

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 025 343 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

16.07.2003 Patentblatt 2003/29

(51) Int Cl.7: **F01L 1/344**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP99/02505

(21) Anmeldenummer: **99917979.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/061759 (02.12.1999 Gazette 1999/48)

(22) Anmeldetag: **14.04.1999**

(54) **EINRICHTUNG ZUR RELATIVEN DREHLAGENÄNDERUNG EINER WELLE ZUM ANTRIEBSRAD**

DEVICE FOR CHANGING THE RELATIVE ROTATIONAL POSITION OF A SHAFT TO THE DRIVE WHEEL

DISPOSITIF DE MODIFICATION RELATIVE DE LA POSITION EN ROTATION D'UN ARBRE PAR RAPPORT AU PIGNON D'ENTREE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES FR GB IT SE

(72) Erfinder:

- **NIETHAMMER, Bernd**
D-72622 Nürtingen (DE)
- **KNECHT, Andreas**
D-72199 Ammerbuch (DE)
- **Trzmiel, Alfred**
72661 Grafenberg (DE)

(30) Priorität: **27.05.1998 DE 19823619**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

09.08.2000 Patentblatt 2000/32

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 829 621

EP-A- 0 896 129

(60) Teilanmeldung:

03009907.1

(73) Patentinhaber:

- **Dr.Ing. h.c.F. Porsche Aktiengesellschaft**
70435 Stuttgart (DE)
- **HYDRAULIK-RING GMBH**
72622 Nürtingen (DE)

EP 1 025 343 B1

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad, insbesondere einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, nach der Gattung des Hauptanspruches.

[0002] Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise aus der WO 95/31633 bekannt. Diese beschreibt eine Einrichtung zur Drehlagenänderung der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, wobei die Nockenwelle drehfest mit einem Innenrad verbunden ist, das radiale Stege aufweist, die zugeordnete Zellen eines Zellenrades in jeweils zwei gegeneinander wirkende Druckräume unterteilt. Dieses Zellenrad wird über einen Ketten- bzw. Riementrieb von der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine angetrieben. Die Druckbeaufschlagung der jeweiligen Druckräume erfolgt dabei über ein als 4/3-Wegeventil ausgebildetes Steuerventil, über das die Druckräume in Abhängigkeit von der erwünschten Drehlagenänderung mit einer Druckmittelpumpe bzw. einem Druckmitteltank verbunden sind. Dazu führt von diesem Steuerventil jeweils eine Druckleitung zu allen gleichsinnig wirkenden Druckräumen. In diesen Druckleitungen ist darüber hinaus jeweils ein hydraulisch entsperbares Rückschlagventil angeordnet, dessen Sperrwirkung jeweils vom Druck in der anderen Druckleitung aufhebbar ist. Über diese Rückschlagventile kann in der Neutralstellung des Steuerventils bei Vernachlässigung der Leckage-Verluste eine hydraulische Klemmung der beiden relativ zueinander verdrehbaren Bauteile erzielt werden. Eine derartige Einrichtung ist jedoch relativ aufwendig. Darüber hinaus kann es während des Verstellvorganges aufgrund der nahezu ungedrosselten Verbindung der einen Druckraumgruppe zum Druckmitteltank zu ungewollten Lageabweichungen und ungenauen bzw. schwankenden Verstellvorgängen kommen.

[0003] Aus der US-A 4,858,572 ist darüber hinaus eine Einrichtung zur Drehlagenänderung bekannt, bei der ein Innenteil drehfest mit dem Ende der Nockenwelle verbunden ist und 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 Zellenrad relativ zum Innenteil und damit zur Nockenwelle verdreht werden. Darüber hinaus ist im Zellenrad in zwei radialen Bohrungen in definierten Winkellagen jeweils ein hydraulisch beaufschlagbarer Kolben geführt, der in der zugeordneten Endlage der Vorrichtung in eine radiale Vertiefung des Innenteils eingeschoben werden kann. Diese Kolben werden durch Druckfederelemente in Richtung Innenteil beaufschlagt und sind in Gegenrichtung durch hydraulische Beaufschlagung der Bohrun-

gen im Innenring verschiebbar. Durch diese federbeaufschlagten Kolben soll die Vorrichtung in einer ihrer beiden Endlagen verriegelt werden, so lange der Druck zur Beaufschlagung der Druckräume ein definiertes Niveau nicht erreicht. Erst bei Erreichen eines bestimmten Druckniveaus werden die Kolben gegen die Wirkung der Druckfedern zurückgeschoben und ermöglichen ein Verdrehen des Innenteils relativ zum Zellenrad. Mit einer derartigen Vorrichtung sollen unter anderem Klappergeräusche beim Anlauf der Brennkraftmaschine vermieden werden, die durch wechselnde Momentenbelastungen beim Anlauf und Betrieb der Brennkraftmaschine auftreten können.

