

(19)



(11)

EP 3 017 154 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

(51) Int Cl.:
F01L 1/04 (2006.01) **F02D 41/00** (2006.01)
F01L 1/34 (2006.01) **F01L 1/344** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14780879.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/071341

(22) Anmeldetag: **06.10.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/058953 (30.04.2015 Gazette 2015/17)

(54) **NOCKENWELLENANORDNUNG EINER HUBKOLBENBRENNKRAFTMASCHINE SOWIE
HUBKOLBENBRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER SOLCHEN NOCKENWELLENANORDNUNG**

CAMSHAFT ARRANGEMENT OF A RECIPROCATING PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE
AND A RECIPROCATING PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING SUCH A
CAMSHAFT ARRANGEMENT

ENSEMBLE ARBRES À CAMES DE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE À PISTONS
ALTERNATIFS ET MOTEUR À COMBUSTION INTERNE À PISTONS ALTERNATIFS DOTÉ D'UN
TEL ENSEMBLE ARBRES À CAMES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **24.10.2013 DE 102013221638**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.05.2016 Patentblatt 2016/19

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38440 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **KNAUP, Jan
38444 Wolfsburg (DE)**
• **LANG, Leonhard
38102 Braunschweig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 320 046 DE-A1-102005 016 599
DE-A1-102007 054 979 DE-A1-102008 049 103
DE-A1-102011 056 833 US-A- 5 715 780

EP 3 017 154 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenanordnung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mindestens einer phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle und mindestens einer phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle sowie eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer solchen Nockenwellenanordnung.

[0002] Aus DE 195 27 503 A1 ist es bekannt, bei Hubkolbenbrennkraftmaschinen die Winkellage von Kurbel- und Nockenwelle mit Hilfe geeigneter Sensorsysteme zu ermitteln. Diesbezüglich wird insbesondere auf die Anordnung von Geberrädern mit zugeordneten Sensoren verwiesen.

DE 195 27 503 A1 nimmt keinen Bezug auf Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit zwei Nockenwellen, insbesondere nicht auf Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit zwei phasenverstellbaren Nockenwellen.

[0003] Aus DE 10 2008 032 026 A1 ist eine Nockenwellensensoreinheit zur Bestimmung der absoluten Position einer Nockenwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Geberrad bekannt. Das Geberrad weist über seinen Umfang verteilt eine Anzahl von Triggern auf, die eine Winkelerkennungsgenauigkeit von weniger als 20° NW (Grad Nockenwelle) erlaubt.

DE 20 2008 032 026 A1 nimmt keinen Bezug auf Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit zwei phasenverstellbaren Nockenwellen.

[0004] Aus DE 101 56 780 A1 ist eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Einlass-Nockenwelle und einer Auslass-Nockenwelle bekannt, wobei nur die Auslass-Nockenwelle phasenverstellbar ausgebildet ist und dieser ein sogenanntes Schnellstartgeberrad zugeordnet ist. DE 101 56 780 A1 nimmt keinen Bezug auf Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit zwei phasenverstellbaren Nockenwellen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nockenwellenanordnung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mindestens einer phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle und mindestens einer phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle sowie eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer solchen Nockenwellenanordnung zur Verfügung zu stellen, die eine Schnellstartfähigkeit der Hubkolbenbrennkraftmaschine gewährleisten, kostengünstig realisierbar sind und zugleich eine erhöhte Genauigkeit bei der Positionserfassung der Nockenwelle ermöglichen.

[0006] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

[0007] Bei einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mindestens einer phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle und mindestens einer phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle ist der mindestens einen phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle eine Schnellstartgeberrad-Einheit zugeordnet und der mindestens einen phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle eine Präzisionsgeberrad-Einheit zugeordnet, wobei die Präzisionsge-

berrad-Einheit eine höhere Auflösung aufweist als die Schnellstartgeberrad-Einheit.

[0008] Unter einer Schnellstartgeberrad-Einheit wird in diesem Zusammenhang eine Einheit verstanden, die einen Signalverlauf erzeugt, welcher in Zusammenhang mit dem Signalverlauf einer Kurbelwellensensor-Einheit eine eindeutige Zuordnung des Arbeitstaktes jedes Zylinders der Hubkolbenbrennkraftmaschine ermöglicht. Dies kann im Falle eines Vierzylindermotors insbesondere dadurch erfolgen, dass die Kombination der Signale der Schnellstartgeberrad-Einheit und der Kurbelwellensensor-Einheit (z.B. Erfassung einer einen Sensor passierenden Flanke oder sonstigen Markierung) eindeutig ist. Auf Einzelheiten hierzu wird in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel noch im Detail Bezug genommen.

