

(19)



(11)

EP 3 126 642 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.05.2019 Patentblatt 2019/19

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 ^(2006.01) **F01L 1/047** ^(2006.01)
F01L 13/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15713158.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/056330

(22) Anmeldetag: **25.03.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/150175 (08.10.2015 Gazette 2015/40)

(54) **NOCKENWELLE**

CAMSHAFT

ARBRE 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: **02.04.2014 DE 102014206291**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.2017 Patentblatt 2017/06

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **FLENDER, Thomas**
71735 Eberdingen (DE)
• **HEYDENBLUT, Alf**
98553 Hinternah (DE)
• **KREISIG, Michael**
70839 Gerlingen (DE)

- **MAEDER, André**
98646 Hildburghausen (DE)
- **MENONNA, Antonio**
71254 Ditzingen (DE)
- **ROMMEL, Jürgen**
71576 Burgstetten (DE)
- **STEICHELE, Stefan**
70839 Gerlingen (DE)
- **STEINMETZ, Christoph**
71634 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 527 607 DE-A1-102008 033 230
DE-A1-102009 041 768 DE-A1-102011 052 822
GB-A- 2 415 480 GB-A- 2 424 258

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).

EP 3 126 642 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstellbare Nockenwelle mit einer Innenwelle und einer coaxial dazu angeordneten Außenwelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Anbindung eines einfach wirkenden Nockenwellenverstellers (Phasenstellers) zur Verstellung einer Innenwelle gegen eine Außenwelle an einer Cam-in-Cam-Nockenwelle erfolgt in der Regel durch einen fest auf die Außenwelle gefügten Stator und einen mit der Innenwelle verschraubten und damit fest verbundenen Rotor. Der Stator wird über ein Ketten-/Zahn-/Riemenrad von der Kurbelwelle angetrieben, sodass der Kraftfluss auf die Außenwelle erfolgt. Die Innenwelle kann dabei "kraftfrei" (nicht gegen das Antriebsmoment) verstellt werden. Die Toleranzen zwischen Rotor und Stator sind recht eng gewählt, damit die innere Leckage bei hydraulisch bestätigten Nockenwellenversteller und damit auch ein Wirkungsgradverlust minimiert werden können. Bei einem einfachen Phasensteller an einer konventionellen Nockenwelle schwimmt ein Teil des Nockenwellenverstellers, das heißt der Stator gegen den Rotor, wodurch immer ein Toleranzausgleich für Fehler bei der Montage oder Fertigung gegeben ist. Insbesondere ist es nicht möglich, dass der Rotor sich gegen den Stator verstemmt.

[0003] Bei verstellbaren Nockenwellen wird der Stator des Nockenwellenverstellers üblicherweise auf die Außenwelle aufgeschrumpft/geklebt/geschweißt, wogegen der Rotor des Nockenwellenverstellers gegen die endseitig axiale Planfläche der Innenwelle geschraubt wird. Da bei der Fertigung und der Montage der Innenwelle (z. B. Versteifung, Toleranzketten) Ungenauigkeiten auftreten können, kann es bei so einer starren Montage des Rotors an der Innenwelle dazu kommen, dass der Rotor gegen den Stator verkippt eingebaut wird und es so zu einem Kontakt bis hin zu einem kompletten Verkleben kommen kann. In diesem Fall kann die Innenwelle nicht mehr gegen die Außenwelle verdreht werden.

[0004] Um hier einen Ausgleich schaffen zu können, bieten sich Ausgleichselemente an, die eine zumindest gewisse Fehlstellung ausgleichen können.

[0005] Aus der DE 10 2012 105 284 A1 ist eine gattungsgemäße Nockenwelle bekannt, mit einem Nockenwellenversteller zur Verstellung der inneren Nockenwelle und/oder der äußeren Nockenwelle sowie mit einem zwischen der inneren Nockenwelle und der äußeren Nockenwelle einerseits und dem Nockenversteller andererseits angeordneten Ausgleichselement. Dieses Ausgleichselement besitzt eine scheibenartige Form, um die Nockenwelle baulich und/oder funktional zu verbessern. Die Drehmomentübertragung erfolgt jedoch rein reibschlüssig.

[0006] Aus der DE 10 2008 033 230 B4 ist ein doppelter Nockenwellenversteller in Schichtaufbau zur Steuerung einer Doppelnockenwelle bekannt, mit einem ersten rotorartigen Abtriebskörper und einem zweiten rotorartigen

Abtriebskörper, die zueinander mit ihren Drehflügelkörpern parallel angeordnet sind. Dabei ist jeder Abtriebskörper zur seitlich aus dem Nockenwellenverstellerzentrum herausführenden Aufnahme wenigstens einer Nockenwelle der Doppelnockenwelle bestimmt. Zur Ausrichtung wenigstens eines Abtriebskörpers zur Doppelnockenwelle ist darüber hinaus ein Ausgleichselement vorgesehen, das ein wenigstens einen Freiheitsgrad schaffendes Bewegungsglied ist und eine Auslenkung des umschließenden Abtriebskörpers gegenüber der Doppelnockenwelle zulässt.