[0004] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad dahingehend zu verbessern, daß diese einfacher und kostengünstiger aufgebaut ist und eine schwankungsfreie Drehlagenänderung ermöglicht. Dabei soll vor allem auf die Verwendung mehrerer aufwendiger und teurer Steuerventile verzichtet werden.

[0005] Darüber hinaus soll bei Stillstand der Brennkraftmaschine und im stationären Betrieb der Einrichtung eine einfach wirkende hydraulische Verriegelung ermöglicht werden.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches gelöst.

[0007] Dadurch daß bei der Einleitung des Verstellvorganges der eine Druckraum mit der Druckmittelpumpe verbunden wird bevor der andere, entgegengerichtet wirksame mit dem Druckmitteltank verbunden wird, wird verhindert, daß der Druckabfall auf der zu entlastenden Seite schneller erfolgt als der Druckanstieg auf der gegenüberliegenden Seite. Dadurch ergibt sich eine Dämpfung bzw. Drosselung auf der Ablaufseite, durch die eine gegenüber dem Druckanstieg vorseilende Verstellung verhindert wird. Der Verstellvorgang wird damit gedämpft bzw. genauer. Eine derartige Steuerung der Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung ermöglicht den Verzicht auf aufwendige Dämpfungsmittel und ermöglicht auf einfache Weise eine kontrollierte Ansteuerung bzw. kontrollierte Umsetzung der Verstellbewegung als Folge der Druckansteuerung.

[0008] Eine über den gesamten Verstellvorgang wirkende Dämpfung bzw. Drosselung auf der Ablaufseite wird erreicht, wenn der Steuerquerschnitt zum Druckmitteltank während des Verstellvorganges stets kleiner als der Öffnungsquerschnitt zur Druckmittelpumpe ist. Dadurch wird über den gesamten Verstellvorgang ein Vorseilen gegenüber dem Druckanstieg verhindert, so daß über den gesamten Verstellvorgang eine sehr genaue Lagezuordnung und eine weitgehend schwankungsfreie Verstellung möglich ist.

[0009] Eine besonders vorteilhafte und kostengünstige Ausbildung der Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung ergibt sich, wenn sowohl die Zulaufsteuerung als auch die Ablaufsteuerung für die zugeordnete Dreh-

richtung über ein gemeinsames Ventilglied des Steuerventils gesteuert wird.

[0010] Eine derartige Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung wird noch einmal vereinfacht bzw. kostengünstiger, wenn für beide Richtungen der Drehlagenänderung ein gemeinsames Steuerventil bzw. ein gemeinsames Ventilglied genutzt werden.

[0011] Das Steuerventil kann dabei auf besonders vorteilhafte Weise als 4/3-Wegeventil ausgebildet sein, wobei das für die Zulauf- und Ablaufsteuerung für beide Drehrichtungen wirkende Ventilglied als Ventilschieber ausgebildet ist.

[0012] Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt in

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Druckmittelversorgung für einen phasenveränderbaren Nockenwellenantrieb und in

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Steuerventils.

[0014] In der Zeichnung ist mit 1 die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine bezeichnet, an der endseitig eine beispielsweise aus der DE 39 37 644 A1 bekannte Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinkelverstellung der Nockenwelle relativ zu ihrem Antriebsrad bzw. zur Kurbelwelle angeordnet ist. Diese Verstellvorrichtung 2 hat ein drehfest mit der Nockenwelle verbundenes Innenteil 3, das mit radialen Stegen 4 versehen ist. Diese unterteilen die durch radiale Stege 6 begrenzten Zellen eines Zellenrades 5 in jeweils zwei gegensinnig wirkende Druckräume. Das Zellenrad 5 ist gleichzeitig Antriebsrad und beispielsweise mit einem Kettentrieb oder Riementrieb mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden. Durch entsprechende Druckbeaufschlagung der Druckräume kann das mit der Nockenwelle 1 verbundene Innenteil 3 relativ zum Zellenrad 5 verdreht werden, so daß sich die Phasenlage der die Gaswechselventile betätigenden Nocken ändern.