[0009] Unter einer Schnellstartgeberrad-Einheit wird in diesem Zusammenhang insbesondere die Kombination eines Schnellstartgeberrades umfassend n_1 Segmente mit einem mit diesem zusammenwirkenden Schnellstartgeberrad-Sensor verstanden, welche dazu ausgebildet ist, die Startzeit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine zu verringern, indem sie während des Startvorgangs einer Hubkolbenbrennkraftmaschine eine verlässliche Information zur Position der Auslassventile liefert. Aus dem Stand der Technik sind derartige Schnellstartgeberrad-Einheiten bekannt. Die Erfindung geht davon aus, dass die Phasenversteller der Einlass-Nockenwelle und der Auslass-Nockenwelle beim Start der Hubkolbenbrennkraftmaschine in einer bekannten Art und Weise in eindeutigen Referenzpositionen verriegelt sind, so dass mit Hilfe der genannten Schnellstartgeberrad-Einheit nicht nur die Position der Auslass-Nockenwelle, sondern auch die Position der Einlass-Nockenwelle bekannt ist.

[0010] Unter einer Präzisionsgeberrad-Einheit wird vorliegend insbesondere die Kombination eines Präzisionsgeberrades mit n_2 Segmenten und einem mit diesem zusammenwirkenden Präzisionsgeberrad-Sensor verstanden, welche eine höhere Auflösung aufweist als die Schnellstartgeberrad-Einheit und dazu ausgebildet ist, während des Betriebes einer Hubkolbenbrennkraftmaschine zusätzliche Informationen hinsichtlich des Füllungsgrades einzelner Zylinder durch genaue Ermittlung des Schließzeitpunkts der Einlassventile über die Einlass-Nockenwellenstellung bereitzustellen. Dies erfolgt durch die permanente Signalauswertung des Präzisionsgeberrades mittels des Präzisionsgeberrad-Sensors, insbesondere während des Betriebes der Hubkolbenbrennkraftmaschine. Mit einer "höheren Auflösung" ist vorliegend gemeint, dass die Zahl der Segmente des Präzisionsgeberrades größer ist als die entsprechende Zahl des Schnellstartgeberrades. Eine Umdrehung der Einlass-Nockenwelle ist daher mit Hilfe der Präzisionsgeberrad-Einheit "höher aufgelöst", d.h. in kleinere Abschnitte eingeteilt, als mit der Schnellstartgeberrad-Einheit.

[0011] Zu berücksichtigen ist auch, dass die Schnellstartgeberrad-Einheit und die Präzisionsgeberrad-Ein-

heit für verschiedene Zwecke eingesetzt werden, nämlich die Schnellstartgeberrad-Einheit zur möglichst schnellen Erfassung der Position des Kurbel- und Steuertriebes einer Hubkolbenbrennkraftmaschine während des Startvorgangs mit verriegelten Nockenwellenstellern einerseits und die Präzisionsgeberrad-Einheit zur Verbesserung der Füllungserfassung während des Betriebes der Hubkolbenbrennkraftmaschine andererseits. Das Präzisionsgeberrad ist daher vorzugsweise in eine Vielzahl gleich großer Segmente mit gleichmäßiger Segmentteilung geteilt (einzige Ausnahme ist häufig eine Referenzmarkierung mit Wegfall oder Dopplung eines Segments), während das Schnellstartgeberrad weniger Segmente umfasst und häufig eine ungleichmäßige Segmentteilung aufweist. Die Schnellstartgeberrad-Einheit ermöglicht zusätzlich eine Positionserfassung der Auslass-Nockenwelle während des Motorbetriebs, allerdings mit geringerer Genauigkeit als die Präzisionsgeberrad-Einheit.

[0012] Eine erfindungsgemäße Nockenwellenanordnung hat den Vorteil, dass durch Zuordnung einer Anordnung einer Präzisionsgeberrad-Einheit zu einer phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle und Zuordnung einer Schnellstartgeberrad-Einheit zu einer phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle eine hohe Genauigkeit der Positionserfassung der Einlass-Nockenwelle bei gleichzeitiger Schnellstartfähigkeit ermöglicht wird und dadurch in einer Vielzahl von Betriebszuständen eine präzisere und somit effizientere Einspritzung und Verbrennung in einem Hubkolbenverbrennungsmotor ermöglicht wird. Die Erfindung stellt daher für Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit zweifacher Phasenverstellung (d.h. mit phasenverstellbarer Einlass-Nockenwelle und mit phasenverstellbarer Auslass-Nockenwelle) einen bevorzugten Kompromiss aus Herstellungs-kosten und Genauigkeit hinsichtlich der Füllungserfassung von Hubkolbenbrennkraftmaschinen dar.

[0013] Mit dem Begriff Segment wird im vorliegenden Fall jedes Mittel zur Erzeugung und Erfassung mindestens zwei verschiedener Signale verstanden, das eine Positionsauswertung ermöglicht. Solche Mittel sind insbesondere geometrisch erkennbare Elemente (wie z.B. Flanken mit dazwischen angeordneten erhöhten und vertieften Bereichen, Zähne, Lücken, Schlitze), magnetische Felder und/oder optische Marken, die mit Hilfe bekannter Sensoren erfasst werden können. Vorzugsweise werden Segmente und Sensoren eingesetzt, mit welchen zwischen genau zwei verschiedenen Zuständen bzw. Signalen (z.B. Hoch/Tief oder 0/1) unterschieden werden kann.