[0007] Aus der DE 20 2008 018 146 U1 ist eine Einrichtung zur Nockenwellenverstellung bekannt, die einen Nockenwellenversteller umfasst, der mindestens ein Antriebsrad, einen Rotor, einen Stator mit einem Statorgehäuse und eine Nockenwelle mit Nocken aufweist, sowie eine Ölzuführung zum Nockenwellenversteller. Der Nockenwellenversteller ist mit einem Rotor, dessen Innendurchmesser kleiner als ein nockenumschließender Kreis ist, form- und/oder kraftschlüssig auf einem Ende einer Nockenwelle gehalten, wobei die Nockenwelle zur Aufnahme eines Ausnehmungen zur Ölzufuhr aufweisenden Verbindungselements eine hohle Ausbildung aufweist, derart, dass das Verbindungselement in der hohlen Ausbildung der Nockenwelle form- und/oder kraftschlüssig gehalten ist. Entweder das Verbindungselement oder der Rotor weisen mindestens einen Mitnehmer zur formschlüssigen Verbindung des Rotors mit der Nockenwelle und des Verbindungselements auf, wobei dieser Mitnehmer durch mindestens eine Ausnehmung in einem hohlem Ende der Nockenwelle durchragend geführt ist. Hierdurch soll eine kompakte Einrichtung zur Nockenwellenverstellung geschaffen werden.

[0008] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine verstellbare Nockenwelle der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere einen verbesserten Toleranzausgleich bei der Anbindung eines Rotors an die Innenwelle ermöglicht.

[0009] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer verstellbaren Nockenwelle mit einer Innenwelle sowie einer coaxial dazu angeordneten Außenwelle einen Rotor eines Nockenwellenverstellers mit der Innenwelle der verstellbaren Nockenwelle formschlüssig, insbesondere über eine Oldham-Kupplung, miteinander zu verbinden, wobei diese Oldham-Kupplung einfach oder entsprechend dem Oldham-Prinzip wirkend ausgestaltet ist. Der Stator des Nockenwellenverstellers ist dabei fest mit der Außenwelle verbunden, wogegen der Rotor mit der Innenwelle verschraubt ist. Erfindungsgemäß sind nun stirnseitig an der Innenwelle eine integrale erste Verbindungskontur und am Rotor eine komplementär dazu ausgebildete integrale zweite Verbindungskontur vorgesehen, die direkt (ein-

fach wirkende Oldham-Kupplung) oder indirekt (zweifach wirkende Oldham-Kupplung) eine Formschlussverbindung zwischen der Innenwelle und dem Rotor sowie einen gegebenenfalls erforderlichen Toleranzausgleich ermöglichen. Der Rotor kann beispielsweise als Sinterteil ausgebildet sein, wobei die zweite Verbindungskontur integral am Rotor ausgebildet und dadurch zusammen mit diesem hergestellt ist. In gleicher Weise ist die erste Verbindungskontur integral an der Stirnseite der Innenwelle ausgebildet, sodass im einfachsten Fall ein direktes Ineinandergreifen der beiden Verbindungskonturen die gewünschte Formschlussverbindung in der Form einer einfach wirkenden (in eine Richtung) Oldham-Kupplung ermöglicht. Durch die Formschlussverbindung kann eine spielfreie Drehmomentübertragung gewährleistet werden, andererseits ist es aber auch möglich, zumindest geringfügige Maß- und/oder Fertigungstoleranzen auszugleichen, ohne dass hierfür aufwändige Ausgleichselemente erforderlich sind.

[0011] Zweckmäßig sind die erste Verbindungskontur als Feder und die zweite Verbindungskontur als komplementär dazu ausgebildete Nut ausgebildet, sodass die erste Verbindungskontur und die zweite Verbindungskontur zusammen eine einfach wirkende Oldham-Kupplung bilden.

[0012] In einer besonders zweckmäßigen Variante ist die Feder und die Nut parallel zu einem, einen ersten Nocken mit der Innenwelle verbindenden Stift ausgerichtet. Durch die Parallelität zwischen der Nut und dem ersten Nocken mit der Innenwelle verbindenden Stift ist es möglich, die in dieser Richtung erwarteten Fehler auszugleichen zu können. Da in diesem Fall die Innenwelle direkt mit ihrer Verbindungskontur in die Verbindungskontur am Rotor eingreift, kann auf ein Zwischenstück verzichtet werden, wobei jedoch ein Toleranzausgleich auch nur in einer Richtung möglich ist.

[0013] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist die erste und/oder zweite Verbindungskontur kalottenförmig ausgebildet. Eine derartige kalottenförmige Ausbildung ermöglicht den Ausgleich von Winkeltoleranzen zwischen der Achse des Rotors des Nockenwellenverstellers und der Achse der Innenwelle. Hierdurch ist ein weiterer Toleranzausgleich in diesem Fall in Bezug auf Winkelabweichungen möglich, ohne Abstriche bei der Drehmomentübertragung hinnehmen zu müssen. Durch eine integrale Ausformung der Verbindungskontur im Rotor beziehungsweise an der Innenwelle kann auf ein zusätzliches Zwischenstück verzichtet werden.

[0014] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist zwischen der Innenwelle und dem Rotor ein Zwischenstück angeordnet, welches derart ausgebildet ist, dass es zusammen mit der ersten und zweiten Verbindungskontur an der Stirnseite der Innenwelle bzw. am Rotor eine Oldham-Kupplung bildet. Eine derartige Oldham-Kupplung ermöglicht einen Toleranzausgleich zwischen der Achse des Rotors und der Achse der Innenwelle, sofern diese

Achsparell zueinander angeordnet sind. Zusätzlich ist denkbar, dass Verbindungskonturen am Zwischenstück und/oder die erste Verbindungskontur an der Innenwelle und/oder die zweite Verbindungskontur am Rotor als abgerundete Feder oder als ausgerundete Nut ausgebildet sind, wodurch neben dem Ausgleich von Toleranzen aufgrund einer Achsabweichung zwischen der Achse der Innenwelle und der Achse des Rotors auch Winkelabweichungen bezüglich dieser beiden Achsen ausgleichbar sind. Darüber hinaus ist es möglich, beim Einsatz einer Oldham-Kupplung den Rotor schwimmend zu lagern, wobei in diesem Fall die Innenwelle zusätzlich axial gelagert werden muss. Selbstverständlich ist auch eine Axiallagerung der Innenwelle über den Rotor des Nockenwellenverstellers möglich. Radial kann die Innenwelle über die Verstiftung gelagert werden.

