

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 51037/2020
(22) Anmeldetag: 27.11.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2022

(51) Int. Cl.: **F01L 1/344** (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01)
B22F 5/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102014200818 A1
DE 112017006718 T5
DE 102012207477 A1
DE 60206075 T2

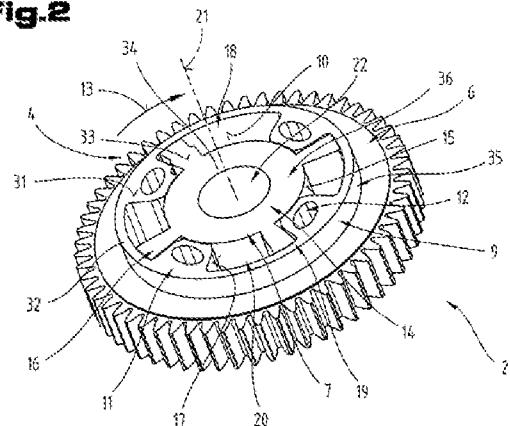
(73) Patentinhaber:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) Statorabdeckung

(57) Die Erfindung betrifft eine Statorabdeckung (8) für einen Stator (6) eines Nockenwellenverstellers (2), umfassend einen Abdeckungskörper (23), der eine erste Stirnfläche (24) aufweist, die eine Anlagefläche (26) bildet, mit der der Abdeckungskörper (23) an den Stator (6) anlegbar ist, wobei zumindest 40 % der Anlagefläche (26) gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche (24) erhaben ausgebildet sind. Die erhabene Anlagefläche (26) springt um eine Höhe (27) gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche (24) vor, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 μm bis 100 μm .

Fig.2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Statorabdeckung für einen Stator eines Nockenwellenverstellers, umfassend einen Abdeckungskörper, der eine erste Stirnfläche aufweist, die eine Anlagefläche bildet, mit der der Abdeckungskörper an den Stator anlegbar ist, wobei zumindest 40 % der Anlagefläche gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche erhaben ausgebildet sind.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung einen Nockenwellenversteller, insbesondere hydraulischer Nockenwellenversteller, umfassend einen Stator und einen Rotor, wobei der Rotor zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, innerhalb des Stators angeordnet ist, sowie eine Stator Abdeckung, die mit dem Stator verbunden ist.

[0003] Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines, insbesondere hydraulischen, Nockenwellenverstellers umfassend einen Stator mit einem Statorgrundkörper, der mit einer äußeren Stirnverzahnung, einer radial inneren Mantelfläche und mit von der radial inneren Mantelfläche radial nach innen vorragenden, voneinander in Umfangsrichtung des Statorgrundkörpers beabstandeten Stegen hergestellt wird; einen relativ zum Stator verdrehbaren Rotor mit einem Rotorgrundkörper, der zumindest teilweise von dem Stator umgeben ist und der mit von einer radial äußeren Mantelfläche radial nach außen vorragenden Flügeln hergestellt wird, so dass zwischen dem Stator und dem Rotor mehrere hydraulische Arbeitsräume ausgebildet werden, welche jeweils durch einen Flügel des Rotors in eine erste Arbeitskammer und eine zweite Arbeitskammer unterteilt werden; wobei der Stator und der Rotor mit ersten Planflächen an einer ersten Stirnfläche hergestellt werden; wobei der Rotor und/oder der Stator nach einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellt wird oder werden.

[0004] Nockenwellenversteller dienen bekanntlich der Anpassung der Ventilöffnungszeiten, um damit eine höhere Effizienz eines Verbrennungsmotors zu erreichen. Sie sind in verschiedensten Ausführungen aus dem Stand der Technik bekannt. Ein hydraulischer Nockenwellenversteller umfasst einen Stator, in dem ein Rotor angeordnet ist. Der Rotor ist drehfest mit der Nockenwelle verbunden. Der Stator, der mit der Kurbelwelle verbunden ist, weist radial nach innen vorragende Stege auf, die Anschlagflächen für die Flügel des Rotors bilden. Somit kann der Rotor nur in einem vordefinierten Winkelbereich relativ zum Stator verdreht werden.

[0005] Es ist in diesem Zusammenhang auch bekannt, zumindest Teile eines Nockenwellenverstellers aus Sinterwerkstoffen pulvermetallurgisch herzustellen. So beschreibt z. B. die DE 10 2013 226 445 A1 einen Nockenwellenversteller für eine Verbrennungskraftmaschine nach dem Flügelzellentyp, mit einem Stator und einem relativ zu dem Stator verdrehbaren, aus mehreren miteinander verbundenen Rotorteilen bestehenden Rotor, wobei der Rotor drehfest mit einer Nockenwelle der Verbrennungskraftmaschine verbindbar ist und ein erstes Rotorteil derart ausgestaltet ist, dass die Nockenwelle in einem Betriebszustand unter Anlage an dem ersten Rotorteil abgestützt ist, wobei das erste Rotorteil mittels eines Sinterprozesses hergestellt ist und zumindest eine die Nockenwelle abstützende erste Abstützfläche des ersten Rotorteils mittels eines spanlosen Bearbeitungsvorgangs geometrisch eingestellt ist.

[0006] Die DE 10 2013 015 677 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision, wobei das Sinterteil aus wenigstens einem ersten Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil hergestellt wird, und wobei das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte umfasst: Fügen des ersten Sinterfügeteils mit dem zweiten Sinterfügeteil, Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision, aufweisend ein Verformen von wenigstens einem Radialverformungselement, das bevorzugt an einer Fügekontaktzone angrenzend positioniert ist, wobei das Verformen des Radialverformungselements wenigstens mittels eines Kalibrierwerkzeugs bewirkt wird und zumindest im Wesentlichen als plastische Verformung des Radialverformungselements erfolgt.

[0007] Wie aus dem Stand der Technik zu ersehen ist, spielt die Präzision der Bauteile eine entsprechend große Rolle. Damit einhergehend ist die Herstellung derartiger Nockenwellenversteller entsprechend aufwändig.

[0008] Die DE 10 2014 200 818 A1 beschreibt einen hydraulischen Nockenwellenversteller mit einem Stator und einem konzentrisch und innerhalb davon angeordneten Rotor, welcher mit einer Nockenwelle verbindbar ist, wobei der Stator einen Hauptkörper mit einer zumindest abschnittsweise hohlzylindrischen Form und einen Deckel aufweist, wobei der Deckel axial fest und drehfest am Hauptkörper angebracht ist, und zwischen dem Hauptkörper und dem Deckel zumindest abschnittsweise eine Verbindung nach Art einer Kaltverschweißung ausgebildet ist.

