



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.10.2011 Patentblatt 2011/40

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11160741.2**

(22) Anmeldetag: **31.03.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **31.03.2010 DE 102010003546**

(71) Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**
73433 Aalen-Wasseralfingen (DE)

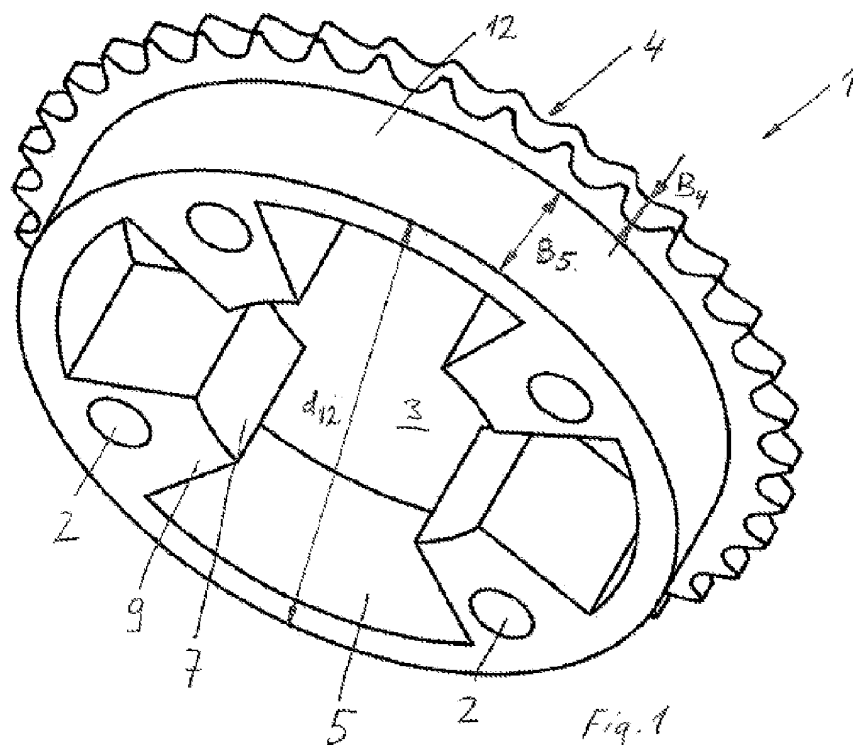
(72) Erfinder:
• **Bölstler, Alfred**
73463, Westhausen (DE)
• **Math, Thomas**
89518, Heidenheim (DE)
• **Pohl, Angelika**
70197, Stuttgart (DE)
• **Rieger, Dieter**
73433, Aalen (DE)

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**
Patentanwälte
Stuntzstraße 16
81677 München (DE)

(54) **Kombinierte Kettenrad-Stator-Einheit**

(57) Stator 1 für eine Ventilsteuerwellenverstelleinrichtung einer Brennkraftmaschine, umfassend einen Zahnradabschnitt 4, der eine Vielzahl über den Umfang des Stators verteilte Zähne aufweist, einen Gehäuseab-

schnitt 5, der axial von dem Zahnradabschnitt 4 versetzt angeordnet ist und einen Hohlraum 3 umgibt, und Flügel 9, die an dem Gehäuseabschnitt 5 gebildet sind und sich in den Hohlraum 3 erstrecken, wobei der Stator 1 ein einstückig gesintertes Teil ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stator für eine Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung einer Brennkraftmaschine. Die Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung ist im Besonderen ein Nockenwellen-Phasensteller für die insbesondere hydraulische Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine. Die Erfindung betrifft den Stator als solchen und auch eine Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung mit dem Stator sowie das Herstellungsverfahren für den Stator. Bei der Brennkraftmaschine kann es sich insbesondere um einen Antriebsmotor für ein oder in einem Kraftfahrzeug handeln.

[0002] Zur Erhöhung von Leistung und Drehmoment, aber auch zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasschadstoffemission von Verbrennungsmotoren für Straßenfahrzeuge haben Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtungen, die auch als Nockenwellen-Phasensteller bezeichnet werden, zur Variation der Einlass- oder Auslasssteuerzeiten Verbreitung gefunden. Im Hinblick auf hohe Zuverlässigkeit und ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis haben sich hydraulische, durch Motoröl betätigbare Phasensteller nach dem Prinzip des hydraulischen Schwenkmotors durchgesetzt. Bei der Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung wird ein in einem Gehäuse aufgenommener Rotor gegenüber dem Gehäuse verschwenkt, wodurch die Drehwinkelposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verstellt wird.