[0014] In einer praktischen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung besteht jedes Segment des Schnellstartgeberrades und/oder des Präzisionsgeberrades aus einem erhöhten Bereich e und einem vertieften Bereich v, wobei die erhöhten Bereiche e und die vertieften Bereiche v über sich radial erstreckende Flanken F miteinander verbunden sind. Mit "sich radial erstreckend" ist nicht zwangsläufig eine aus-

schließlich radiale Erstreckungsrichtung gemeint. Von dieser Formulierung umfasst sollen auch Erstreckungsrichtungen von Flanken F sein, die teilweise in radialer Richtung und teilweise in Umfangsrichtung verlaufen. Sie können von den erhöhten Bereichen e und den vertieften Bereichen v im letzt genannten Fall insbesondere dann unterschieden werden, wenn die erhöhten Bereiche e und die vertieften Bereiche v sich ausschließlich in Umfangsrichtung erstrecken.

[0015] In einer weiteren praktischen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung sind sämtliche erhöhten Bereiche e und/oder sämtliche vertieften Bereiche v eines Schnellstartgeberrades und/oder eines Präzisionsgeberrades jeweils auf einem konzentrisch um die Drehachse D der jeweiligen Nockenwelle angeordneten Kreis angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass ein in radialer Richtung auf das Schnellstartgeberrad und/oder das Präzisionsgeberrad gerichteter Sensor in wie vorstehend beschriebenen erhöhten Bereichen e und in wie vorstehend beschriebenen vertieften Bereich v jeweils einen konstanten Abstand erfassen muss. Es sind daher einfach aufgebaute und kostengünstig verfügbare Sensoren einsetzbar.

[0016] Weiter bevorzugt ist es bei einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung, wenn die Zahl der Segmente n_1 des Präzisionsgeberrades mindestens $(2 \cdot n_2 - 1)$ beträgt. Vorzugsweise beträgt die Zahl der Segmente n_1 entweder $(x \cdot n_2)$, $(x \cdot n_2 + 1)$ oder $(x \cdot n_2 - 1)$, wobei x eine positive, ganze Zahl und n_2 die Zahl der Segmente des Schnellstartgeberrades ist.

[0017] Der Wert $(x \cdot n_2 + 1)$ ergibt sich, wenn als Markierung einer vollständigen Umdrehung für das Präzisionsgeberrad ein Segment der "Standard-Größe" in zwei Segmente halber Größe unterteilt wird, d.h. wenn die Markierung durch einen zusätzlichen erhöhten Bereich e realisiert wird.

[0018] Der Wert $(x \cdot n_2 - 1)$ ergibt sich, wenn als Markierung einer vollständigen Umdrehung für das Präzisionsgeberrad ein erhöhter Bereich e entfällt (Lücke als Markierung). Eine Lücke als Markierung ist insbesondere dann bevorzugt, wenn der vorgesehene Präzisionsgeberrad-Sensor eine zusätzliche Markierung nicht oder nicht zuverlässig auslösen könnte, d.h. wenn mit den vorhandenen Markierungen bereits die Auflösung des vorgesehenen Präzisionsgeberrad-Sensors vollständig oder weitestgehend ausgeschöpft wird.

[0019] Der Wert $(x \cdot n_2)$ ergibt sich, wenn eine von den Segmenten unabhängige, zusätzliche Markierung an dem Präzisionsgeberrad vorgenommen wird. Eine zusätzliche Markierung ist insbesondere dann bevorzugt, wenn diese von dem vorgesehenen Präzisionsgeberrad-Sensor zuverlässig erfasst werden kann.

[0020] Um die Herstellungskosten eines Präzisionsgeberrades und somit auch die Kosten einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung gering zu halten, kann es vorteilhaft sein, wenn das Präzisionsgeberrad einen größeren Außendurchmesser aufweist als das Schnellstartgeberrad. In diesem Fall kann das mit einer höheren

Auflösung (d.h. mit mehr Segmenten) versehene Präzisionsgeberrad mit größeren absoluten Toleranzwerten gefertigt werden, weil die Länge der erhöhten und vertieften Bereiche (dabei handelt es sich üblicherweise um Kreisbogenabschnitte) mit Vergrößerung des Durchmessers länger werden.

[0021] Die Erfindung betrifft auch eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer wie vorstehend beschriebenen Nockenwellenanordnung. Auf die damit verbundenen Vorteile, die vorstehend in Verbindung mit der Nockenwellenanordnung bereits beschrieben wurden, wird hiermit noch einmal Bezug genommen. Unter dem Begriff Hubkolbenbrennkraftmaschine sind vorstehend insbesondere Viertakt-Ottomotoren von Kraftfahrzeugen gemeint. Die Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt, sondern kann darüber hinaus insbesondere auch für andere Fahrzeuge, wie z.B. für Marine- oder Flugmotoren, sowie für stationäre Motoren eingesetzt werden.