[0009] Aus der DE 11 2017 006 718 T5 ist ein Rotor für einen Motor mit variabler Ventilsteuerung bekannt, wobei der Rotor umfasst: einen zentralen Körper; eine Mehrzahl von Schaufeln, die sich von dem zentralen Körper radial nach außen erstrecken; wobei der zentrale Körper und die Mehrzahl von Schaufeln eine Einheitskomponente sind, die ein gesintertes Pulvermetall umfasst; wobei der Rotor ein Paar von axialen Seiten aufweist, die jeweils eine entsprechende ebene Oberfläche aufweisen, um ein Paar ebener Oberflächen an dem Rotor bereitzustellen, die parallel zueinander und entgegengesetzt voneinander abgewandt angeordnet sind; und wobei mindestens eine des Paares von axialen Seiten mindestens eine vertiefte Oberfläche aufweist, die von der entsprechenden ebenen Oberfläche axial versetzt ist, um einen Oberflächenbereich der jeweiligen ebenen Oberfläche an einen Oberflächenbereich der anderen ebenen Oberfläche anzugleichen.

[0010] Die nachveröffentlichte DE 10 2012 025 791 B3 beschreibt einen Stator für einen Nockenwellenversteller umfassend ein ringförmiges Außenteil zur konzentrischen Aufnahme eines Rotors mit am Rotor angeordneten Flügeln und ein vom ringförmigen Außenteil abragendes Segment zum Eingriff zwischen zwei Flügeln des Rotors, um gemeinsam mit den beiden Flügeln Druckkammern des Nockenwellenverstellers auszubilden, wobei mindestens ein mit dem Stator drehfest verbundener Deckel vorhanden ist, wobei der Deckel einen Hohlraum zur Aufnahme einer Hydraulikflüssigkeit aus den Druckkammern aufweist, wobei der Hohlraum über Rückschlagventile zu den Druckkammern des Nockenwellenverstellers derart geöffnet ist, dass der Fluss der Hydraulikflüssigkeit ausschließlich vom Hohlraum zur Druckkammer möglich ist, so dass die Druckkammer im Falle eines Unterdruckes die im Hohlraum gespeicherte Hydraulikflüssigkeit ansaugen kann.

[0011] Aus der DE 10 2012 207 477 A1 ist ein Nockenwellenversteller bekannt, umfassend einen Stator, einen relativ zum Stator um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Nabe zur Aufnahme einer Nockenwelle, wobei erste Versorgungskanäle und hierzu getrennte zweite Versorgungskanäle die Nabe jeweils im Wesentlichen radial durchsetzen, und eine in die Nabe zumindest mit einem Endabschnitt eingesetzte Trennhülse, die in der Nabe einen äußeren axialen Versorgungsraum und einen hierzu getrennten inneren axialen Versorgungsraum ausbildet, wobei der äußere axiale Versorgungsraum mit den ersten Versorgungskanälen und der innere axiale Versorgungsraum mit den zweiten Versorgungskanälen strömungstechnisch verbunden ist, und wobei die Trennhülse am Außenmantel eine Anzahl von Axialnuten umfasst, die wenigstens teilweise den äußeren axialen Versorgungsraum bilden und die jeweils mit den ersten Versorgungskanälen strömungstechnisch verbunden sind, und die Trennhülse eine Anzahl von radialen Durchbrüchen umfasst, die strömungstechnisch den inneren Versorgungsraum jeweils mit einer zweiten Versorgungsleitung verbinden.

[0012] Die DE 602 06 075 T2 beschreibt einen Phasenverstellmechanismus für eine Motornockenwelle, die im Betrieb Drehmomentschwankungen unterliegt, wobei der Mechanismus ein treibendes Glied und ein getriebenes Glied aufweist, welche über einen geschlossenen Hydraulikkreis zur Drehung miteinander gekoppelt sind, welcher von mehreren Arbeitskammern mit variablem Volumen gebildet wird, die so miteinander verbunden sind, dass das Volumen der einen Kammer zunimmt, wenn das Volumen der anderen abnimmt, wobei der Durchgang von Flüssigkeit zwischen den Arbeitskammern eine Verstellung der Phase des treibenden Gliedes relativ zum getriebenen Glied bewirkt, und die Kammern mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt sind und über Kanäle miteinander verbunden sind, in welchen der Flüssigkeitsfluss durch selektives Anlegen eines Magnetfeldes gesteuert wird.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Herstellung eines (hydrauli-

schen) Nockenwellenverstellers zu vereinfachen.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung wird mit der eingangs genannten Statorabdeckung gelöst, bei der vorgesehen ist, dass die erhabene Anlagefläche um eine Höhe gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche vorspringt, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 μm bis 100 μm .

[0015] Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Nockenwellenversteller gelöst, der die erfindungsgemäße Statorabdeckung aufweist.

[0016] Zudem wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, bei dem vorgesehen ist, dass die ersten Planflächen und die zweiten Planflächen des Stators und des Rotors geschliffen oder finiert werden, insbesondere gemeinsam geschliffen werden, und dass danach der Stator und der Rotor mit einer erfindungsgemäßen Statorabdeckung abgedeckt werden.

[0017] Von Vorteil ist dabei, dass mit der erhabenen Anlagefläche, d.h. mit der Abstufung der Stirnfläche, der axiale Spalt zwischen Rotor und Stator einfacher einstellbar ist. Insbesondere wenn der Rotor und der Stator auf gleiche Höhentoleranzen geschliffen werden, kann mit der Ausführung der Statorabdeckung der Ölspalt gegebenenfalls reduziert werden. Bei gleichbleibendem Ölspalt kann die Ebenheitstoleranz an der Statorabdeckung erhöht werden, sodass damit eine Bearbeitung der Anlagefläche des Statorabdeckung zur Reduzierung der Toleranz nicht mehr erforderlich ist. Es kann damit also ein Herstellungsschritt in der Fertigung eines Nockenwellenverstellers eingespart werden. Sofern jedoch dieser Bearbeitungsschritt durchgeführt werden soll, kann umgekehrt dazu die Höhentoleranz von Rotor und Stator angepasst werden, sodass an diesen Bauteilen gegebenenfalls ein Bearbeitungsschritt, wie z.B. das Läppen, eingespart werden kann.

[0018] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erhabene Bereich der Anlagefläche als Planfläche ausgebildet ist. Hierdurch kann die Toleranzanpassung weiter vereinfacht werden.

[0019] Es ist vorgesehen, dass die erhabene Anlagefläche um eine Höhe gegenüber dem Rest der Stirnfläche vorspringt, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 μm bis 100 μm . Unterhalb von 2 μm ist der Effekt der erhabenen Stirnfläche relativ gering. Eine Abstufung von mehr als 100 μm kann zwar in Sonderfällen von Vorteil sein, in der Massenfertigung des Nockenwellenverstellers hat sich aber diese Obergrenze als vorteilhaft herausgestellt, da damit der besagte Ölspalt geringgehalten werden kann.

[0020] Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nur eine erhabene Anlagefläche ausgebildet ist, die sich über 360 ° des Abdeckungskörpers erstreckt. Es kann damit die Kräfteverteilung bei der Montage des Nockenwellenverstellers gleichmäßig werden, wodurch die Statorabdeckung präziser an dem Stator angeordnet werden kann. In weiterer Folge ist es damit wiederum möglich, Toleranzen im System „Nockenwellenversteller“ zu reduzieren.