[0003] Aus der DE 101 43 862 A1 ist eine Rotationskolben-Verstelleinrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber einer Kurbelwelle bekannt. Eine Statoreinheit der Vorrichtung weist ein hohlzylindrisches Gehäuse in Gestalt einer Umfangswand auf, an deren äußeren Umfang ein Kettenkranz angeordnet ist. An dem inneren Umfang ragen Begrenzungswände ab, deren in Umfangsrichtung weisenden Flanken eine gekrümmte Form aufweisen, wodurch in Umfangsrichtung weisende Flanken von nach außen ragenden Flügeln eines Rotors in einem Linienkontakt mit den Flanken der Begrenzungswände stehen. Dadurch werden Druckkammern 15 zwischen den Flanken der Flügel und den Begrenzungswänden gebildet. Zusätzlich zu dem Gehäuse ist an dem Stator ein Seitendeckel 8 angeordnet. Die Statoreinheit der DE 101 43 862 A1 ist entweder ein Sinterstahl-Formpressteil oder ein Aluminium- bzw. Magnesium-Druckgussteil.

[0004] Die DE 100 06 269 A1 offenbart, das Gehäuse einer Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung integral mit einem Kettenzahnrad mittels Sintern unter Verwendung eines Sinterwerkstoffs aus einer AlSiCuMg-Legierung herzustellen.

[0005] Die DE 10 2005 041 282 A1 und die DE 603 00 321 T2 offenbaren jeweils einen Stator mit einem am Außenumfang angeordneten Zahnkranz und am Innenumfang angeordneten Flügeln.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen für die

Herstellung in der Großserie tauglichen Stator für eine Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung bereitzustellen.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0008] Der erfindungsgemäße Stator ist bevorzugt für eine Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung vorgesehen, der ein Steuerventil aufweisen kann, zur gesteuerten Zu- und Abführung eines hydraulischen Fluids in eine und aus einer Druckkammer, die der Verstellung der Drehwinkelposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine dient. Bei der Druckkammer kann es sich entweder um eine Voreilungskammer handeln, die bei Druckbeaufschlagung die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle auf Voreilung verstellt oder um eine Nacheilungskammer, die die Nockenwelle bei Druckbeaufschlagung auf Nacheilung verstellt. Eine Druckentlastung geht mit einem Rückstellen in die Gegendrehrichtung einher. In bevorzugten Ausführungen umfasst die Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung eine oder mehrere Druckkammer(n) für Voreilung und/oder eine oder mehrere Druckkammer(n) für Nacheilung. In derartigen Ausführungen wird die Phasenlage der Nockenwelle eingestellt, indem das unter Druck stehende Fluid mittels eines Steuerventils in entweder die Druckkammer(n) für Voreilung oder in die Druckkammer(n) für Nacheilung eingeleitet und die jeweils andere Art von Druckkammern mit einer Niederdruckseite des Fluids verbunden wird, vorzugsweise mit einem Reservoir für das Fluid, wie beispielsweise einem Ölsumpf. Bei dem Fluid kann es sich insbesondere um ein der Schmierung der Brennkraftmaschine dienendes Schmieröl, bei Kraftfahrzeugen typischerweise das Motoröl, handeln.

[0009] Die Erfindung geht von einem Stator für eine Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung einer Brennkraftmaschine aus. Der Stator umfasst einen Zahnradabschnitt, der eine Vielzahl über den Umfang des Stators verteilte Zähne aufweist. Mittels einer kinematisch zwischen dem Zahnradabschnitt und der Kurbelwelle angeordneten Übertragungseinrichtung kann die Drehbewegung der Kurbelwelle an den Stator übertragen werden. Kurbelwelle und Stator stehen bevorzugt in einer Drehwinkelbeziehung, die sich zumindest während des Betriebs nicht ändert. Die Übertragungseinrichtung kann z. B. ein Getriebe, das z. B. ein weiteres Zahnrad oder eine Kette oder einen Zahnriemen umfasst, sein, wodurch die Drehzahl der Kurbelwelle z. B. untersetzt an den Stator übertragen wird. Der Zahnradabschnitt kann so gestaltet sein, dass er mit einer Übertragungskette oder einem Zahnriemen zusammenwirken kann. Alternativ kann der Zahnradabschnitt so gestaltet sein, dass er mit einem Zahnrad zusammenwirken, d.h. kämmen kann.