[0015] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung weist zumindest eine als abgerundete Feder ausgebildete Verbindungskontur eine Planfläche am Federkopf auf. Werden somit die Federn der Oldham-Kupplung kugelförmig bzw. balkenförmig mit leicht plan gefrästem Kopf gestaltet und die beiden Teile miteinander verschraubt, haben diese immer noch zumindest ein geringfügiges Spiel um einen Toleranzausgleich zu ermöglichen, obwohl der Rotor über die Oldham-Kupplung mit der Innenwelle verschraubt ist. So ist der Rotor zur Innenwelle axial festgelegt, ein leichtes Verkippen des Rotors zur Innenwelle um Toleranzen auszugleichen aber immer noch möglich. Dies ist insbesondere der Tatsache geschuldet, dass die Innenwelle nur über einen begrenzten Winkelbereich von weniger als 180° gegen die Außenwelle verstellt werden muss. So kann durch ein leichtes Verkippen ein ausreichender Toleranzausgleich speziell für den begrenzten Verstellbereich des Rotors erreicht werden.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform verwendet ein zwischen der Innenwelle und dem Rotor angeordnetes Zwischenstück, welches derart ausgebildet ist, dass es zusammen mit der ersten und zweiten Verbindungskontur an der Stirnseite der Innenwelle bzw. am Rotor eine Oldham-Kupplung bildet und einfach gestaltete Federn aufweist die mit etwas Spiel in der komplementären Nut eingreifen und/oder abgerundete Federn aufweist. Zusätzlich ist bei dieser Ausführungsform zumindest eine der axialen Trennflächen zwischen Rotor und Zwischenstück beziehungsweise Zwischenstück und Innenwelle kalottenförmig gestaltet. Durch diesen zusätzlichen Freiheitsgrad des Rotors gegen die Innenwelle kann ein noch präziserer Toleranzausgleich bei gleichzeitiger idealer Kraftübertragung durch die formschlüssige drehfeste Verbindung zwischen dem Rotor und Innenwelle erreicht werden.

[0017] Zweckmäßig ist zumindest eine der Verbindungs-Konturen beschichtet, insbesondere mit einem Elastomerwerkstoff. Zwecks Dämpfungswirkung und weiterem Toleranzausgleich ist es somit möglich, das Zwischenstück bzw. entsprechende Anlageflächen und/oder Verbindungskonturen mit einem dämpfenden

Werkstoff zu beschichten, was sich insbesondere positiv auf die Laufruhe einer mit einer derartigen Nockenwelle ausgestatteten Brennkraftmaschine auswirkt.

[0018] Es ist auch noch vorstellbar das Zwischenstück teilweise oder vollständig aus einem Elastomer beziehungsweise Kunststoff herzustellen. Hierdurch könnte eine noch größere Dämpfungswirkung erzielt werden. Ein derart gestaltetes Zwischenstück müsste aber entsprechend ausgelegt sein um die im Betrieb auftretenden Kräfte und Drehmomente zu übertragen.

[0019] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0020] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0021] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0022] Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 a,b unterschiedliche Ansichten auf eine Innenwelle einer erfindungsgemäßen verstellbaren Nockenwelle,
- Fig. 1 c eine Schnittdarstellung durch die erfindungsgemäße Nockenwelle,
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Innenwelle mit einem teilweise geschnittenen Rotor zur Verdeutlichung einer Verbindungskontur,
- Fig. 3 eine Schnittdarstellung durch die erfindungsgemäße Nockenwelle mit kalottenförmig ausgebildeten Verbindungskonturen,
- Fig. 4 unterschiedliche Ansichten auf eine Innenwelle mit einer Oldham-Kupplung,
- Fig. 5 eine Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Nockenwelle mit Oldham-Kupplung zwischen Rotor und Innenwelle,
- Fig. 7a,b eine Schnittdarstellung durch die verstellbare Nockenwelle im Bereich eines Zwischenstücks einer Oldham-Kupplung,
- Fig. 8 eine Schnittdarstellung durch die erfindungsgemäße Nockenwelle mit kalottenförmig ausgebildeten Verbindungskonturen an einem Zwischenstück.

[0023] Entsprechend den Figuren 1, 3 und 5, weist eine erfindungsgemäße verstellbare Nockenwelle 1 eine Innenwelle 2 sowie eine koaxial dazu angeordnete Außenwelle 3 auf. Darüber hinaus ist ein Nockenwellenversteller 4 (Phasensteller) vorgesehen, dessen Stator 5 mit der Außenwelle 3 fest verbunden und dessen Rotor 6 mit der Innenwelle 2 verschraubt ist. Der Rotor 6 kann dabei auf die Außenwelle 3 aufgeklebt, aufgeschweißt oder aufgeschumpft sein. Erfindungsgemäß sind nun stirnseitig an der Innenwelle 2 eine integral mit dieser ausgebildete erste Verbindungskontur 7 und am Rotor 6 eine komplementär dazu ausgebildete, integrale zweite Verbindungskontur 8 vorgesehen, die direkt (vgl. Fig. 1 bis 3) oder indirekt (vgl. Fig. 4 bis 7) eine Formschlussverbindung zwischen der Innenwelle 2 und dem Rotor 6 ermöglichen. Eine derartige formschlüssige Verbindung erlaubt einen Toleranzausgleich bei Abweichungen der Achsen der Innenwelle 2 und des Rotors 6.