[0022] In einer weiteren praktischen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hubkolbenbrennkraftmaschine weist diese z Zylinder auf, wobei die Zahl n_2 der Segmente des Schnellstartgeberrades (12) einem ganzzahligen Vielfachen der Zahl z der Zylinder entspricht. Ganzzahliges Vielfaches bezeichnet insbesondere auch eine genau der Zahl z der Zylinder entsprechenden Zahl der Segmente n_2 . Dadurch wird jedem einzelnen Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine im Ladungswechsel bzw. Arbeitstakt die gleiche Anzahl auswertbarer Signale zugeordnet.

[0023] Weiter bevorzugt ist es, wenn eine erfindungsgemäße Hubkolbenbrennkraftmaschine eine Kurbelwelle umfasst, welcher eine eigene Kurbelwellen-Geberrad-Einheit zugeordnet ist. Bei einer derartigen Kurbelwellen-Geberrad-Einheit handelt es sich vorzugsweise um ein Geberrad mit einer Vielzahl von Zähnen, Nasen und/oder Schlitzten, die gleichmäßig über den Umfang verteilt sind, wobei die Auflösung umso höher ist, je mehr Zähne, Nasen und/oder Schlitzte über den Umfang verteilt angeordnet sind. Durch Kombination der von der Kurbelwellen-Geberrad-Einheit erfassten Signale mit den von der Schnellstart-Geberrad-Einheit erfassten Signale kann die Position des Kurbel- und Steuertriebes der Hubkolbenbrennkraftmaschine (bei verriegelten Nockenwellenstellern) eindeutig bestimmt werden. Dies ist mit einer geringeren Genauigkeit ebenso über eine Kombination der Signale der Schnellstart-Geberrad-Einheit mit der Präzisionsgeberrad-Einheit möglich (z.B. für Notlauf).

[0024] Vorzugsweise sind die Kurbelwelle, die mindestens eine Einlass-Nockenwelle und die mindestens eine Auslass-Nockenwelle einer erfindungsgemäßen Hubkolbenbrennkraftmaschine über einen gemeinsamen Steuertrieb miteinander verbunden und werden gemeinsam angetrieben. Dies erspart separate Antriebseinheiten sowie eine Synchronisierung dieser Antriebseinheiten.

[0025] Weitere praktische Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung sind nachfolgend im Zusammen-

hang mit den Zeichnungen beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Schnellstartgeberrad-Einheit und eine Präzisionsgeberrad-Einheit einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung zusammen mit einer Präzisionsgeberrad-Einheit einer Kurbelwelle.

[0026] Figur 1 zeigt in einer schematischen Ansicht eine Drehachse D_K einer nicht dargestellten Kurbelwelle, eine Drehachse D_A einer nicht dargestellten Auslass-Nockenwelle und eine Drehachse D_E einer nicht dargestellten Einlass-Nockenwelle einer Reihen-Vierzylinder-Brennkraftmaschine (Ottomotor).

[0027] Die Auslass-Nockenwelle ist mit einer Schnellstartgeberrad-Einheit 10 gekoppelt, welche ein Schnellstartgeberrad 12 und einen Schnellstartgeberrad-Sensor 14 umfasst. Das Schnellstartgeberrad 12 umfasst vier wechselweise angeordnete erhöhte Bereiche e und vertiefte Bereiche v , die über sich ausschließlich in radialer Richtung erstreckende Flanken F miteinander verbunden sind. Die erhöhten Bereiche können auch als "Zähne" bezeichnet werden. Mit "gekoppelt" ist vorliegend gemeint, dass das Schnellstartgeberrad 12 drehfest mit der Auslass-Nockenwelle verbunden ist. Dies kann insbesondere durch einstückige Ausbildung eines Schnellstartgeberrades 12 mit der Nockenwelle erfolgen oder durch drehfeste Verbindung eines separaten Schnellstartgeberrades 12 (wie in Figur 1 dargestellt) mit der Nockenwelle. Über den Schnellstartgeberrad-Sensor 14 wird ermittelt, ob sich im Messbereich des Schnellstartgeberrad-Sensors 14 gerade ein erhöhter Bereich e und/oder ein vertiefter Bereich v befindet. Daraus werden aktuelle Positionen der Auslassventile abgeleitet. Wie in Figur 1 erkennbar ist, weist das Schnellstartgeberrad 12 vier Segmente mit ungleichmäßiger Segmentteilung auf, d.h. der Winkelbereich einer vertieften Bereiche v und der Winkelbereich eines erhöhten Bereichs e eines Segments sind unterschiedlich groß.

[0028] Die Einlass-Nockenwelle ist mit einer Präzisionsgeberrad-Einheit 20 gekoppelt, welche ein Präzisionsgeberrad 22 und einen Präzisionsgeberrad-Sensor 24 umfasst. Das Präzisionsgeberrad 22 umfasst $12+1$ ($=13$) wechselweise angeordnete Bereiche e und vertiefte Bereiche v , die über sich ausschließlich in radialer Richtung erstreckende Flanken F miteinander verbunden sind. Durch "Zählen" und Auswerten der Signale mittels des Präzisionsgeberrad-Sensors 24 kann die aktuelle Position der Einlass-Nockenwelle eingegrenzt werden. Die Auswertung kann beispielsweise in bekannter Art und Weise durch Messen der magnetischen Flussdichte über den Drehwinkel der Einlass-Nockenwelle erfolgen. Die Auswertung wird für die Ermittlung des Füllungsgrades der Hubkolbenbrennkraftmaschine verwendet. Der erhöhte Bereich e , welcher in Figur 1 auf den Präzisionsgeberrad-Sensor 24 gerichtet ist und Teil eines Zusatzsegment ist, dient als Referenzmarkierung. Das Präzisionsgeberrad 22 weist somit zwölf Segmente

mit gleichmäßiger (einfacher) Teilung auf, wobei durch die vorstehend beschriebene Referenzmarkierung eine Segment mit einfacher Teilung in zwei Segmente mit halber Teilung "gegliedert" wurde.