[0010] Der Stator umfasst ferner einen Gehäuseabschnitt, der axial von dem Zahnradabschnitt versetzt angeordnet ist und einen Hohlraum umgibt. Der Hohlraum dient zur Aufnahme eines Rotors, der zur Verstellung der Drehwinkelposition der Ventilsteuerwelle in Bezug auf

die Kurbelwelle relativ zu dem Stator um die Rotationsachse des Stators oder/und des Rotors schwenkbar oder verdrehbar ist. Der Hohlraum bildet ferner die eingangs genannte wenigstens eine Druckkammer. Der Gehäuseabschnitt ist insbesondere entlang der Mittelachse oder Rotationsachse des Stators oder der Rotationsachse des Rotors axial versetzt. Insbesondere schließt der Gehäuseabschnitt insbesondere unmittelbar an den Zahnradabschnitt an.

[0011] Bevorzugt weist der Gehäuseabschnitt einen zylindrischen Außenumfang auf. Der Durchmesser des Gehäuseabschnitts oder dessen Außenumfang ist vorzugsweise kleiner als der Durchmesser des Zahnradabschnitts, insbesondere kleiner als dessen Fußkreisdurchmesser. Bevorzugt geht der zylindrische Gehäuseabschnitt in den Zahnradabschnitt über, wobei sich der Zahnradabschnitt ringförmig entlang des Umfangs des Gehäuseabschnitts radial nach außen ragend erstreckt.

[0012] Der Zahnradabschnitt weist in Rotationsrichtung eine Breite auf, die kleiner ist als die Breite des Gehäuseabschnitts in Rotationsrichtung. Somit ist die Breite des Gehäuseabschnitts größer als die Breite des Zahnradabschnitts. Beispielsweise kann der Zahnradabschnitt eine Breite aufweisen, die in etwa der Zahnbreite entspricht. Die Summe der Breiten des Zahnradabschnitts und des Gehäuseabschnitts bilden bevorzugt die Gesamtbreite oder -länge des Stators in Rotationsrichtung.

[0013] Der Stator weist ferner Flügel auf, die an dem Gehäuseabschnitt gebildet sind und sich in den Hohlraum erstrecken. Der Gehäuseabschnitt und optional auch der Zahnradabschnitt können einen Innenumfang bilden, von dem die Flügel radial nach innen, d. h. zur Rotationsachse hin abragen. Die Flügel dienen dazu, mit dem Rotor die wenigstens eine Druckkammer zu bilden.

[0014] In einer Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung, die einen Rotor und einen Stator aufweist, ist es bevorzugt, dass der Rotor mindestens einen radial nach außen ragenden Flügel aufweist, der in den Bereich zwischen zwei Flügeln des Stators eingreift. Bevorzugt weisen der Rotor und der Stator gleichviele Flügel auf, wobei ein Flügel des Rotors zwischen zwei Flügeln des Stators und ein Flügel des Stators zwischen zwei Flügeln des Rotors eingreift. An zumindest einem Flügel des Rotors oder des Stators befindet sich an einer ersten in Umfangsrichtung weisenden Seite eine Druckkammer für Voreilung und auf einer zweiten der ersten Seite entgegengesetzten Seite eine Druckkammer für Nacheilung. Allgemein wird bevorzugt, dass zwischen einem Flügel des Stators und dem mindestens einem Flügel des Rotors eine Druckkammer gebildet ist, wobei in Abhängigkeit des Volumens der Druckkammer der Rotor relativ zu dem Stator schwenkbar ist.

[0015] Bevorzugt ist zwischen dem nach innen weisenden Ende des wenigstens einen Flügels des Stators und einem Außenumfang des Rotors ein Dichtspalt gebildet.

[0016] Insbesondere weist der mindestens eine Flügel

oder weisen die Flügel des Stators an ihren nach innen weisenden Enden zylinderabschnittsförmige Stirnflächen auf, die als Gleitflächen für den vom Stator lagerbaren Rotor dienen. Der Rotor kann einen Außenumfang aufweisen, von dem sich der wenigstens eine Flügel radial nach außen erstreckt. Die Flügel des Stators, insbesondere deren zylinderabschnittsförmige Stirnflächen können so ausgestaltet sein, dass sie mit diesem Außenumfang den Dichtspalt bilden, oder können mittels eines separaten am Flügel befestigten Dichtelements den Dichtspalt bilden. Wenigstens ein Flügel des Stators, insbesondere sein nach innen weisendes Ende kann z. B. eine Ausnehmung zur Befestigung des separaten Dichtelements aufweisen.