[0021] Nach einer anderen Ausführungsvariante kann vorgesehen werden, dass der Abdeckungskörper aus einem Sinterwerkstoff besteht. Es ist damit die Abstufung einfacher herstellbar, insbesondere in angegebenen Bereich mit der geringen Höhe.

[0022] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Anlagefläche gehärtet ist. Dies wirkt sich ebenfalls positiv auf die Spannbarkeit der Statorabdeckung am Stator aus, womit ebenfalls eine Toleranzreduktion möglich ist. Die Härtung an sich kann dabei im Rahmen eines Herstellungsschrittes der Statorabdeckung erfolgen, der ohnehin durchgeführt wird, also beispielsweise der Sinterung des Statordeckels, sodass hierfür kein zusätzlicher Schritt erforderlich ist.

[0023] Wie bereits voranstehend ausgeführt, ist gemäß einer Ausführungsvariante bevorzugt vorgesehen, wenn die Anlagefläche ungeschliffen ist. Dies wiederum erlaubt eine gewisse Anpassung der Anlagefläche an die Gegenspannfläche des Stators, indem „Unebenheiten“ beim Spannen verdrückt werden.

[0024] Gemäß einer Ausführungsvariante des Nockenwellenverstellers kann vorgesehen sein, dass die Anlagefläche der Statorabdeckung ausschließlich in Bereichen auf der Stirnfläche angeordnet ist, die unmittelbar an dem Stator anliegen. Es kann damit eine Überdeckung mit dem Rotor einfacher vermieden werden, womit der Zusammenbau des Nockenwellenverstellers vereinfacht werden kann.

[0025] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0026] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0027] Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Verbrennungsmotor;

[0028] Fig. 2 den Stator und den Rotor eines Nockenwellenverstellers in Schrägansicht;

[0029] Fig. 3 eine Ausführungsvariante einer Statorabdeckung in Schrägansicht auf eine erste Stirnfläche;

[0030] Fig. 4 die Statorabdeckung nach Fig. 3 in Schrägansicht auf die zweite Stirnfläche;

[0031] Fig. 5 einen Schnitt durch die Statorabdeckung nach Fig. 3;

[0032] Fig. 6 ein Detail der Statorabdeckung nach Fig. 3 im Schnitt.

[0033] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0034] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einem Verbrennungsmotor 1 dargestellt. Zu sehen sind ein hydraulischer Nockenwellenversteller 2 und ein Antriebsrad 3. Der Nockenwellenversteller 2 weist an seinem äußeren Umfang eine Stirnverzahnung 4 auf. Ebenso weist das Antriebsrad 3 an seinem äußeren Umfang eine Stirnverzahnung 5 auf. Die beiden Stirnverzahnungen 4, 5 stehen in kämmenden Eingriff miteinander.

[0035] Die Stirnverzahnung 4 des Nockenwellenverstellers 2 kann auch für den Eingriff einer Steuerkette oder einem Antriebsriemen (nicht dargestellt) ausgebildet sein.

[0036] Prinzipiell ist diese Ausbildung von hydraulischen Nockenwellenverstellern 2 aus dem Stand der Technik bekannt, sodass sich weitere Ausführungen dazu erübrigen.

[0037] Wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, weist der Nockenwellenversteller 2 einen Stator 6 und einen Rotor 7 auf. Zudem weist der Nockenwellenversteller 2 zumindest eine Statorabdeckung 8 auf, die in den Fig. 3 bis 6 dargestellt ist. Je nach Ausführung kann der Nockenwellenversteller 2 eine oder zwei Statorabdeckungen 8 aufweisen. Im Falle von nur einer ist die zweite „Abdeckung“ einstückig mit dem Stator 6 ausgebildet, sodass dieser also annähernd topfförmig zur Aufnahme des Rotors 6 ausgebildet sein kann.

[0038] Der Stator 6 weist einen ringförmigen Statorgrundkörper 9 auf, der - wie bereits erwähnt - an seinem äußeren Umfang die Außenverzahnung in Form der Stirnverzahnung 4 aufweist. An einer radial inneren Mantelfläche 10 des Statorgrundkörpers 9 und über diese radial nach innen vorragend sind Stege 11 ausgebildet. Im konkreten Fall weist der Stator 6 vier Stege 11 auf. Diese Anzahl an Stegen 11 soll aber nicht beschränkend verstanden werden. Es können auch mehr oder weniger Stege 11 vorhanden sein. Die Stege 11 können bedarfsweise mit einer Ausnehmung 12 bzw. einem Durchbruch versehen sein, um damit dem Stator 6 ein geringeres Gewicht zu verleihen. Die Ausnehmungen 12 können je nach Ausführung der Statorabdeckung 8 aber auch zur Aufnahme von Schrauben bzw. generell Befestigungsmitteln dienen, mit denen die Statorabdeckung 8 an dem Stator 6 befestigt (fixiert) wird. Die Stege 11 sind in einer Umfangsrichtung 13 voneinander beabstandet am Statorgrundkörper 9 angeordnet.

[0039] Innerhalb des Stators 6 - wie bereits erwähnt wurde auf die Darstellungen der Statorabdeckung 8 (Fig. 1) verzichtet - ist der Rotor 7 vollständig angeordnet bzw. zumindest teilweise angeordnet. Der Rotor 7 weist einen (ringförmigen) Rotorgrundkörper 14 auf. An einer äußeren Mantelfläche 15 dieses Rotorgrundkörpers 14 sind Flügel 16 ausgebildet bzw. angeordnet, die sich von der Mantelfläche 15 beginnend radial nach außen erstrecken. Im zusammengebauten Zustand des Nockenwellenverstellers 2 sind diese Flügel 16 zwischen den Stegen 11 des Stators 6 angeordnet. Seitenflächen 17 der Stege 11 bilden dabei die Anschlagflächen für die Flügel 16 des Rotors 7, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist.

[0040] Die Anzahl der Flügel 16 des Rotors 7 richtet sich nach der Anzahl der Stege 11 des Stators 6, sodass im konkreten Fall also vier Flügel 16 vorhanden sind.

[0041] Die Stege 11 definieren hydraulische Arbeitsräume 18. Je ein Arbeitsraum 18 wird in der Umfangsrichtung 13 von zwei Stegen 11 begrenzt. Durch die Flügel 16, die zwischen den Stegen 11 angeordnet sind, werden die Arbeitsräume 18 jeweils durch einen Flügel 16 des Rotors 7 in eine erste Arbeitskammer 19 und eine zweite Arbeitskammer 20 unterteilt. Über das in diese Arbeitskammern 19, 20 einleitbare Fluid kann die relative Stellung des Rotors 7 zum Stator 6 verändert werden, wie das an sich bekannt ist, sodass hierzu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen sei.