[0029] Die Kurbelwelle ist mit einer Kurbelwellen-Geberrad-Einheit 30 gekoppelt, welche ein Kurbelwellen-Geberrad 32 und einen Kurbelwellen-Geberrad-Sensor 34 umfasst. Das Kurbelwellen-Geberrad 32 umfasst eine Vielzahl gleichmäßig über den Umfang verteilter Zähne 36 und eine Zahnücke 38, die als Referenzmarkierung dient.

[0030] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Sensoren 14, 24, 34 um bekannte Hall-Sensoren. Es obliegt dem Fachmann, anstelle dieser Sensoren 14, 24, 34 andere geeignete Sensoren zu verwenden, auch und insbesondere dann, wenn die Segmente anstelle erhöhter Bereiche e und vertiefter Bereiche v abweichend gestaltet sind (z.B. magnetische und/oder optische Segmente und entsprechende Sensoren).

[0031] In Figur 1 sind folgende Maßangaben enthalten:

d_{e1} : Durchmesser im Bereich der erhöhten Bereiche e des Präzisionsgeberrades 22

d_{v1} : Durchmesser im Bereich der vertieften Bereiche v des Präzisionsgeberrades 22

d_{e2} : Durchmesser im Bereich der erhöhten Bereiche e des Schnellstartgeberrades 12

d_{v2} : Durchmesser im Bereich der vertieften Bereiche v des Schnellstartgeberrades 12

[0032] In der gezeigten Ausführungsform wurden folgende Maße verwendet: $d_{e1}=80$ mm, $d_{v1}=72$ mm, $d_{e2}=60$ mm. Das Maß d_{v2} kann in geeigneter Art und Weise an die Genauigkeit des Schnellstartgeberrad-Sensors 14 angepasst werden. In der gezeigten Ausführungsform beträgt d_{v2} ca. 50 mm. Vorteilhaft ist es bei einer erfindungsgemäßen Anordnung, wenn d_{e1} größer gewählt wird als d_{e2} , da die Auflösung des Präzisionsgeberrades 22 höher ist und die erforderlichen Toleranzen umso größer ausfallen können, je größer d_{e1} gewählt wird.

[0033] Die in Figur 1 am Präzisionsgeberrad 22 eingetragenen Winkel α , β und γ betragen in der gezeigten Ausführungsform $\alpha=25,5^\circ$ (insgesamt 11 Mal vorhanden), $\beta=10,5^\circ$ (insgesamt 2 Mal vorhanden) und $\gamma=4,5^\circ$ (insgesamt 13 Mal vorhanden, d.h. an jedem erhöhten Abschnitt). Der Umfang des Präzisionsgeberrades 22 ist damit in 11 Segmente mit einem Winkel von jeweils 30° und 2 Segmente mit einem Winkel von jeweils 15° unterteilt.

[0034] Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Sie kann im Rahmen der Ansprüche und unter Berücksichtigung der

Kenntnisse des zuständigen Fachmanns variiert werden.

Bezugszeichenliste

5 **[0035]**

- 10 Schnellstartgeberrad-Einheit
- 12 Schnellstartgeberrad
- 14 Schnellstartgeberrad-Sensor
- 10 20 Präzisionsgeberrad-Einheit
- 22 Präzisionsgeberrad
- 24 Präzisionsgeberrad-Sensor
- 30 Kurbelwellen-Geberrad-Einheit
- 32 Kurbelwellen-Geberrad
- 15 34 Kurbelwellen-Geberrad-Sensor
- 36 Zahn
- 38 Zahnücke

20 **Patentansprüche**

1. Nockenwellenanordnung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mindestens einer phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle und mindestens einer phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens einen phasenverstellbaren Auslass-Nockenwelle eine Schnellstartgeberrad-Einheit (10) zugeordnet ist und der mindestens einen phasenverstellbaren Einlass-Nockenwelle eine Präzisionsgeberrad-Einheit (20) zugeordnet ist, wobei die Präzisionsgeberrad-Einheit (20) eine höhere Auflösung aufweist als die Schnellstartgeberrad-Einheit (10).
2. Nockenwellenanordnung nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schnellstartgeberrad-Einheit (10) ein Schnellstartgeberrad (12) mit n_2 Segmenten und einen mit dem Schnellstartgeberrad (12) zusammenwirkenden Schnellstartgeberrad-Sensor (14) umfasst und die Präzisionsgeberrad-Einheit (20) ein Präzisionsgeberrad (22) mit n_1 Segmenten und einen mit dem Präzisionsgeberrad (22) zusammenwirkenden Präzisionsgeberrad-Sensor (24) umfasst.
3. Nockenwellenanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Segment des Schnellstartgeberrades (12) und/oder des Präzisionsgeberrades (22) aus einem erhöhten Bereich e und einem vertieften Bereich v besteht, wobei die erhöhten Bereiche e und die vertieften Bereiche v über sich radial erstreckende Flanken F miteinander verbunden sind.
4. Nockenwellenanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche erhöhten Bereiche e und/oder sämtliche vertieften Bereiche v