[0024] Gemäß den Figuren 1a bis 1c ist die erste Verbindungskontur 7 als Feder ausgebildet, wogegen gemäß der Fig. 2 die zweite Verbindungskontur 8 als komplementär dazu ausgebildete Nut ausgebildet ist, sodass die erste Verbindungskontur 7 und die zweite Verbindungskontur 8 zusammen eine einfach wirkende, das heißt eine in eine Richtung wirkende Oldham-Kupplung bilden, wobei die Feder und die Nut parallel zu einem ersten Nocken 9 mit der Innenwelle 2 verbindenden Stift 10 ausgerichtet sind. Gemäß der Fig. 1 ist im Rotor 6 des Nockenwellenverstellers 4 noch eine Hülse 11 angeordnet, die insbesondere auch eine Ölzuführungsfunktion übernehmen kann. Die Hülse 11 ist dabei als separates Bauteil ausgebildet und in die Innenwelle 2 eingeschoben, wodurch ein zunächst separates Bearbeiten der Innenwelle 2 ohne Hülse 11 ermöglicht wird, was sich deutlich einfacher darstellt. Der Stator 5 besitzt zudem ein Statorgehäuse 12 mit einem Deckel 13. Der Rotor 6 ist gemäß der Fig. 1 schwimmend zur Innenwelle 2 angeordnet und wird durch den Stator 5 beziehungsweise den Phasenstellerdeckel 13 und die Hülse 11 gelagert. Es ist natürlich auch vorstellbar, dass der Rotor 6 in dieser Anordnung durch mindestens eine Schraube gegen die Innenwelle 2 verschraubt ist.

[0025] Mit der gemäß den Fig. 1 bis 3 gezeigten direkten Formschlussverbindung zwischen der Innenwelle 2 und dem Rotor 6 des Nockenwellenverstellers 4 ist ein Toleranzausgleich über ein Nut-Feder-Prinzip, ähnlich einer einfach wirkenden Oldham-Kupplung möglich. Dabei kann jedoch nur ein Fehler in einer Achsquerrichtung ausgeglichen werden, wobei in diesem Fall die Nut 8 vorzugsweise parallel zur Achsrichtung des Stiftes 10 ausgerichtet ist, um die in diese Richtung erwarteten Fehler ausgleichen zu können.

[0026] Die Nockenwelle 1 gemäß der Fig. 3 zeigt darüber hinaus eine erste Verbindungskontur 7 sowie eine zweite Verbindungskontur 8, die beide kalottenförmig, das heißt kugeloberflächenförmig, ausgebildet sind und ineinander greifen. Hierdurch ist nicht nur ein Parallelversatz zwischen der Achse der Innenwelle 2 und der

Achse des Rotors 6 auszugleichen, sondern auch eine Winkelabweichung zwischen diesen beiden Achsen.

[0027] Betrachtet man die Fig. 3 und die Fig. 5, so kann man erkennen, dass der Rotor 6 mit der Innenwelle 2 über eine Schraube 14 verschraubt ist, wobei in der Schraube 14 ein Ölkanal 15 verläuft, über welchen eine Ölzufuhr von der Innenwelle 2 über die Schraube 14 zum Rotor 6 ermöglicht wird.

[0028] Betrachtet man die gemäß den Fig. 4 bis 7 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Nockenwelle 1, so kann man hier eine Oldham-Kupplung (Kreuzkupplung) erkennen, bei welcher zwischen der Innenwelle 2 und dem Rotor 6 ein Zwischenstück 16 angeordnet ist, welches derart ausgebildet ist, dass es mit der ersten und zweiten Verbindungskontur 7, 8 die zuvor erwähnte Oldham-Kupplung bildet. Eine derartige Oldham-Kupplung ermöglicht den Ausgleich eines Versatzes zwischen zwei Achsen, hier zwischen der Achse des Rotors 6 und der Achse der Innenwelle 2. Das Zwischenstück 16 besitzt ebenfalls zwei Verbindungskonturen 17, 18, wobei die Verbindungskontur 17 mit der ersten Verbindungskontur 7 an der Innenwelle 2 und die Verbindungskontur 18 mit der zweiten Verbindungskontur 8 am Rotor 6 zusammenwirkt. Die Verbindungskonturen 7 und 17 stehen dabei orthogonal zu den Verbindungskonturen 8 und 18, wodurch der Toleranzausgleich der Achsabweichung ermöglicht wird.

[0029] Betrachtet man die Fig. 5, so kann man erkennen, dass der Rotor 6 über die Schraube 14 und über das Zwischenstück 16 mit der Innenwelle 2 verschraubt ist, das heißt fest gegen diese verspannt ist, wodurch eine schwimmende Lagerung des Rotors 6 im Statorgehäuse 12 ermöglicht wird. Hierfür erforderlich ist selbstverständlich eine Axiallagerung der Innenwelle 2. Sollte der Rotor 6 mit Toleranzausgleich gegen die Innenwelle 2 verschraubt werden, kann der Rotor 6 selbstverständlich auch die Axiallagerung der Innenwelle 2 übernehmen. Radial wird die Innenwelle 2 stets über die Stifte 10 und die damit verstifteten Nocken 9 gelagert. Mit dem Bezugszeichen S ist in der Figur 5 ein mögliches Spiel zwischen dem Rotor 6 und dem Statorgehäuse 12 bzw. dem Stator 5 und/oder der Schraube 14 bezeichnet.