[0042] Es sei darauf hingewiesen, dass die hydraulische Ausführung des Nockenwellenverstellers 2 die bevorzugte ist. Der Nockenwellenversteller 2 kann aber auch anders ausgeführt sein.

[0043] Der Rotor 7 ist also innerhalb des Stators 6 relativ in der Umfangsrichtung 13 drehbeweglich zum Stator 6 angeordnet, wobei der Weg der Verdrehbarkeit durch die Stege 11 begrenzt wird. Der Nockenwellenversteller 2 arbeitet somit nach dem Schwenkmotorprinzip. Von einer Kette oder einem Riementrieb oder dem Antriebsrad 3 angetrieben verstellt der Nockenwellenversteller 2 die Öffnungs- und Schließzeiten der Gaswechselventile gegenüber der antreibenden Welle, wie zum Beispiel der Kurbelwelle, zu einen früheren oder späteren Zeitpunkt, um auf den Verbrennungsablauf in der Verbrennungskraftmaschine Einfluss zu nehmen. Hierbei wird durch die Befüllung mit einem geeigneten Hydraulikmedium der sich zwischen Rotor 7 und Stator 6 des Nockenwellenverstellers 2 bildenden gegenläufigen Arbeitskammern 19, 20 die Nockenwelle entweder in Richtung "Früh" oder in Richtung "Spät" verstellt.

[0044] Zumindest teilweise innerhalb einer in der Axialrichtung 21 verlaufenden bzw. durch den Rotor 7 insbesondere durchgehenden Aufnahme 22 (Ausnehmung) des Rotors 7, also zumindest teilweise von dem Rotor 7 umgeben, ist ein Steuerventil (auch als Zentralventil bezeichnenbar), anordenbar.

[0045] In den Fig. 3 bis 6 ist nun eine Ausführungsvariante der Statorabdeckung 8 näher dargestellt.

[0046] Die Statorabdeckung 8 weist einen Abdeckungskörper 23 auf. Der Abdeckungskörper 23 (der zumindest annähernd zylinderförmig ausgebildet sein kann) weist eine erste Stirnfläche 24 und eine dieser in der Axialrichtung 21 gegenüberliegend am Abdeckungskörper 23 ausgebildete zweite Stirnfläche 25 auf. Die erste Stirnfläche 24 ist dabei jene Fläche, mit der der Abdeckungskörper 23 am Stator 6 anliegt, insbesondere unmittelbar anliegt. Dementsprechend ist die zweite Stirnfläche 25 in der Regel einer jenen Fläche, die am Nockenwellenversteller 2 sichtbar sind.

[0047] Die erste Stirnfläche 24 umfasst bzw. bildet eine Anlagefläche 26, mit der die Statorabdeckung 8 am Stator 6 anliegt. Die Anlagefläche 26 ist zumindest teilweise bezogen auf den Rest der Anlagefläche 26 bzw. die erste Stirnfläche 24 erhaben ausgeführt. Dabei sind zumindest 40 % der Anlagefläche 26 erhaben ausgeführt. Insbesondere sind zwischen 40 %, vorzugsweise 50 %, besonders bevorzugt 60 %, und 100 % der Anlagefläche 26 erhaben ausgeführt. Es kann also auch vorgesehen sein, dass die gesamte Anlagefläche 26 in Bezug auf die erste Stirnfläche 24 erhaben ausgeführt sein, also die erste Stirnfläche 24 überragen.

[0048] Die Anlagefläche 26 kann dabei eine Gesamtgröße aufweisen, die zwischen 20 %, vorzugsweise 40 %, besonders bevorzugt 50 % bzw. 60 %, und 80 % der gesamten ersten Stirnfläche

che 24 beträgt. Die Betrachtung erfolgt dabei in der Axialrichtung 23 auf die erste Stirnfläche 24. Unter der gesamten ersten Stirnfläche 24 wird daher die Summe aus der Anlagefläche 26 und dem Rest der ersten Stirnfläche 23 verstanden.

[0049] Prinzipiell kann die Anlagefläche 26 jede geeignete Form aufweisen. Beispielsweise kann sie zumindest bereichsweise bombiert sein. Gemäß der bevorzugten Ausführungsvariante ist die bzw. sind die Anlagefläche(n) 26 - es können auf der ersten Stirnfläche 24 auch mehr als eine Anlagefläche 26 angeordnet sein - als ebene Planfläche(n) ausgebildet.

[0050] Generell kann die Anlagefläche 26 eine bearbeitete Fläche sein, beispielsweise eine geschliffene Fläche. Entsprechend eine Ausführungsvariante der Statorabdeckung 8 kann jedoch vorgesehen sein, dass die Anlagefläche 26 unbehandelt, insbesondere ungeschliffen, ausgebildet ist. Beispielsweise kann die Anlagefläche 26 sinterrau sein, wenn die Statorabdeckung 8 gemäß einer weiteren Ausführungsvariante aus einem Sinterwerkstoff nach einem Sinterfahren hergestellt ist.

[0051] Die Statorabdeckung 8 kann aber auch anders hergestellt werden, beispielsweise durch Pressen eines Gusswerkstoffes, etc.

[0052] Die Anlagefläche kann eine Oberflächenrauigkeit gemäß DIN EN ISO 4287 zwischen Rz 2 µm und Rz 28 µm aufweisen.

[0053] Es ist weiter von Vorteil, wenn ein Sinterpulver eingesetzt wird, das eine Korngrößenverteilung nach DIN ISO 4497 zwischen 5 µm und 250 µm, vorzugsweise zwischen 30 µm und 150 µm, aufweist.

[0054] Als Werkstoff an sich für die Statorabdeckung 8 kann jedes geeignete Metall oder jede geeignete Metalllegierung eingesetzt werden, wie z.B. ein Stahl, Aluminium, etc.

[0055] Wie insbesondere aus Fig. 6 ersichtlich ist, ist eine Höhe 27, um die die Anlagefläche 26 die erste Stirnfläche 24 überragt, vorzugsweise relativ gering. Diese Höhe 27 beträgt zwischen 2 µm bis 100 µm, insbesondere zwischen 10 µm und 50 µm.

[0056] Wie bereits erwähnt, können auf der ersten Stirnfläche 24 mehrere Anlageflächen 26, auch als segmentierte Anlagefläche 26 bezeichnbar, angeordnet bzw. ausgebildet sein. Diese Anlageflächen 26 können dabei in der Umfangsrichtung 13 und/oder in der radialen Richtung nebeneinanderliegend angeordnet sein. Sie können alle gleich groß oder zumindest teilweise von unterschiedlicher Größe sein.