des Schnellstartgeberrades (12) und/oder des Präzisionsgeberrades (22) jeweils auf einem konzentrisch um die Drehachse D der jeweiligen Nockenwelle angeordneten Kreis angeordnet sind.

5. Nockenwellenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahl der Segmente n_1 des Präzisionsgeberrades (22) mindestens $(2 \cdot n_2 - 1)$ beträgt.
6. Nockenwellenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Präzisionsgeberrad (22) einen größeren Außendurchmesser aufweist als das Schnellstartgeberrad (12).
7. Hubkolbenbrennkraftmaschine umfassend eine Nockenwellenanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche.
8. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 7 mit z Zylindern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahl n_2 der Segmente des Schnellstartgeberrades (12) einem ganzzahligen Vielfachen der Zahl z der Zylinder entspricht.
9. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **gekennzeichnet durch** eine Kurbelwelle, welcher eine eigene Kurbelwellen-Geberrad-Einheit (30) zugeordnet ist.
10. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kurbelwelle, die mindestens eine Einlass-Nockenwelle und die mindestens eine Auslass-Nockenwelle über einen gemeinsamen Steuertrieb verbunden und angetrieben sind.

Claims

1. Camshaft arrangement for a reciprocating piston internal combustion engine having at least one phase-adjustable inlet camshaft and at least one phase-adjustable outlet camshaft, **characterized in that** the at least one phase-adjustable outlet camshaft is assigned a quick-start encoder wheel unit (10), and the at least one phase-adjustable inlet camshaft is assigned a precision encoder wheel unit (20), wherein the precision encoder wheel unit (20) has a higher resolution than the quick-start encoder wheel unit (10).
2. Camshaft arrangement according to the preceding claim, **characterized in that** the quick-start encoder wheel unit (10) comprises a quick-start encoder wheel (12) with n_2 segments and a quick-start en-

coder wheel sensor (14) which interacts with the quick-start encoder wheel (12), and the precision encoder wheel unit (20) comprises a precision encoder wheel (22) with n_1 segments and the precision encoder wheel sensor (24) which interacts with the precision encoder wheel (22).

3. Camshaft arrangement according to Claim 2, **characterized in that** each segment of the quick-start encoder wheel (12) and/or of the precision encoder wheel (22) is composed of an elevated region e and a countersunk region v, wherein the elevated regions e and the countersunk regions v are connected to one another via radially extending edges F.
4. Camshaft arrangement according to Claim 3, **characterized in that** all the elevated regions e and/or all the countersunk regions v of the quick-start encoder wheel (12) and/or of the precision encoder wheel (22) are each arranged on a circle which is arranged concentrically about the rotational axis D of the respective camshaft.
5. Camshaft arrangement according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** the number of segments n_1 of the precision encoder wheel (22) is at least $(2 \cdot n_2 - 1)$.
6. Camshaft arrangement according to one of Claims 2 to 5, **characterized in that** the precision encoder wheel (22) has a larger external diameter than the quick-start encoder wheel (12).
7. Reciprocating piston internal combustion engine comprising a camshaft arrangement according to one of the preceding claims.
8. Reciprocating piston internal combustion engine according to Claim 7 with z cylinders, **characterized in that** the number n_2 of segments of the quick-start encoder wheel (12) corresponds to an integral multiple of the number z of cylinders.
9. Reciprocating piston internal combustion engine according to Claim 7 or 8, **characterized by** a camshaft to which a separate crankshaft encoder wheel unit (30) is assigned.
10. Reciprocating piston internal combustion engine according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** the crankshaft, the at least one inlet camshaft and the at least one outlet camshaft are connected and driven via a common control drive.