[0030] Um zusätzlich auch eine Winkelabweichung zwischen der Achse des Rotors 6 und der Achse der Innenwelle 2 ausgleichen zu können, können die Verbindungskonturen 17, 18 am Zwischenstück 16 und /oder die erste Verbindungskontur 7 und/oder die zweite Verbindungskontur 8 als abgerundete Feder oder als abgerundete Nut ausgebildet sein. Darüber hinaus ist denkbar, dass zumindest eine als abgerundete Feder ausgebildete Verbindungskontur 17, 18 eine Planfläche 19 am Federkopf aufweist, wodurch selbst bei zusammengesetzten Bauteilen das Zwischenstück 16 immer noch ein wenig "Luft/Spiel" besitzt, um einen Toleranzausgleich zu ermöglichen. Um darüber hinaus auch noch die Dämpfungswirkung und einen zusätzlichen Toleranzausgleich zu ermöglichen, ist zumindest eine der Verbindungskonturen 7, 8, 17, 18 beschichtet, insbesondere

mit einem Elastomerwerkstoff.

[0031] Die Nockenwelle 1 gemäß der Fig. 8 zeigt eine erste Verbindungskontur 7 sowie eine zweite Verbindungskontur 8, wovon nur die zweite Verbindungskontur 8 kalottenförmig ausgebildet ist und mit einer ebenfalls kalottenförmig ausgebildeten Verbindungskontur 18 des Zwischenstücks 16 zusammenwirkt. Auf der gegenüberliegenden Seite ist die Verbindungskontur 17 nicht kalottenförmig ausgebildet, könnte dies jedoch sein.

[0032] Mit der erfindungsgemäßen Nockenwelle 1 sind insbesondere ein maximaler Toleranzausgleich sowie eine maximale Drehmomentübertragung aufgrund der Formschlussverbindung möglich.

Patentansprüche

1. Verstellbare Nockenwelle (1) mit einer Innenwelle (2) und einer coaxial dazu angeordneten Außenwelle (3), sowie mit einem Nockenwellenversteller (4), dessen Rotor (6) drehfest mit der Innenwelle (2) verbunden ist, wobei der Stator (5) des Nockenwellenverstellers (4) drehfest mit der Außenwelle (3) verbunden ist, und wobei stirnseitig an der Innenwelle (2) eine integrale erste Verbindungskontur (7) und am Rotor (6) eine komplementär dazu ausgebildete integrale zweite Verbindungskontur (8) vorgesehen sind, die direkt oder indirekt eine Formschlussverbindung zwischen der Innenwelle (2) und dem Rotor (6) ermöglichen.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Verbindungskontur (7) als Feder und die zweite Verbindungskontur (8) als komplementär dazu ausgebildete Nut ausgebildet sind, so dass die erste Verbindungskontur (7) und die zweite Verbindungskontur (8) zusammen eine einfach wirkende Oldham-Kupplung bilden, wobei die Feder und die Nut parallel zu einem ersten Nocken (9) mit der Innenwelle (2) verbindenden Stift (10) ausgerichtet sind.
3. Nockenwelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die erste und/oder die zweite Verbindungskontur (7,8) kalottenförmig ausgebildet sind.
4. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine den Rotor (6) mit der Innenwelle (2) verbindende Schraube (14) einen Ölkanal (15) aufweist, über welchen eine Ölzufuhr von der Innenwelle (2) über die Schraube (14) zum Rotor (6) ermöglicht wird.
5. Nockenwelle nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen der Innenwelle (2) und dem Rotor (6) ein Zwischenstück (16) angeordnet ist, das über entsprechende Verbindungskonturen (17,18) zusammen mit der ersten und zweiten Verbindungskontur (7,8) an der Innenwelle (2) und dem Rotor (6) eine Oldham-Kupplung bildet.

6. Nockenwelle nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass Verbindungskonturen (17,18) am Zwischenstück (16) und/oder die erste Verbindungskontur (7) und/oder die zweite Verbindungskontur (8) als abgerundete Feder oder als ausgerundete Nut ausgebildet sind.
7. Nockenwelle nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine erste und/oder eine zweite axiale Trennfläche zwischen Zwischenstück (16) und Rotor (6) oder zwischen Zwischenstück (16) und Innenwelle (2) kalottenförmig ausgebildet ist.
8. Nockenwelle nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine als abgerundete Feder ausgebildete Verbindungskontur (7, 8, 17,18) eine Planfläche (19) am Federkopf aufweist.
9. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine der Verbindungskonturen (7, 8, 17,18) beschichtet ist, insbesondere mit einem Elastomerwerkstoff.
10. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der Rotor (6) über einen Pressverband mit der Innenwelle (2) verbunden ist, oder
 - **dass** der Rotor (6) mit axialem Spiel zur Innenwelle (2) angeordnet ist.

Claims

1. Adjustable camshaft (1) having an inner shaft (2) and an outer shaft (3) arranged axially thereto, and having a camshaft adjuster (4), the rotor (6) of which is connected non-rotationally with the inner shaft (2), wherein the stator (5) of the camshaft adjuster (4) is connected non-rotationally with the outer shaft (3), and wherein on the end face of the inner shaft (2) an integral first connecting contour (7) is provided and on the rotor (6) an integral second connecting contour (8) designed in a complementary manner to the first con-

necting contour is provided, which directly or indirectly facilitate a form-fitting connection between the inner shaft (2) and the rotor (6).