[0057] Gemäß der bevorzugten Ausführungsvariant der Statorabdeckung 8 kann jedoch vorgesehen sein, dass nur eine einzige erhabene Anlagefläche 26 ausgebildet ist, die sich über 360 ° des Abdeckungskörpers 23, also vollumfänglich, erstreckt. Diese Ausführungsvariante ist in Fig. 3 dargestellt. Die Anlagefläche 26 ist ringförmig ausgebildet. Von diesem Ring stehen radial nach innen vorragende Fortsätze 28 ab. Der Umfang und die Größe dieser Fortsätze 28 kann dabei gleich zur Größe und dem Umfang der Stege 11 des Stators 6 sein (jeweils in der Axialrichtung 21 betrachtet). Die Fortsätze 28 können aber auch eine davon abweichend Größe und/oder Form haben.

[0058] Die Anlagefläche 26 kann am Außenumfang der, beispielsweise ringförmigen, Statorabdeckung 8 beginnend und sich radial nach innen erstreckend ausgebildet bzw. angeordnet sein, wie dies in aus Fig. 3 ersichtlich ist. Eine radiale Breite 29 des Rings der Anlagefläche 26 kann sich dabei an der radialen Breite des ringförmigen Statorgrundkörpers 9, der bis zum Beginn der Stege 11 reicht, orientieren, insbesondere gleich groß sein. Der Ring der Anlagefläche 26 kann im Vergleich dazu aber auch dünner oder breiter ausgeführt sein. Weiter kann die Anlagefläche 26 auch beabstandet zum Außenumfang der Statorabdeckung 8 ausgebildet bzw. angeordnet sein.

[0059] Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann die zweite Stirnfläche 25 mit Ausnahme von Bohrungen 30, insbesondere Senkbohrungen, vollkommen eben, also ohne weitere Erhebungen oder Vertiefungen, ausgebildet sein. Die Bohrungen 30 dienen der Aufnahme von Verbindungsmittel, insbesondere Schrauben, mit denen die Statorabdeckung 8 am Stator befestigt wird. Vorzugsweise

werden Senkschrauben verwendet, sodass aufgrund der Senkbohrungen die Schrauben die zweite Stirnfläche 25 des Abdeckungskörpers 23 nicht (wesentlich) überragen. Vorzugsweise sind die Bohrungen 30 so platziert, dass sie auch durch die Fortsätze 28 der Anlagefläche 26 reichen. Die Anzahl der Verbindungsmittel kann der Anzahl an Stegen 11 des Stators 6 entsprechen.

[0060] Wie voranstehend ausgeführt, ist die zumindest eine Anlagefläche 26 vorzugsweise eine unbearbeitete Fläche, insbesondere eine spanend unbearbeitete Fläche. Die zumindest eine Anlagefläche 26 kann aber eine gehärtete Fläche sein. Das Härten kann beispielsweise mittels Laserstrahlung, durch Sinterhärten, Induktivhärten, Abschreckhärten, Einsatzhärten, etc., erfolgen. Da diese Verfahren an sich bekannt sind, muss nicht näher darauf eingegangen werden.

[0061] Die Anlagefläche 26 kann größer oder kleiner sein als die Stirnfläche des Stators 6, an der die Anlagefläche 26 anliegt. Gemäß der bevorzugten Ausführungsvariante des Nockenwellenverstellers 2 ist die Anlagefläche 26 der Statorabdeckung 2 jedoch ausschließlich in Bereichen auf der ersten Stirnfläche 24 ausgebildet, die unmittelbar an dem Stator 6 anliegen. Die Anlagefläche 26 ist also nicht größer als die besagte Stirnfläche des Stators 6, kann jedoch gleich groß sein.

[0062] Die Herstellung des Rotors 7 erfolgt bevorzugt mit einer pulvermetallurgischen Methode. Dieses Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellung eines ersten Pulvers zur Herstellung des Rotors 7 in einem Formhohlraum einer Form;
Pressen des ersten Pulvers zu einem Rotorgrünling in der Form;
gegebenenfalls Grünbearbeitung des Rotorgrünlings;
Sintern des Rotorgrünlings;
materialabtragendes Nachbearbeiten des Rotors.

[0063] Der Rotor 7 kann aber auch nach einem anderen Verfahren hergestellt sein. Auch der Stator 6 ist bevorzugt ein einstückiges Bauteil, insbesondere ein Sinterbauteil (also aus einem Sinterwerkstoff nach einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellt), sodass also die Stirnverzahnung 4 und die Stege 11 mit dem Grundkörper 9 einen einzigen, integralen Bauteil, insbesondere Sinterbauteil, bilden. Dieses Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines zweiten Pulvers zur Herstellung des Stators 6 in einem Formhohlraum einer Form;
- Pressen des zweiten Pulvers zu einem Statorgrünling in der Form;
- gegebenenfalls Grünbearbeitung des Statorgrünlings;
- Sintern des Statorgrünlings;
- materialabtragendes Nachbearbeiten des Stators 6;
- gegebenenfalls Härtung der Stirnverzahnung 4 des Stators 6.

[0064] Der Stator 6 kann aber ebenfalls nach einem anderen Verfahren hergestellt sein.

[0065] Das Grünbearbeiten bzw. das materialabtragende Nachbearbeiten des Stators 6 und/oder des Rotors 7 kann beispielsweise durch Schleifen, Läppen, Hohnen, etc. erfolgen.

[0066] Das Härten der Stirnverzahnung 4 kann beispielsweise durch Induktivhärten, Abschreckhärten, Einsatzhärten, etc., erfolgen.

[0067] Das Sintern des Stators 6 und/oder des Rotors 7 kann ein- oder mehrstufig ausgeführt sein. Weiter kann es bei einer Temperatur zwischen 700 °C und 1300 °C für eine Zeitspanne von beispielsweise 10 Minuten bis 120 Minuten durchgeführt werden.

[0068] Da die pulvermetallurgische Herstellung von Sinterbauteilen an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist, sei zur Vermeidung von Wiederholungen dazu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

[0069] Der Stator 6 weist erste Planflächen 31 auf, die auf oder durch eine ersten Stirnfläche 32 des Stators 6 ausgebildet sind. Ebenso weist der Rotor 7 erste Planflächen 33 auf, die auf einer ersten Stirnfläche 34 des Rotors 7 ausgebildet sind. Die ersten Planflächen 31 des Stators 6 sind

im Rahmen der Toleranzen fluchtend zu den ersten Planflächen 33 des Rotors 7 angeordnet, wie insbesondere aus den Fig. 2 und 4 zu ersehen ist.

[0070] Die ersten Planflächen 33 des Stators 6 sind auf den Stegen 11 und bei der dargestellten Ausführungsvariante auf einem Ringsteg 35 des Statorgrundkörpers 9 ausgebildet, wobei sich diese ersten Planflächen 31 des Stators 6 bei der dargestellten Ausführungsvariante zumindest über die gesamten Stirnflächen der Stege 11 und des Ringsteges 35 erstrecken. Die ersten Planflächen 31 des Stators 6 können sich aber auch nur über einen Teil dieser Flächen erstrecken, beispielsweise wenn die Stege 11 eine Abstufung aufweisen.