[0015] Die hydraulische Ansteuerung der Druckräume erfolgt über zwei in der Nockenwelle getrennt voneinander ausgebildeten Druckkanäle 7 und 8, die über zwei in einem Nockenwellenlager 9 ausgebildete Ringnuten 9 und 10 jeweils mit einer Steuerleitung 11 bzw. 12 verbunden sind. Die beiden Steuerleitungen 11 und 12 sind mit einem Steuerventil 13 verbunden, das in diesem Ausführungsbeispiel als 4/3-Wegeventil ausgebildet ist. Der Anschluß des Steuerventils 13 an die Steuerleitung 11 ist mit A bezeichnet, der Anschluß an die Steuerleitung 12 mit B. Das Steuerventil 13 weist einen Druckanschluß P und einen Rücklaufanschluß T auf. Der Druckanschluß P ist über eine Druckleitung 14 und ein Rückschlagventil 15 mit der als Druckmittelquelle dienenden Schmiermittelpumpe 16 der Brennkraftma-

schine verbunden. Diese wiederum ist über eine Saugleitung mit dem Ölvorratstank 17 bzw. der Ölwanne der Brennkraftmaschine verbunden. Der Rücklaufanschluß T des Steuerventils 13 ist ebenfalls mit diesem Ölvorratstank 17 verbunden.

[0016] In der Neutralstellung II des Steuerventils 13 sind sowohl die Druckleitung 14 als auch der Rücklaufanschluß T und die beiden Steuerleitungen 11 und 12 ventiltseitig verschlossen. In der Schaltstellung I des Steuerventils 13 ist die Druckleitung 14 mit der Steuerleitung 11 verbunden (P -> B). Die Steuerleitung 12 wiederum ist über den Rücklaufanschluß T mit dem Ölvorratstank 17 verbunden (A -> T). In der Schaltstellung III des Steuerventils 13 ist die Druckleitung 14 mit der Steuerleitung 12 verbunden (P -> A), während die Steuerleitung 11 zum Ölvorratstank 17 geöffnet ist (B -> T). In den beiden Schaltstellungen I und III des Steuerventils 13 erfolgt aufgrund der in den jeweils angeschlossenen Druckräumen vorherrschenden Druckdifferenzen eine Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad. Dabei erfolgt beispielsweise in der Schaltstellung I eine Verdrehung des Innenteils relativ zum Zellenrad im Uhrzeigersinn, während in der Schaltstellung III die relative Verdrehung entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgt. In der Neutralstellung II wird die relative Position der beiden verdrehbaren Bauteile der Verstelleinrichtung durch die hydraulische Einspannung beibehalten bzw. festgelegt.

[0017] Das als 4/3-Proportionalwegeventil ausgebildete Steuerventil 13 hat ein Ventilgehäuse 18 mit einer Ventilbohrung 19, die von fünf zueinander beabstandeten Ringnuten umgeben ist. Diese fünf Ringnuten sind in der in Fig. 2 dargestellten Anordnung von links nach rechts fortlaufend mit 20 bis 24 bezeichnet. Die Ringnuten 20 und 24 sind dabei auf an sich bekannte Weise mit dem Rücklaufanschluß T verbunden. Die Ringnut 21 ist mit dem Druckanschluß B verbunden, während die Ringnut 23 mit dem Druckanschluß A verbunden ist. Die mittlere Ringnut 22 ist mit dem Druckanschluß P verbunden. In der Ventilbohrung 19 ist dichtend und längsverschieblich ein als Steuerkolben ausgebildetes Ventilglied 25 geführt. Dieses Ventilglied 25 hat zwei beabstandete, dichtend in der Ventilbohrung 19 geführte Kolbenabschnitte 26 und 27, die über einen Kolbenabschnitt 28 geringeren Durchmessers miteinander verbunden sind. Durch die beiden Kolbenabschnitte 26 und 27 wird der zwischen dem Kolbenabschnitt 25 und der Wandung der Ventilbohrung 19 ausgebildete Ringraum 29 abgeschlossen. Die Länge des Kolbenabschnittes 25 und die Länge der Kolbenabschnitt 26 und 27 sind so auf die Breite und Abstände der Ringnuten 20 bis 24 abgestimmt, daß in der Neutralstellung II des Steuerventils 13 die Ringnuten 21 und 23 durch den Kolbenabschnitt 26 bzw. 27 dicht verschlossen sind. Der Abstand der beiden einander zugewandten Stirnseiten der Kolbenabschnitte 26 und 27 ist dabei um ein für die sichere Abdichtung erforderliches Maß kleiner als der Abstand der einander zugewandten Seiten der Ringnuten 21 und 23. Die Länge der Kolbenabschnitte 26 und 27