2. Camshaft according to claim 1,
characterised in
that the first connecting contour (7) is formed as a spring and the second connecting contour (8) is formed as a groove formed in a complementary manner thereto, such that the first connecting contour (7) and the second connecting contour (8) together form a simply functioning Oldham-coupling, wherein the spring and the groove are aligned parallel to a pin (10) connecting a first cam (9) with the inner shaft (2).
3. Camshaft according to claim 1 or 2,
characterised in
that at least the first and/or the second connecting contour (7, 8) are formed dome-shaped.
4. Camshaft according to any of claims 1 to 3,
characterised in
that a screw (14) connecting the rotor (6) with the inner shaft (2) has an oil channel (15) via which an oil supply is facilitated from the inner shaft (2) via the screw (14) to the rotor (6).
5. Camshaft according to claim 1,
characterised in
that between the inner shaft (2) and the rotor (6) an intermediate piece (16) is arranged which via corresponding connecting contours (17, 18) together with the first and second connecting contour (7, 8) forms on the inner shaft (2) and the rotor (6) an Oldham-coupling.
6. Camshaft according to claim 5,
characterised in
that connecting contours (17, 18) on the intermediate piece (16) and/or the first connecting contour (7) and/or the second connecting contour (8) are formed as a rounded spring or as a rounded groove.
7. Camshaft according to claim 6,
characterised in
that at least one first and/or one second axial partition surface is constructed dome-shaped between intermediate piece (16) and rotor (6) or between intermediate piece (16) and inner shaft (2).
8. Camshaft according to claim 6 or 7,
characterised in
that at least one connecting contour (7, 8, 17, 18) designed as a rounded spring has a flat surface (19) on the spring head.
9. Camshaft according to any of claims 1 to 8,
characterised in

that at least one of the connecting contours (7, 8, 17, 18) is coated, in particular with an elastomeric material.

10. Camshaft according to any of claims 1 to 9, characterised in

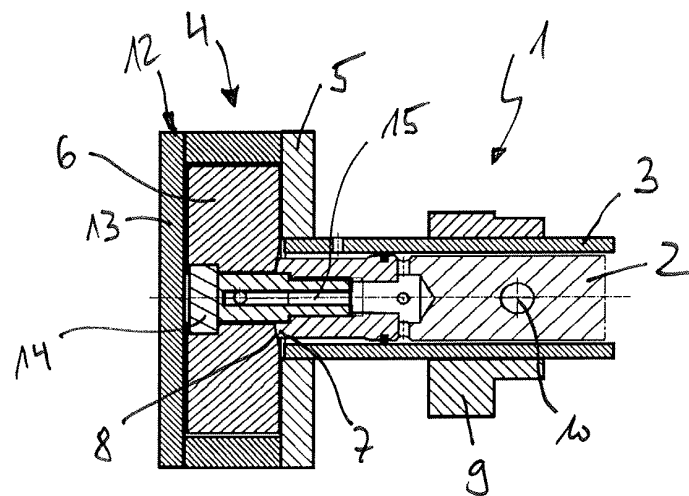
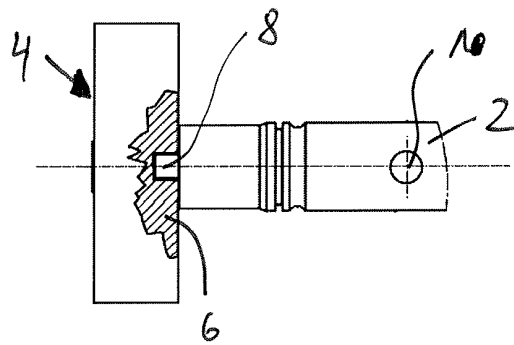
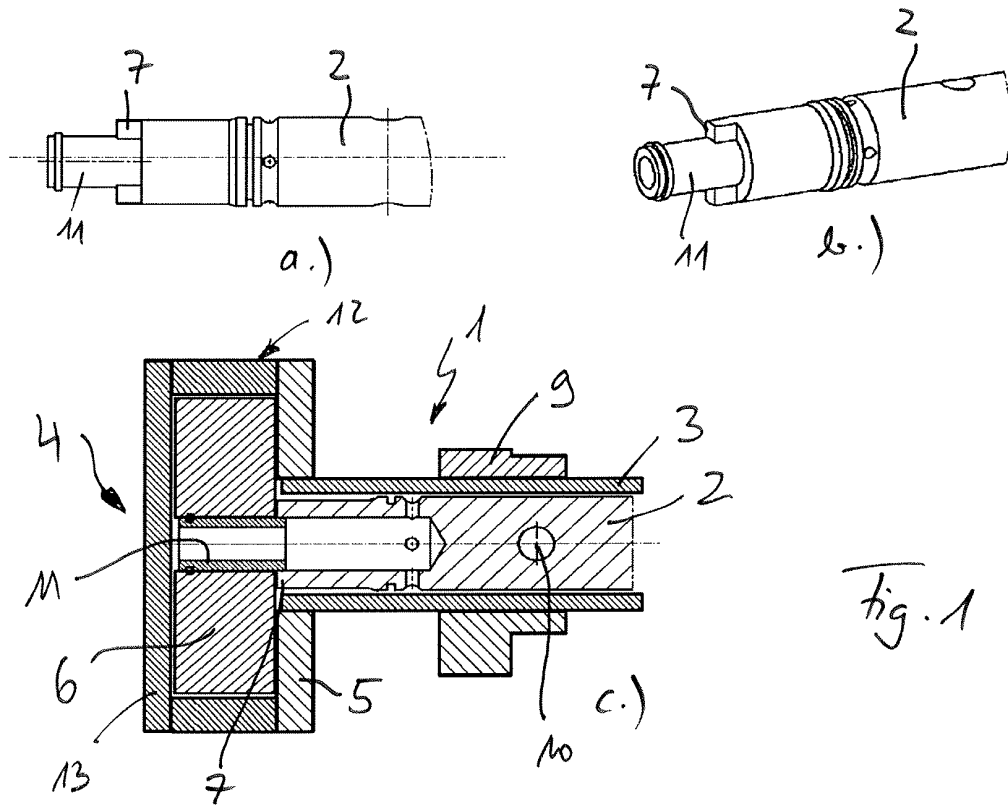
- **that** the rotor (6) is connected via an interference fit with the inner shaft (2), or
- **that** the rotor (6) is arranged with axial play to the inner shaft (2).