[0071] Die ersten Planflächen 33 des Rotors 7 sind auf den Flügeln 16 und bei der dargestellten Ausführungsvariante auf den Stirnflächen 34 eines Hohlzylinders 36 des Rotorgrundkörpers 14 (bzw. der den Rotorgrundkörper 14 bildet) ausgebildet, wobei sich diese ersten Planflächen 33 des Rotors 7 bei der dargestellten Ausführungsvariante zumindest über die gesamten Stirnflächen der Flügel 16 und des Hohlzylinders 36 erstrecken. Die ersten Planflächen 33 des Rotors 7 können sich aber auch nur über einen Teil dieser Flächen erstrecken, beispielsweise wenn die Flügel 16 oder der Hohlzylinder 36 eine Abstufung aufweisen.

[0072] Die erste Planfläche 31 des Stators 6 liegt dichtend (im Rahmen der Toleranzen) an der Statorabdeckung 8 des Nockenwellenverstellers 2 an.

[0073] Es ist bevorzugt vorgesehen, dass die ersten Planflächen 31, 33 (und gegebenenfalls die zweiten Planflächen, falls eine zweite Statorabdeckung 8 vorgesehen ist) des Stators 6 und des Rotors 7 geschliffen oder finiert werden bzw. sind.

[0074] Das Schleifen bzw. Finieren der ersten Planflächen 31, 33 des Stators 6 und des Rotors 7 kann mit herkömmlichen, aus dem Stand der Technik bekannten Schleifvorrichtungen bzw. Finiervorrichtungen erfolgen. Insbesondere wird mit dem Schleifen bzw. Finieren dieser Flächen eine Oberflächenrauigkeit Rz nach DIN EN ISO 4287 von kleiner 16 μm , insbesondere zwischen 1 μm und 14 μm , hergestellt.

[0075] Die ersten Planflächen 31, 33 des Stators 6 und des Rotors 7 können auch nur kalibriert sein. Das Kalibrieren kann ebenfalls mit bekannt Kalibriervorrichtungen erfolgen, beispielsweise mit einer Kalibriermatrize. Beim Kalibrieren wird das gesinterte Bauteil in bzw. mit einem Kalibrierwerkzeug einem hohen Druck ausgesetzt, sodass Bauteilungenauigkeiten aufgrund der Präzision der Kalibriermatrize abgeschwächt bzw. beseitigt werden können. Insbesondere wird mit dem Kalibrieren dieser Flächen eine Oberflächenrauigkeit Rz nach DIN EN ISO 4287 von kleiner 30 μm , insbesondere zwischen 4 μm und 28 μm hergestellt.

[0076] Gemäß einer Ausführungsvariante des Verfahrens kann dabei vorgesehen werden, dass der Stator 6 und/oder der Rotor 7 vor dem Schleifen kalibriert wird oder werden, insbesondere in einer Kalibriermatrize einer Presse.

[0077] Es ist möglich, dass der Stator 6 und der Rotor 7 getrennt voneinander geschliffen werden. Nach einer anderen Ausführungsvariante kann jedoch vorgesehen sein, dass der Rotor 7 und der Stator 6 auf einer Spannvorrichtung angeordnet werden und die zu schleifenden Planflächen 31, 33 gemeinsam geschliffen werden. Dabei wird eine Schichtdicke des Rotors 7 und des Stators 6 an diesen Planflächen 31, 33 entfernt. Diese Schichtdicke kann beispielsweise zwischen 1 μm und 80 μm betragen. Um das Abtragen des Materials des Stators 6 und des Rotors 7 in diesem Umfang zu ermöglichen, wird zumindest diese Schichtdicke bei der Herstellung des Stators 6 und des Rotors 7 berücksichtigt, d.h. diese beiden Bauteile werden um zumindest diese Schichtdicke höher (in der Axialrichtung 21 betrachtet) hergestellt.

[0078] Von Vorteil ist es bei der Ausführungsvariante des gemeinsamen Schleifens von Stator 6 und Rotor 7, wenn diese beiden Bauteile in der Folge auch gemeinsam verpackt und an den Endabnehmer als Set mit der Statorabdeckung 8 geliefert werden, da der Stator 6 und der Rotor 7 durch das gemeinsame Schleifen besser aufeinander abgestimmt werden können, und somit zusammen mit der Statorabdeckung 8 ein System mit geringeren Toleranzen bilden können.

[0079] Bevorzugt sind sowohl der Stator 6 als auch der Rotor 7 des Nockenwellenverstellers 2

als Sinterbauteile ausgebildet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass der Stator 6 und/oder der Rotor 7 aus einem Vollmaterial, beispielsweise einem Gusswerkstoff, bestehen.

[0080] Sämtliche Angaben zu Normen in dieser Beschreibung beziehen sich auf die zum Anmeldezeitpunkt der prioritätsbegründenden Anmeldung letztgültigen Fassung, sofern nicht etwas anderes explizit angegeben ist.

[0081] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Nockenwellenverstellers 2 bzw. von dessen Elementen diese nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Verbrennungsmotor	31	Planfläche
2	Nockenwellenversteller	32	Stirnfläche
3	Antriebsrad	33	Planfläche
4	Stirnverzahnung	34	Stirnfläche
5	Stirnverzahnung	35	Ringsteg
6	Stator		
7	Rotor		
8	Statorabdeckung		
9	Statorgrundkörper		
10	Mantelfläche		
11	Steg		
12	Ausnehmung		
13	Umfangsrichtung		
14	Rotorgrundkörper		
15	Mantelfläche		
16	Flügel		
17	Seitenfläche		
18	Arbeitsraum		
19	Arbeitskammer		
20	Arbeitskammer		
21	Axialrichtung		
22	Aufnahme		
23	Abdeckungskörper		
24	Stirnfläche		
25	Stirnfläche		
26	Anlagefläche		
27	Höhe		
28	Fortsatz		
29	Breite		
30	Bohrung		