[0017] Bevorzugt ist zwischen dem nach außen weisenden Ende des wenigstens einen Flügels des Rotors und dem Innenumfang des Stators ein Dichtspalt gebildet.

[0018] Insbesondere weist der mindestens eine Flügel des Rotors an seinen nach außen weisenden Enden zylinderabschnittsförmige Stirnflächen auf, die als Gleitflächen für den vom Stator gebildeten Innenumfang dienen. Der Dichtspalt kann von der Stirnfläche und dem Innenumfang oder von einem am Ende des Flügels befestigten separaten Dichtelement und dem Innenumfang gebildet werden.

[0019] Insbesondere kann der mindestens eine Flügel des Rotors und/oder des Stators entlang der Rotationsachse eine Breite aufweisen, die zumindest der Breite des Gehäuseabschnitts entspricht. Bevorzugt sind die Flügel des Stators und des Rotors gleich breit.

[0020] Die Flügel können mit einer gleichmäßigen oder einer ungleichmäßigen Teilung über den Umfang des Stators verteilt sein. Bei einer Vielzahl ungleichmäßig über den Umfang des Stators verteilten Flügeln kann der Rotor zwischen zwei Drehpositionen, insbesondere einer Position für maximale Voreilung und einer Position für maximale Nacheilung, hin und her geschwenkt werden, in denen nur ein Flügel des Rotors in einem Anschlag mit einem Flügel des Stators ist. Mindestens einer der, bevorzugt die übrigen Flügel des Rotors sind in dieser Position bevorzugt nicht in einem Anschlag mit einem Flügel des Stators, wodurch sich der Druck in dem Öl, das in die Druckkammer(n) gedrückt wird, besser verteilen kann. Bevorzugt bildet der Gehäuseabschnitt und optional auch der Zahnradabschnitt zwischen den Flügeln einen Innenumfang, der Gleit- bzw. Dichtflächen für die Flügel des Rotors bildet.

[0021] Bevorzugt weist der wenigstens eine Flügel des Stators in die erste Umfangsrichtung eine erste Flanke und in die zweite Umfangsrichtung eine zweite Flanke auf. Die erste Flanke und/oder die zweite Flanke können beispielsweise in Form einer Ebene oder ebenen Fläche oder aber einer gekrümmten Fläche gestaltet sein. Die erste oder zweite Flanke kann an einer Flanke eines Flügels des Rotors in einem Flächenkontakt anschlagen, d. h. kontaktierbar sein, wozu die Flanke des Flügels des Rotors korrespondierend, d. h. ebenfalls eben oder als

ebene oder gekrümmte Fläche, in Bezug auf die erste oder zweite Flanke des Flügels des Stators geformt ist. Die Flanken liegen bevorzugt in Ebenen, die sich in der Längs- oder Rotationsachse schneiden.

[0022] Bevorzugt weist der Übergang einer Flanke zu dem Innenumfang des Stators oder des Gehäuseabschnitts, d. h. der Fuß des Flügels, eine bevorzugt abgerundete Ausnehmung auf, welche sich unter das Niveau der Flanke oder/und des Innenumfangs erstreckt. Eine solche Ausnehmung kann an einer oder an beiden in Umfangsrichtung weisenden Seiten wenigstens eines Flügels, vorzugsweise mehrerer oder jeder Flügel des Stators gebildet sein. Die Ausnehmung kann vorteilhaft als Freischnitt für die Nachbearbeitung wenigstens einer an die Ausnehmung angrenzenden Fläche, wie z. B. einer in Umfangsrichtung weisenden Flanke des Flügels oder/und des Innenumfangs dienen. Alternativ oder zusätzlich kann die Ausnehmung als so genannte Schmutztasche dienen, in die oder der Verunreinigungen des Öls abgeführt oder gesammelt werden.

[0023] Bevorzugt weist der Übergang einer Flanke zu der Stirnfläche des Flügels des Stators, d. h. der Kopf des Flügels, zumindest an einer, bevorzugt an beiden in Umfangsrichtung weisenden Seiten des Flügels eine Fase auf. Die Fase erlaubt z.B. einen größeren Toleranzbereich für den Bereich des Fußes des wenigstens einen Flügels des Rotors, insbesondere sofern dieser Fuß keine Ausnehmung aufweist.