ist so gewählt, daß die Überdeckung der Ringnuten 21 und 23 auf der dem Druckanschluß P abgewandten Stirnseite deutlich größer ist. Wird das Ventilglied 25 aus der in Fig. 2 dargestellten Neutralstellung II beispielsweise nach rechts in Schaltstellung I verschoben, wird der dem Druckanschluß P zugewandte Bereich der Ringnut 23 vom Kolbenabschnitt 27 nicht mehr überdeckt bzw. freigegeben. Auf der gegenüberliegenden Seite wird durch die größere Überdeckung die Ringnut 21 noch vollständig durch den Kolbenabschnitt 26 überdeckt. Zu Beginn des Verstellvorganges kann somit der dem Druckanschluß B zugeordnete Druckraum beaufschlagt werden, ohne daß der gegenüberliegende, dem Druckanschluß A zugeordnete Druckraum entlastet wird. Erst wenn das Ventilglied 25 weiter nach rechts verschoben wird, wird auch die Ringnut 21 auf der der Ringnut 20 zugewandten Seite nicht mehr vom Kolbenabschnitt 26 überdeckt bzw. von diesem freigegeben, so daß die Verbindung A nach T geöffnet wird. Die Abmessungen und Abstände der Ringnuten sind dabei so auf die Abmessung des Ventilgliedes abgestimmt, daß der Öffnungsquerschnitt - beim Verschieben des Ventilgliedes nach rechts - an der Ringnut 23 stets größer als an der Ringnut 21 ist (Ablaufkantensteuerung). Wird das Ventilglied 25 in analoger Weise aus der Neutralstellung II nach links in die Schaltstellung III verschoben, wird die dem Druckanschluß P zugewandte Seite der Ringnut 21 nicht mehr vom Kolbenabschnitt 26 überdeckt. Der Kolbenabschnitt 27 dichtet andererseits aufgrund der größeren Überdeckung die Ringnut 23 dabei noch vollständig ab. Erst wenn das Ventilglied 25 weiter nach links verschoben wird, wird die Ringnut 23 in analoger Weise auf der der Ringnut 24 zugewandten Seite nicht mehr überdeckt. Auch hier ist der Öffnungsquerschnitt der Ringnut 21 - bei einer Verschiebung des Ventilgliedes 25 nach links - stets größer als der an der Ringnut 23.

Patentansprüche

- Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle (1) zum Antriebsrad (5), insbesondere einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, mit einer Verstellvorrichtung (3) mit zwei gegeneinander wirkenden Druckräumen, mit einer Druckmittelpumpe (16), einem Druckmitteltank (17) und mindestens einem Steuerventil (13), wobei während des Verstellvorganges der eine Druckraum mit der Druckmittelpumpe (16) und der andere Druckraum mit dem Druckmitteltank (17) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu Beginn eines Verstellvorganges der eine Druckraum mit der Druckmittelpumpe (16) verbunden wird, bevor der andere mit dem Druckmitteltank (17) verbunden wird.
- Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad nach Anspruch 1, **dadurch**

gekennzeichnet, daß der Steuerquerschnitt der Verbindung (23, 24; 21, 20) des einen Druckraumes zum Druckmitteltank während des Verstellvorganges stets kleiner als der Öffnungsquerschnitt der Verbindung (21, 22; 22, 23) des anderen Druckraumes zur Druckmittelpumpe (17) ist.

- Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerquerschnitt der Verbindung (23, 24; 21, 20) des einen Druckraumes zum Druckmitteltank und der Steuerquerschnitt (21, 22; 22, 23) der Verbindung des anderen Druckraumes zur Druckmittelpumpe über ein gemeinsames Ventilglied (25) des Steuerventils (13) gesteuert wird.
- Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** für beide Richtungen der Drehlagenänderung ein gemeinsames Ventilglied (25) eines Steuerventils (13) genutzt wird.
- Einrichtung zur relativen Drehlagenänderung einer Welle zum Antriebsrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventil als 4/3-Proportionalwegeventil (13) ausgebildet ist.

Claims

- A device for changing the rotational position of a shaft (1) relative to the driving wheel (5), in particular of a camshaft of an internal-combustion engine, having an adjustment device (3) with two pressure chambers acting contrary to each other, having a pressure-medium pump (16), a pressure-medium tank (17) and at least one control valve (13), wherein one pressure chamber is connected to the pressure-medium pump (16) and the other pressure chamber is connected to the pressure-medium tank (17) during the adjustment procedure, **characterized in that** at the beginning of an adjustment procedure one pressure chamber is connected to the pressure-medium pump (16) before the other is connected to the pressure-medium tank (17).
- A device for changing the rotational position of a shaft relative to the driving wheel according to Claim 1, **characterized in that** the control cross-section of the connexion (23, 24; 21, 20) of one pressure chamber to the pressure-medium tank during the adjustment procedure is always smaller than the opening cross-section of the connexion (21, 22; 22, 23) of the other pressure chamber to the pressure-medium pump (17).

3. A device for changing the rotational position of a shaft relative to the driving wheel according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the control cross-section of the connexion (23, 24; 21, 20) of one pressure chamber to the pressure-medium tank and the control cross-section (21, 22; 22, 23) of the connexion of the other pressure chamber to the pressure-medium pump are controlled by way of a common valve member (25) of the control valve (13). 5
4. A device for changing the rotational position of a shaft relative to the driving wheel according to Claim 3, **characterized in that** a common valve member (25) of a control valve (13) is used for the two directions of the change in the rotational position. 10 15
5. A device for changing the rotational position of a shaft relative to the driving wheel according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the control valve is constructed in the form of a 4/3 proportional-way valve (13). 20

(23, 24 ; 21, 20) entre ladite une chambre sous pression et le réservoir de fluide sous pression, et la section de commande (21, 22 ; 22, 23) de la liaison entre l'autre chambre sous pression et la pompe à fluide sous pression, sont commandées au moyen d'un organe de soupape (25) commun de la soupape de commande (13).

4. Dispositif pour modifier la position de rotation relative d'un arbre (1) par rapport à la roue d'entraînement (5), selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on** utilise un organe de soupape (25) commun d'une soupape de commande (13) pour les deux sens de variation de la position de rotation.
5. Dispositif pour modifier la position de rotation relative d'un arbre (1) par rapport à la roue d'entraînement (5), selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape de commande est réalisée sous la forme d'une soupape proportionnelle à 4/3 voies (13).

Revendications

1. Dispositif pour modifier la position de rotation relative d'un arbre (1) par rapport à la roue d'entraînement (5), en particulier d'un arbre à cames d'un moteur à combustion interne, comportant un dispositif de réglage (3) avec deux chambres sous pression agissant l'une à l'encontre de l'autre, comportant une pompe à fluide sous pression (16), un réservoir de fluide sous pression (17) et au moins une soupape de commande (13), dans lequel, pendant l'opération de réglage, une chambre sous pression est reliée à la pompe à fluide sous pression (16) et l'autre chambre sous pression au réservoir de fluide sous pression (17), **caractérisé en ce qu'au** début d'une opération de réglage, ladite une chambre sous pression est reliée à la pompe à fluide sous pression (16) avant que l'autre ne soit reliée au réservoir de fluide sous pression (17). 25 30 35 40
2. Dispositif pour modifier la position de rotation relative d'un arbre (1) par rapport à la roue d'entraînement (5), selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la section transversale de commande de la liaison (23, 24 ; 21, 20) entre ladite une chambre sous pression et le réservoir de fluide sous pression, est toujours inférieure, pendant l'opération de réglage, à la section d'ouverture de la liaison (21, 22 ; 22, 23) entre l'autre chambre sous pression et la pompe à fluide sous pression (17). 45 50
3. Dispositif pour modifier la position de rotation relative d'un arbre (1) par rapport à la roue d'entraînement (5), selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la section de commande de la liaison 55