Patentansprüche

1. Statorabdeckung (8) für einen Stator (6) eines Nockenwellenverstellers (2), umfassend einen Abdeckungskörper (23), der eine erste Stirnfläche (24) aufweist, die eine Anlagefläche (26) bildet, mit der der Abdeckungskörper (23) an den Stator (6) anlegbar ist, wobei zumindest 40 % der Anlagefläche (26) gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche (24) erhaben ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erhabene Anlagefläche (26) um eine Höhe (27) gegenüber dem Rest der ersten Stirnfläche (24) vorspringt, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 µm bis 100 µm.
2. Statorabdeckung (8) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erhabene Bereich der Anlagefläche (26) als Planfläche ausgebildet ist.
3. Statorabdeckung (8) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur eine erhabene Anlagefläche (26) ausgebildet ist, die sich über 360 ° des Abdeckungskörpers (23) erstreckt.
4. Statorabdeckung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abdeckungskörper (23) aus einem Sinterwerkstoff besteht.
5. Statorabdeckung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagefläche (26) gehärtet ist.
6. Statorabdeckung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagefläche (26) ungeschliffen ist.
7. Nockenwellenversteller (2), insbesondere hydraulischer Nockenwellenversteller (2), umfassend einen Stator (6) und einen Rotor (7), wobei der Rotor (7) zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, innerhalb des Stators (6) angeordnet ist, sowie eine Statorabdeckung (8), die mit dem Stator (6) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Statorabdeckung (8) entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist.
8. Nockenwellenversteller (2) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlagefläche (26) der Statorabdeckung (8) ausschließlich in Bereichen auf der ersten Stirnfläche (24) angeordnet ist, die unmittelbar an dem Stator (6) anliegen.
9. Verfahren zur Herstellung eines, insbesondere hydraulischen, Nockenwellenverstellers (2) umfassend
 - einen Stator (6) mit einem Statorgrundkörper (9), der mit einer äußeren Stirnverzahnung (4), einer radial inneren Mantelfläche (10) und mit von der radial inneren Mantelfläche (10) radial nach innen vorragenden, voneinander in Umfangsrichtung (13) des Statorgrundkörpers (9) beabstandeten Stegen (11) hergestellt wird;
 - einen relativ zum Stator (6) verdrehbaren Rotor (7) mit einem Rotorgrundkörper (14), der zumindest teilweise von dem Stator (6) umgeben ist und der mit von einer radial äußeren Mantelfläche (15) radial nach außen vorragenden Flügeln (16) hergestellt wird, sodass zwischen dem Stator (6) und dem Rotor (7) mehrere hydraulische Arbeitsräume (18) ausgebildet werden, welche jeweils durch einen Flügel (16) des Rotors (7) in eine erste Arbeitskammer (19) und eine zweite Arbeitskammer (20) unterteilt werden;
 - wobei der Stator (6) und der Rotor (7) mit ersten Planflächen (31, 33) an einer ersten Stirnfläche (32, 34) hergestellt werden;
 - wobei der Rotor (7) und/oder der Stator (6) nach einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellt wird oder werden,**dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Planflächen (31, 33) des Stators (6) und des Rotors (7) geschliffen oder finiert werden, insbesondere gemeinsam geschliffen werden, und dass danach der Stator (6) und der Rotor (7) mit einer Statorabdeckung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 abgedeckt werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1