[0024] Der Übergang am Fuß des Flügels und/oder der Übergang am Kopf des Flügels kann sich über die gesamte Breite des Flügels entlang der Längs- oder Rotationsachse erstrecken.

[0025] Der Stator ist ein einstückig gesintertes Teil. Somit sind Zahnradabschnitt, Gehäuseabschnitt und Flügel aus einem Stück, statt wie bisher aus mehreren Teilen, welche zusammengefügt werden mussten. Dementsprechend betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines Stators, wobei zunächst Metallpulver in eine Form gefüllt wird und zu einem Teil, das auch als Grünling bezeichnet wird, gepresst wird. Der Grünling weist in etwa die Form des Stators auf und wird einer Wärmebehandlung unterhalb der Schmelztemperatur des Metallpulvers unterzogen. Das durch die Wärmebehandlung verfestigte und verdichtete Teil wird einem Kalibrierungsprozess unterzogen. Vor oder nach dem Kalibrierungsprozess kann das wärmebehandelte Teil optional durch spanabhebende Maßnahmen bearbeitet werden. Beim Kalibrierungsprozess wird das wärmebehandelte Teil in einer Form angeordnet und mittels Druck um ein sehr geringes Maß umgeformt, um bei dem kalibrierten Teil die gewünschten Maß- und Formtoleranzen zu erreichen. Das kalibrierte Teil kann mit diversen Bearbeitungsschritten weiterverarbeitet werden, wie z. B. Härten, Zerspanen, usw.. Z. B. können nachträglich Bohrungen oder Kanäle in den Stator eingearbeitet werden. Vor dem Gesichtspunkt der Großserie ist es bevorzugt, dass das Teil möglichst wenigen Arbeitsschritten unterzogen wird, da jeder Arbeitsschritt Kosten verursacht.

Vorteilhaft brauchen der Außenumfang des Gehäuseabschnitts und/oder der Zahnradabschnitt nicht materialabhebend bearbeitet werden.

[0026] Um den Stator möglichst einfach herstellen zu können, ist der Stator vorzugsweise entlang seiner Längsrichtung gesehen hinterschneidungsfrei, abgesehen von durch nachgeordnete Verfahren optional angebrachte Hinterschneidungen. Bevorzugt ist die in Längsrichtung sich erstreckende Außenkontur des Stators parallel zu der Längsrichtung.

[0027] Wenigstens eine der zwei in entgegengesetzte Umfangsrichtung weisenden Flanken oder/und die nach innen weisende Stirnfläche des wenigstens einen Flügels des Stators können z. B. bei der Herstellung des Grünlings mit einem Aufmaß geformt werden, wobei die wenigstens eine Flanke oder/und die Stirnfläche nach der Verdichtung materialabhebend nachbearbeitet wird, wie z. B. durch Fräsen oder Schleifen oder optional die Stirnfläche durch Drehen.

[0028] An dem Außenumfang des Gehäuseabschnitts kann eine sich parallel zur Rotationsachse erstreckende Nut angeordnet sein, die zur Ausrichtung des Stators bei der Montage dienen kann und bei der Herstellung des Grünlings geformt wird. Diese Nut braucht nicht materialabtragend nachbearbeitet werden.

[0029] In bevorzugten Ausführungen weist der mindestens eine Flügel eine in Richtung der Rotationsachse erstreckte Bohrung auf. Die Bohrung kann mittels eines material- oder spanabhebenden Verfahrens oder vorzugsweise bei der Herstellung des Grünlings eingebracht werden. Die Bohrungen dienen zur Befestigung eines Deckels, der die mindestens eine Druckkammer axial abschließt. Beispielsweise kann auf beiden Stirnseiten des Stators jeweils ein solcher aus jeweils einem separaten Teil gefertigter Deckel montiert werden. Eine oder beide Stirnseiten können z. B. bei der Herstellung des Grünlings mit einem Aufmaß geformt werden, wobei bevorzugt ist, dass die Stirnseite(n) nach der Verdichtung materialabhebend, wie z. B. durch Drehen, Fräsen oder Schleifen, nachbearbeitet wird.