Revendications

1. Turbocompresseur à gaz d'échappement compre-

- nant une turbine, la turbine présentant un carter de turbine (10) qui, en amont d'une roue mobile de turbine (12), constitue un canal d'entrée (18) et en aval de la roue mobile de turbine (12), un canal de sortie (22), la surface en section transversale dans le canal de sortie (22) pouvant être modifiée au moyen d'un dispositif d'ajustement (24), **caractérisé en ce que** le dispositif d'ajustement (24) présente un système de paroi en forme d'entonnoir disposé à l'intérieur du canal de sortie (22), une section transversale d'entrée ou de sortie du système de paroi pouvant être modifiée par un écartement plus ou moins important du système de paroi.
2. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans le canal d'entrée (18) sont disposées une ou plusieurs aubes directrices réglables (20).
 3. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le système de paroi en forme d'entonnoir s'élargit dans la direction d'écoulement du gaz d'échappement.
 4. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la section transversale d'entrée du système de paroi peut être modifiée par un écartement plus ou moins important du système de paroi.
 5. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le système de paroi présente une pluralité de premiers éléments de paroi (26) qui sont disposés sous forme annulaire de manière espacée les uns des autres dans la direction périphérique et présente une pluralité de deuxièmes éléments de paroi (28) qui sont disposés sous forme annulaire de manière espacée les uns des autres dans la direction périphérique, les deuxièmes éléments de paroi (28) recouvrant les espaces entre les premiers éléments de paroi (26) et un dispositif de réglage (34) étant prévu, au moyen duquel des premières extrémités constituant la section transversale d'entrée ou de sortie des premiers éléments de paroi (26) et/ou des deuxièmes éléments de paroi (28) peuvent être déplacées dans la direction radiale.
 6. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les premiers et/ou les deuxièmes éléments de paroi (26, 28) sont supportés de manière rotative.
 7. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**au moins certains des premiers et/ou des deuxièmes éléments de paroi (26, 28) sont supportés à la manière d'une bascule de telle sorte que dans le cas d'un déplacement radial orienté vers l'intérieur des premières extrémités de ces éléments de paroi (26, 28), des deuxièmes extrémités de ces éléments de paroi (26, 28) soient déplacées radialement vers l'extérieur, ce qui s'associe avec une précontrainte élastique d'un élément de ressort.
 8. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** les premiers et/ou les deuxièmes éléments de paroi (26, 28) présentent une section transversale en forme de U.
 9. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage (34) comprend une bague de réglage (36) avec une ou plusieurs fentes de guidage (38), des premiers et/ou deuxièmes éléments de paroi (26, 28) étant guidés dans une ou plusieurs des fentes de guidage (38) de telle sorte qu'une rotation de la bague de réglage (36) conduise à un déplacement radial de ces éléments de paroi (26, 28) dans la direction radiale.
 10. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'ajustement (24) comprend un diaphragme à lamelles (44).