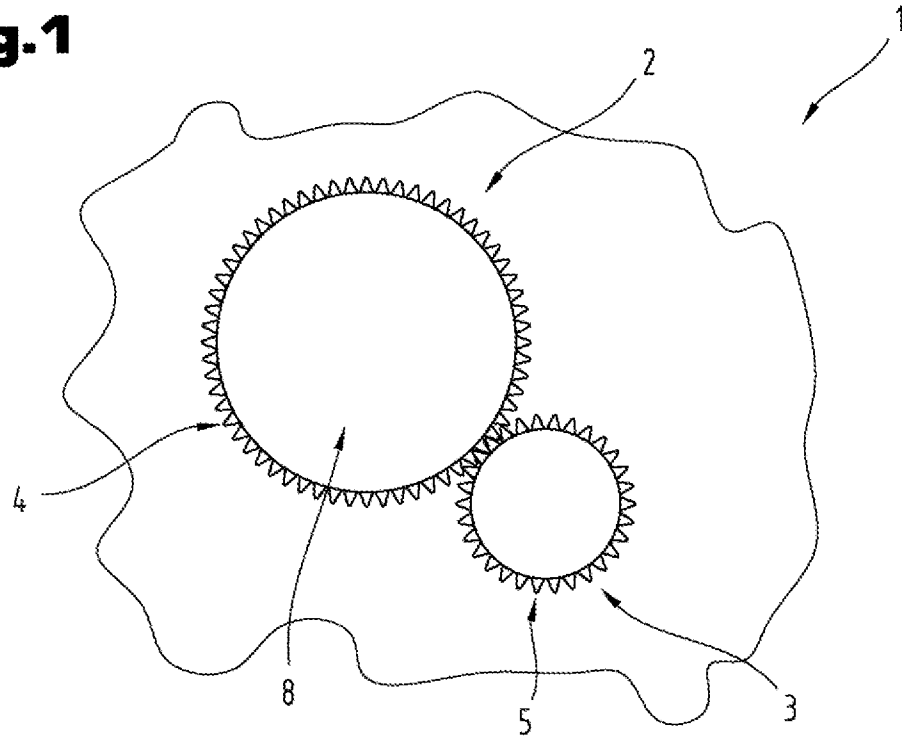


Fig.2

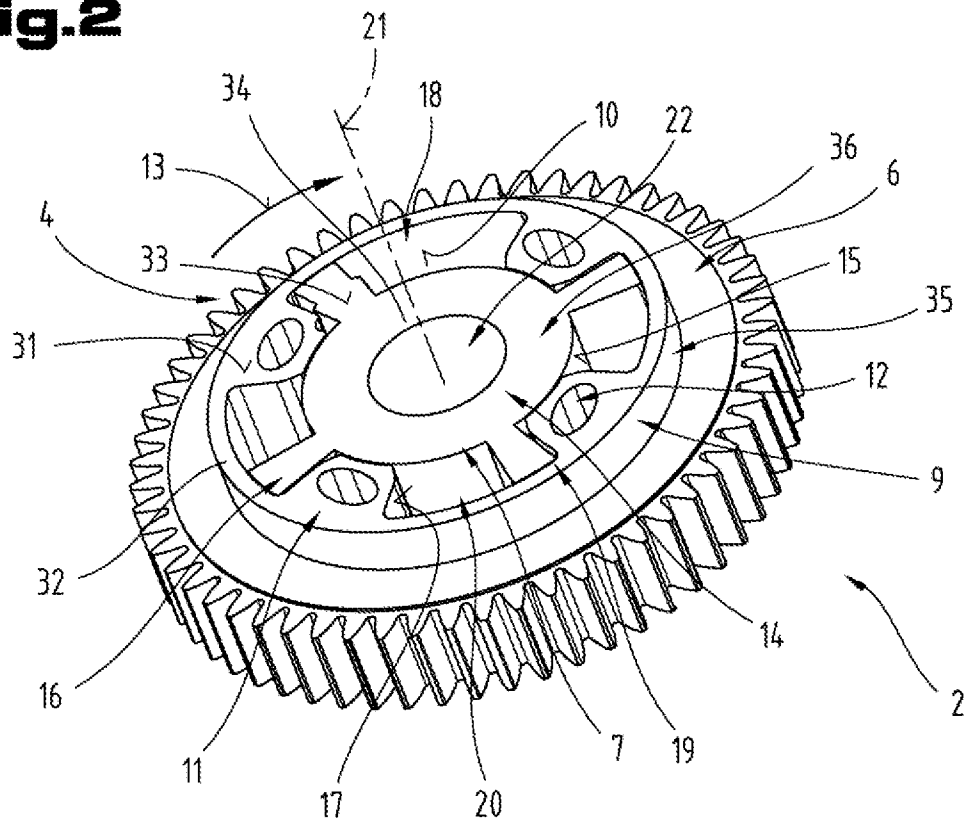


Fig.3

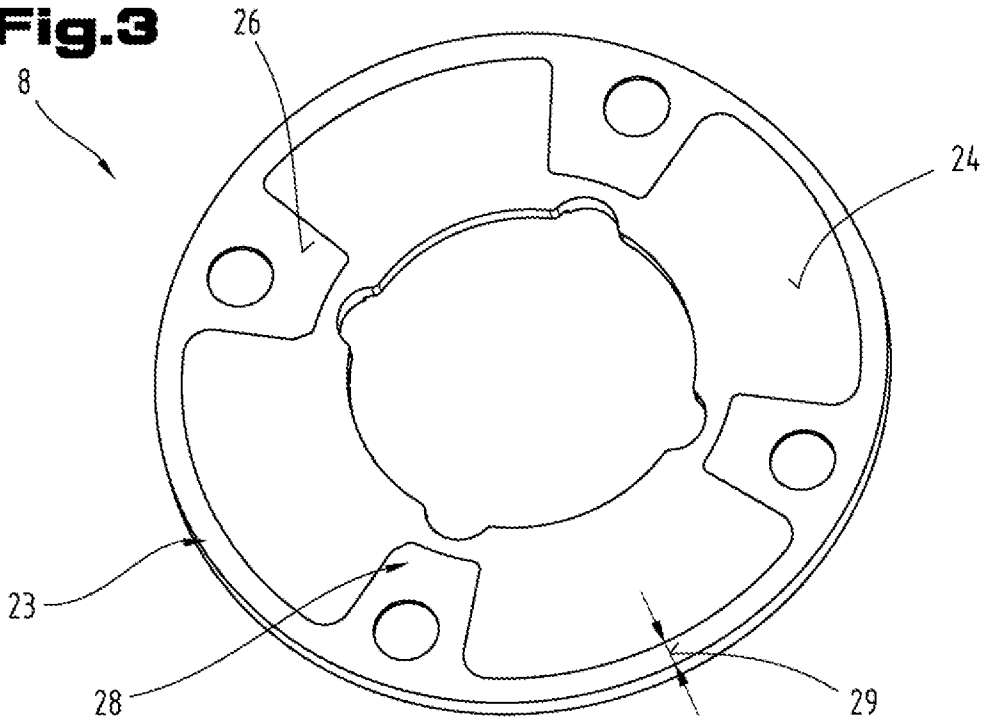


Fig.4

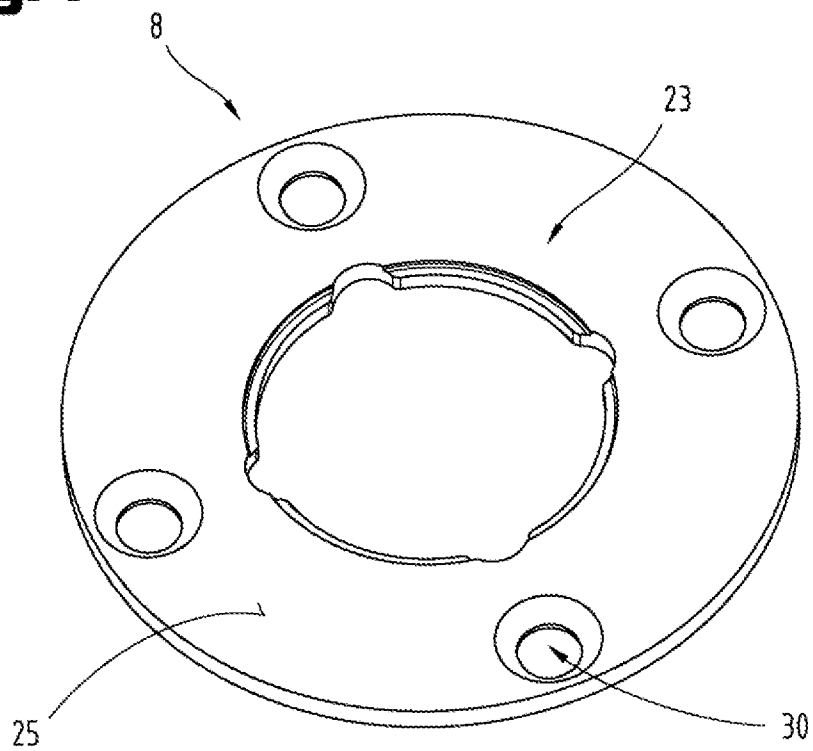


Fig.5

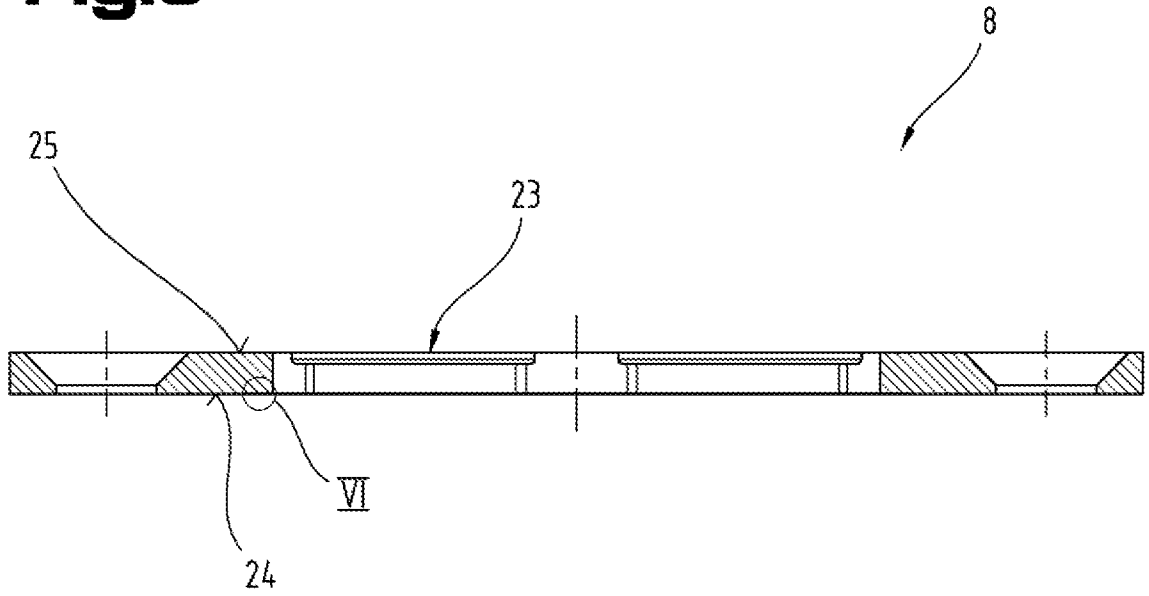


Fig.6

