung der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad, mit einem drehfest mit der Nockenwelle (1) verbundenen Innenteil (2), das zumindest annähernd radial verlaufende Stege oder Flügel (4a bis 4d) aufweist, und mit einem angetriebenen Zellenrad (5), das mehrere über den Umfang verteilte, durch Stege (6a bis 6d) begrenzte Zellen aufweist, die von den darin winkelbeweglich geführten Stegen oder Flügeln des Innenteils in zwei Druckräume (7a bis 7d, 8a bis 8d) unterteilt sind, bei deren hydraulischer Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung die Nockenwelle (1) über die Stege oder Flügel zwischen zwei Endstellungen relativ zum Zellenrad (5) verdrehbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Verdrehung verursachende, infolge der Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung auf die Stege oder Flügel einwirkende Kraft für die beiden Drehrichtungen bei gleichen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine unterschiedlich ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drehrichtungsbezogene hydraulisch wirksame Gesamtfläche der Druckräume (7a bis 7d, 8a bis 8d) unterschiedlich ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Druckraum (8d) ständig druckentlastet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der ständig druckentlastete Druckraum (8d) mit dem Ölrücklauf (20) der Brennkraftmaschine verbunden ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der bei Drehbewegung in jeweils eine der beiden Richtungen mit Druck beaufschlagten Druckräume (7a bis 7d, 8a bis 8c) unterschiedlich ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Verdrehung gegen die Antriebsdrehrichtung mehr Druckräume (7a bis 7d, 8a bis 8c) mit Druck beaufschlagt werden als bei einer Verdrehung in Antriebsdrehrichtung.