[0030] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung wird auf einer Stirnseite des Stators ein Deckelabschnitt gebildet, der einstückig mit dem Stator ist und insbesondere während des Sinterprozesses, bevorzugt bei der Herstellung des Grünlings geformt wurde. Bevorzugt geht der wenigstens eine Flügel des Stators in den Deckelabschnitt über. Da der Stator bereits einen einteilig angeformten Deckelabschnitt aufweist, braucht nur noch ein Deckel an der dem Deckelabschnitt gegenüberliegenden Stirnseite befestigt werden, um die Druckkammer(n) stirnseitig abzudichten. Diese mit Aufmaß geformte Stirnseite kann wie oben beschrieben materialabhebend bearbeitet werden. Ebenso kann die zum Hohlraum weisende Stirnseite des Deckelabschnitts mit einem Aufmaß geformt sein, wobei diese Stirnseite materialabtragend, wie z. B. durch Fräsen nachbearbeitet wird.

[0031] Der Deckelabschnitt weist vorzugsweise eine

zentrische Bohrung auf. Die Bohrung dient dazu, eine Welle, insbesondere eine Nocken- oder Ventilsteuerwelle oder ein Ventil durch den Stator zu führen. Die Welle oder das Ventil können an dem Rotor z. B. drehwinkelfest befestigt sein.

[0032] Der Deckelabschnitt kann eine konstante Dicke aufweisen, wobei bevorzugt ist, dass der Deckelabschnitt um die zentrische Bohrung verstärkt ist. Die Verstärkung kann durch einen ringförmigen Absatz gebildet sein, der um die Bohrung angeordnet ist. Die Verstärkung kann bereits während des Sinterprozesses, insbesondere bei der Herstellung des Grünlings z. B. mit einem Aufmaß geformt werden, wobei bevorzugt ist, dass die Verstärkung nach der Verdichtung stirnseitig durch ein materialabtragendes Verfahren, wie z. B. Drehen oder Fräsen nachbearbeitet wird.

[0033] Der Durchmesser der zentrischen Bohrung ist bevorzugt kleiner als der Durchmesser, den die Stirnflächen der Flügel des Stators umfassen. Bevorzugt ist der Durchmesser, den die Stirnflächen der Flügel des Stators umfassen kleiner als der Durchmesser des Innenumfangs des Gehäuseabschnitts oder Stators. Der Durchmesser kann mit einem Aufmaß, insbesondere bei der Herstellung des Grünlings geformt werden, wobei bevorzugt ist, dass der Durchmesser nach der Verdichtung durch ein materialabtragendes Verfahren, wie z. B. Drehen, Fräsen, Bohren, Reiben usw. bearbeitet wird.

[0034] Der Deckelabschnitt kann axial im Bereich des Zahnradabschnitts angeordnet oder in Bezug auf den Zahnradabschnitt axial versetzt sein. Der Deckelabschnitt sollte jedoch so gestaltet sein, dass er den wenigstens einen bevorzugt alle zwischen zwei benachbarten Flügeln angeordneten Bereiche stirnseitig abdichtet. Diese Bereiche bilden im montierten Zustand die Druckkammern.

[0035] In bevorzugten Ausführungen können die Bohrungen der Flügel, insbesondere auf der Seite des Deckelabschnitts, mit einer ringförmigen Flachsenkung versehen sein. Die Flachsenkung kann mittels eines nachgeordneten Verfahrens oder bereits während des Sinterns, insbesondere bei der Herstellung des Grünlings angeformt werden.

[0036] Wenngleich der Stator aus Stahl gefertigt bzw. aus Stahlpulver gepresst sein kann, ist es bevorzugt, dass der Stator aus einem Sinterwerkstoff auf Aluminiumbasis gebildet ist. Bevorzugt werden Sinterwerkstoffe aus einer Legierung auf Aluminiumbasis, die Anteile von zumindest Silizium und Kupfer, und optional Magnesium oder/und Zink, umfasst oder daraus besteht, beispielsweise aus einer Al-Si-Cu-Mg-Legierung. Allgemein bevorzugt sind Aluminiumlegierungen umfassend folgende oder bestehend aus folgenden gewichtsbezogenen Legierungsanteilen: Silizium = 0,5-16%, Kupfer = 0,5-5%, Zink = 0-5,5%, Magnesium = 0-6%, oder bevorzugter: Silizium = 10-15%, Kupfer = 1-3%, Magnesium = 0-1%. Eine bevorzugte Aluminium-Silizium-Kupfer-Magnesium-Legierung kann z. B. mit gewichtsbezogenen Legierungsanteilen für Silizium = 14%, für Kupfer = 3 % und

für Magnesium = 0,6 % oder für Silizium = 14%, für Kupfer = 2,5% und für Magnesium = 0,5% angegeben werden. Der Rest der genannten Aluminiumlegierungen ist, abgesehen von unvermeidbaren Verunreinigungen, Aluminium.