Revendications

1. Arbre à cames (1) ajustable, avec un arbre intérieur (2) et un arbre extérieur (3) agencé de façon coaxiale à celui-ci, ainsi qu'avec un ajusteur d'arbre à cames (4) dont le rotor (6) est relié à l'arbre intérieur (2) de manière solidaire en rotation, dans lequel le stator (5) de l'ajusteur d'arbre à cames (4) est relié à l'arbre extérieur (3) de manière solidaire en rotation et dans lequel il est prévu frontalement au niveau de l'arbre intérieur (2) un premier contour de liaison intégré (7) et au niveau du rotor (6) un deuxième contour de liaison intégré (8) réalisé complémentaire du premier, lesquels contours permettent directement ou indirectement une liaison par concordance de forme entre l'arbre intérieur (2) et le rotor (6).
2. Arbre à cames selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier contour de liaison (7) est réalisé comme une languette et le deuxième contour de liaison (8) comme une rainure réalisée complémentaire de la languette de telle sorte que le premier contour de liaison (7) et le deuxième contour de liaison (8) forment conjointement un accouplement Oldham à action simple, la languette et le ressort étant orientés parallèlement à une tige (10) reliant une première came (9) à l'arbre intérieur (2).
3. Arbre à cames selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins le premier et/ou le deuxième contour de liaison (7, 8) sont réalisés en forme de calotte.
4. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**une vis (14) reliant le rotor (6) à l'arbre intérieur (2) comporte un canal d'huile (15) par l'intermédiaire duquel une alimentation en huile est possible de l'arbre intérieur (2) au rotor (6) via la vis (14).
5. Arbre à cames selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une pièce intermédiaire (16) est agencée entre l'arbre intérieur (2) et le rotor (6), laquelle pièce intermédiaire forme conjointement au premier et au

deuxième contour de liaison (7, 8), au niveau de l'arbre intérieur (2) et du rotor (6), par l'intermédiaire de contours de liaison (17, 18) correspondants, un accouplement Oldham.

6. Arbre à cames selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** des contours de liaison (17, 18) au niveau de la pièce intermédiaire (16) et/ou le premier contour de liaison (7) et/ou le deuxième contour de liaison (8) sont réalisés comme des languettes arrondies ou comme des rainures arrondies en creux.
7. Arbre à cames selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**au moins une première surface de séparation axiale et/ou une deuxième surface de séparation axiale sont réalisées sous forme de calottes entre la pièce intermédiaire (16) et le rotor (6) ou entre la pièce intermédiaire (16) et l'arbre intérieur (2).
8. Arbre à cames selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce qu'**au moins un contour de liaison (7, 8, 17, 18) réalisé comme une languette arrondie comporte au niveau de la tête de languette une surface plane (19).
9. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**au moins l'un des contours de liaison (7, 8, 17, 18) est revêtu, en particulier avec un élastomère.
10. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que**
 - le rotor (6) est relié à l'arbre intérieur (2) par l'intermédiaire d'un joint à ajustement serré, ou
 - le rotor (6) est agencé avec un jeu axial par rapport à l'arbre intérieur (2).



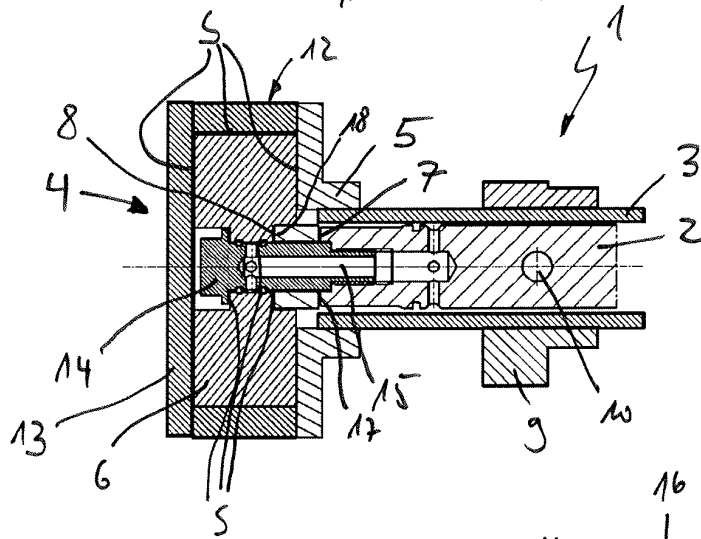
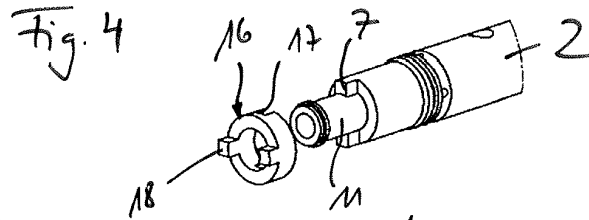
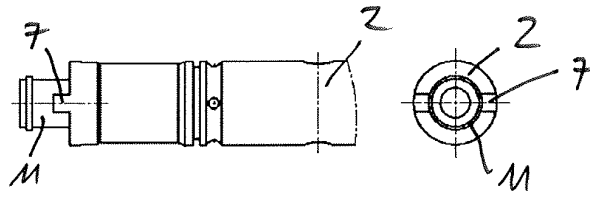