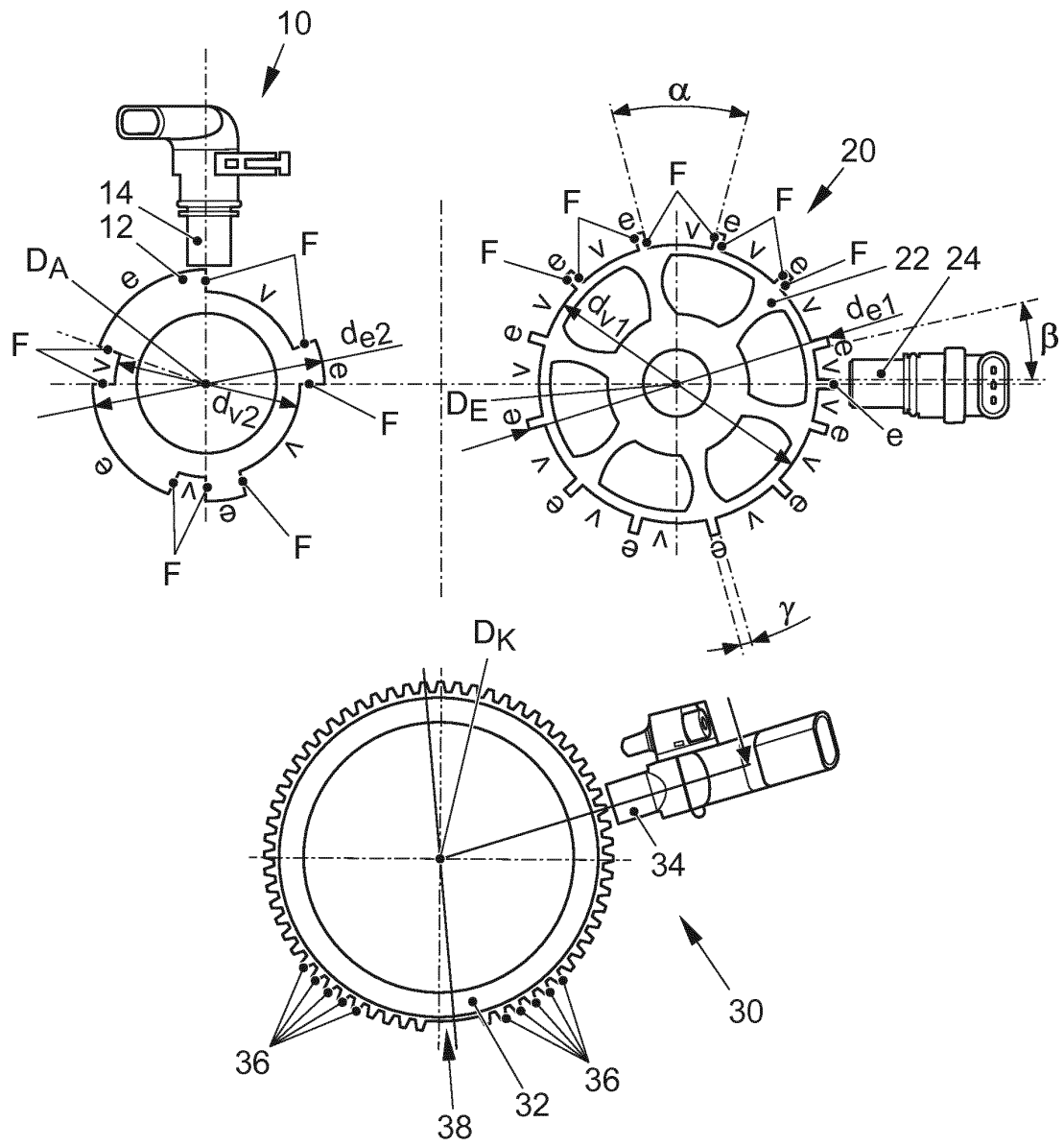


FIG. 1

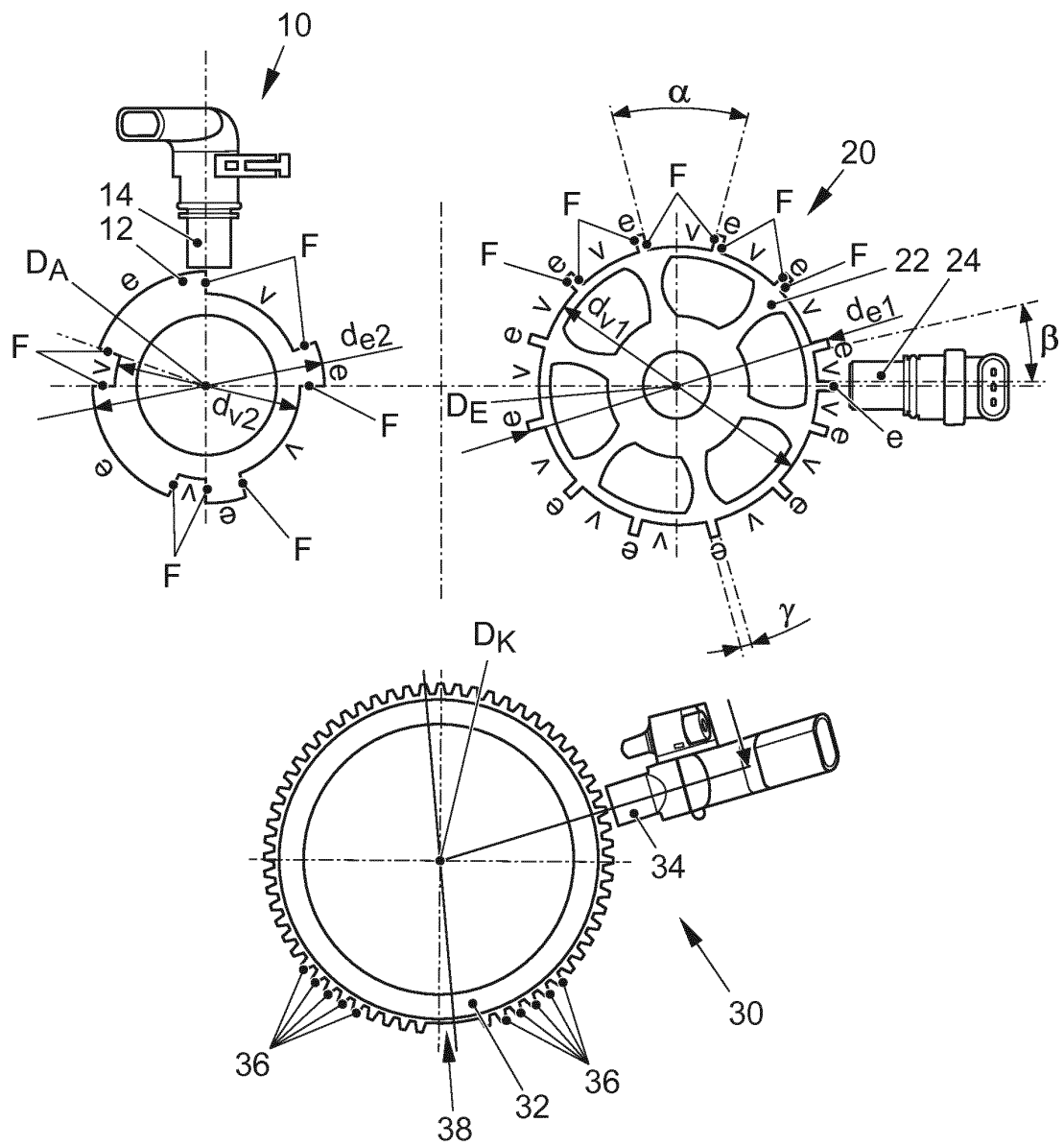


FIG. 1

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

- DE 19527503 A1 [0002]
- DE 102008032026 A1 [0003]
- DE 202008032026 A1 [0003]
- DE 10156780 A1 [0004]