[0037] Die Erfindung wurde anhand mehrerer Ausführungen beschrieben. Im Folgenden werden besonders bevorzugte Ausführungen anhand von Figuren beschrieben. Die dabei offenbarten Merkmale bilden die Erfindung für sich und auch in Kombination mit den vorher genannten Ausführungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines Stators gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Figur 2 eine weitere perspektivische Ansicht des Stators aus Figur 1,
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht eines Stators gemäß einer zweiten Ausführungsform und
- Figur 4 eine weitere perspektivische Ansicht des Stators aus Figur 3.

[0038] Die Ausführungen der Figuren 1 und 2 unterscheiden sich im Prinzip nur dadurch von den Ausführungen aus den Figuren 3 und 4, dass in der ersten Ausführungsform ein durchgehender Hohlraum 3 angeordnet ist, während in der zweiten Ausführungsform ein Deckelabschnitt 6 angeformt ist, welcher den Hohlraum 3 auf einer Seite verschließt. Somit gilt die Beschreibung für die erste Ausführungsform auch entsprechend für die zweite Ausführungsform.

[0039] In den Figuren 1 bis 4 werden Statoren 1 gezeigt, die einen ringscheibenförmigen Zahnradabschnitt 4 aufweisen, der eine Vielzahl über den Umfang des Stators 1 verteilte Zähne aufweist. Der Zahnradabschnitt 4 ist so ausgestaltet, dass er mit einer Kette zusammenwirken kann. Der Zahnradabschnitt 4 weist entlang der Längsachse oder Rotationsachse eine Breite B_4 auf. Der Zahnradabschnitt 4 ragt ringförmig von einem Gehäuseabschnitt 5 in radiale Richtung ab, insbesondere so weit, dass die mit dem Zahnradabschnitt 4 zusammenwirkende Kette nicht auf dem Außenumfang 12 des Gehäuseabschnitts 5 anliegt. Der axial von dem Zahnradabschnitt 4 versetzte Gehäuseabschnitt 5 schließt unmittelbar an den Zahnradabschnitt 4 an und weist eine Breite B_5 auf, die größer ist als die Breite B_4 des Zahnradabschnitts 4. Insbesondere kann der Stator 1 eine Breite aufweisen, die der Summe aus den Breiten B_4 und B_{12} entspricht.

[0040] Der Zahnradabschnitt 4 weist einen Fußkreisdurchmesser d_4 (siehe auch Figur 3) auf, der größer ist als der Außendurchmesser d_{12} des zylindrischen Gehäuseabschnitts 5. Der Gehäuseabschnitt 5 umgibt einen Hohlraum 3 und weist an seinem Innenumfang einen Innendurchmesser d_5 auf, von dem sich in diesem Beispiel vier über den Umfang verteilte zur Längs- oder Rotationsachse weisende Flügel 9 erstrecken. Die Flügel 9 verjüngen sich zur Längs- oder Rotationsachse hin. Die Flügel 9 weisen jeweils eine Bohrung 2 auf, die sich von einer Stirnseite des Stators 1 bis zur anderen erstreckt

und parallel zur Rotations- oder Längsachse des Stators 1 ist.

[0041] Die Flügel 9 bilden in Umfangsrichtung weisende Flanken, die eben oder als ebene Fläche ausgestaltet sind. Eine Flanke des Flügels ist mit einem Flügel eines in dem Stator 1 angeordneten Rotors (nicht gezeigt) mit einem Flächenkontakt kontaktfähig. Hierzu ist die Flanke des nach außen weisenden Flügels des Rotors korrespondierend zu der Flanke des Flügels 9 angepasst, d. h. in dem gezeigten Beispiel eben oder als ebene Fläche ausgestaltet.

[0042] Die Flügel 9 weisen entlang der Längsachse des Stators 1 eine Breite auf, die zumindest der Breite B_5 des Gehäuseabschnitts 5 entspricht, vorzugsweise der Summe der Breiten B_4 und B_5 , wenn kein oder ein Deckel an den Stator 1 angeformt ist. Sofern ein Deckelabschnitt 6 an den Stator 1 angeformt ist (Figuren 3 und 4) und dieser sich in einer Ebene mit dem Zahnradabschnitt 4 befindet, entspricht die Breite der Flügel 9 in etwa der Breite B_4 oder der Differenz aus der Gesamtbreite des Stators 1 und der Dicke B_6 des Deckelabschnitts 6.