Fig. 5

Fig. 6

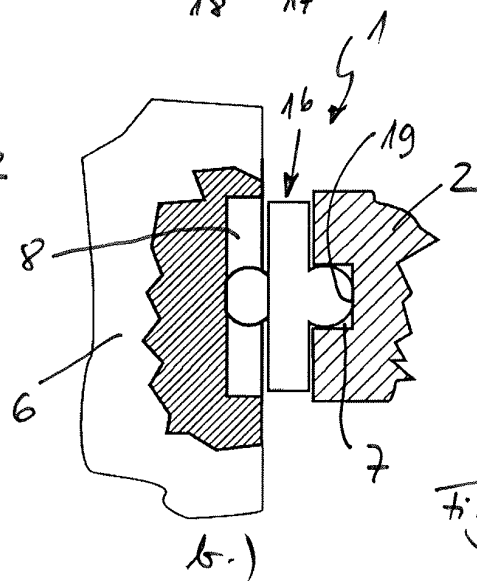
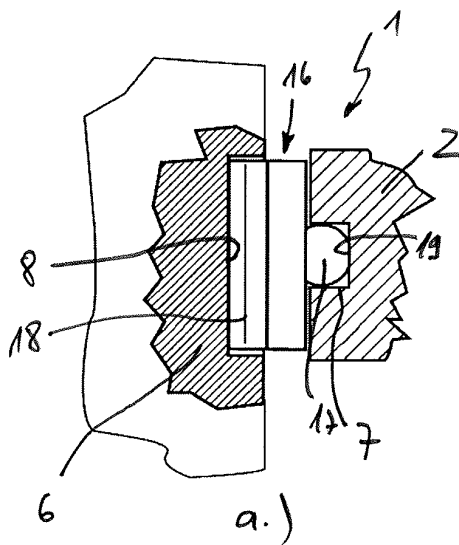
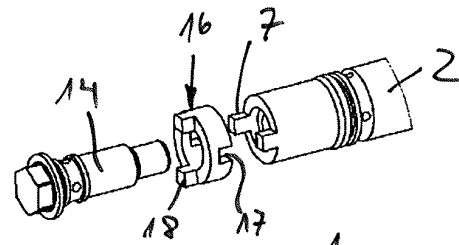
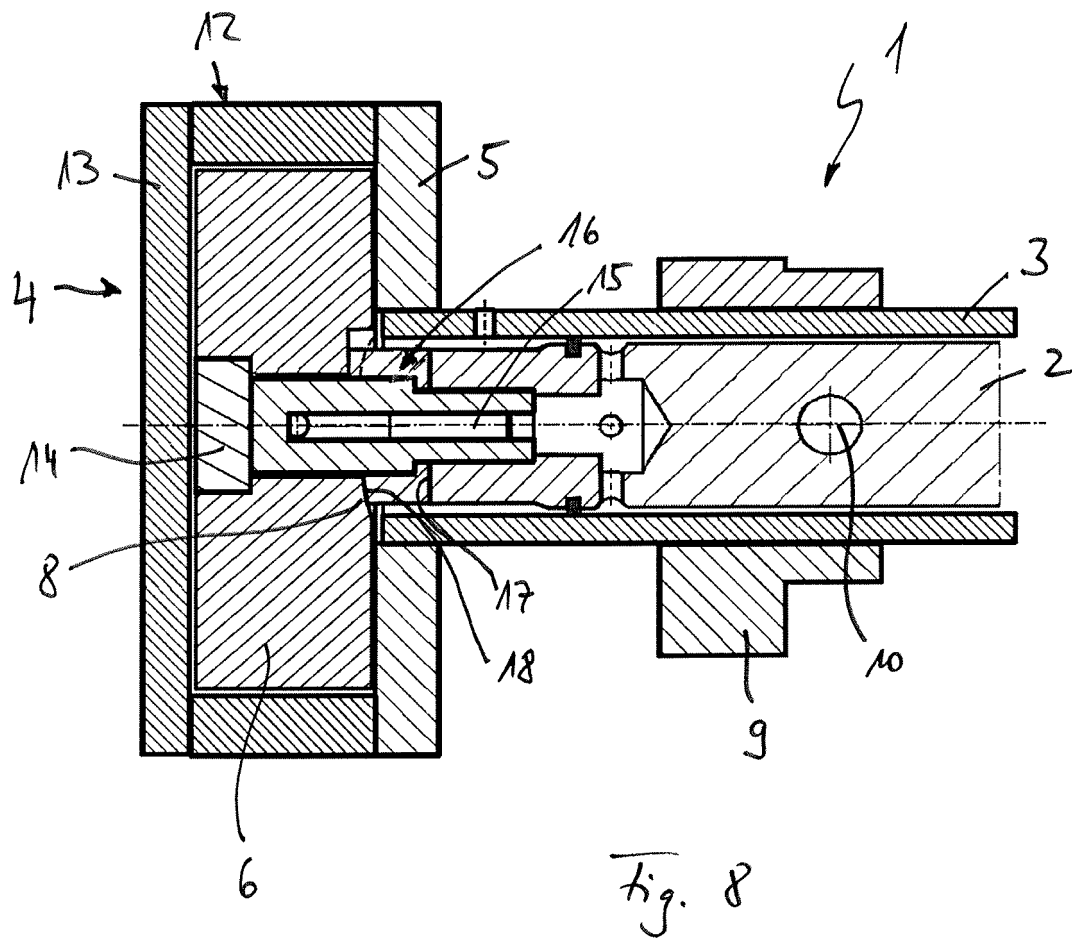


Fig. 7



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 102012105284 A1 [0005]
- DE 102008033230 B4 [0006]
- DE 202008018146 U1 [0007]