[0043] Die Flügel 9 weisen an ihren zur Längsachse hin weisenden Stirnflächen 7 zylindrische Flächen auf, die mit dem in dem Stator 1 anordenbaren Rotor Dichtspalte bilden. Die Stirnflächen 7 dienen auch als Lagerflächen für den Rotor. Die Innenumfangflächen des Gehäuseabschnitts 5, die zwischen zwei benachbarten Flügeln 9 angeordnet sind, bilden Dichtflächen oder Lagerflächen für Stirnflächen eines Flügels eines Rotors.

[0044] Bei der Ausführung aus den Figuren 1 und 2 ist der Hohlraum 3 durchgehend, d. h., dass die zwischen zwei benachbarten Flügeln 9 angeordneten Bereiche auf beiden Stirnseiten des Stators 1 offen sind. Diese Bereiche können mit separaten Deckeln oder, wie in den Figuren 3 und 4 gezeigt, mit einem an dem Stator 1 bei der Herstellung geformten Deckelabschnitt 6 verschlossen werden.

[0045] Der in den Figuren 3 und 4 gezeigte Deckelabschnitt 6 befindet sich in einer Ebene mit dem Zahnradabschnitt 4. Der Deckelabschnitt 6 weist eine zur Längs- oder Rotationsachse zentrische Bohrung 11 auf, deren Durchmesser d_{11} kleiner ist als der Durchmesser d_5 und der von den Stirnflächen 7 eingefasste Durchmesser d_7 .

[0046] Wie am besten aus Figur 4 erkennbar ist, werden mittels des Deckelabschnitts 6 die zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten Flügeln 9 angeordneten Bereiche zu einer Stirnseite hin abgedichtet. Die offene Stirnseite kann mit einem separaten Deckel abgedichtet werden.

[0047] Die in den Figuren 1 bis 4 gezeigten Statoren können mittels eines Sinterverfahrens hergestellt werden.

Patentansprüche

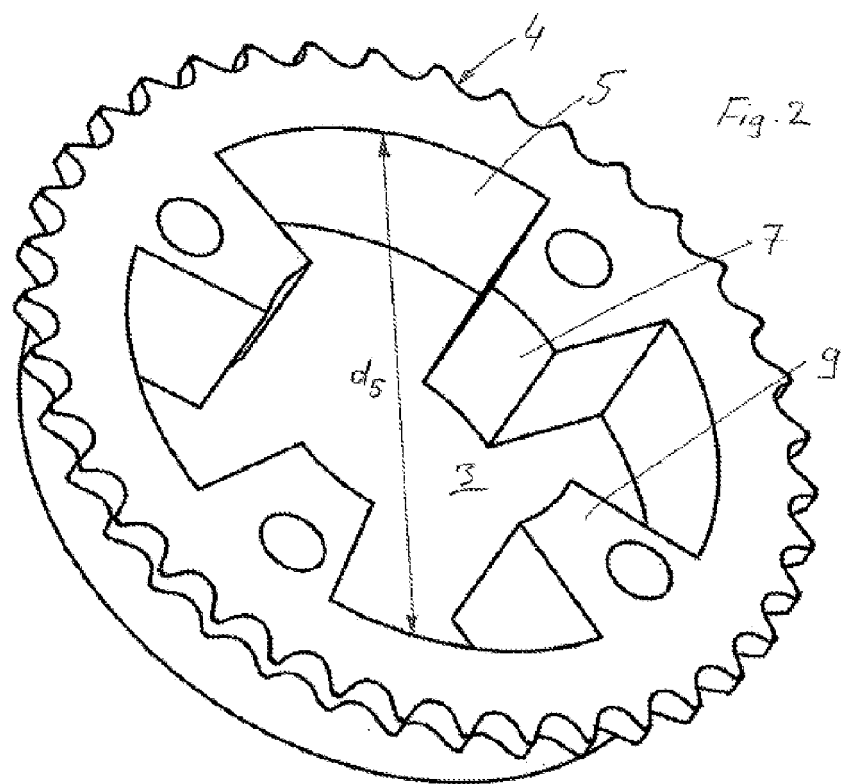
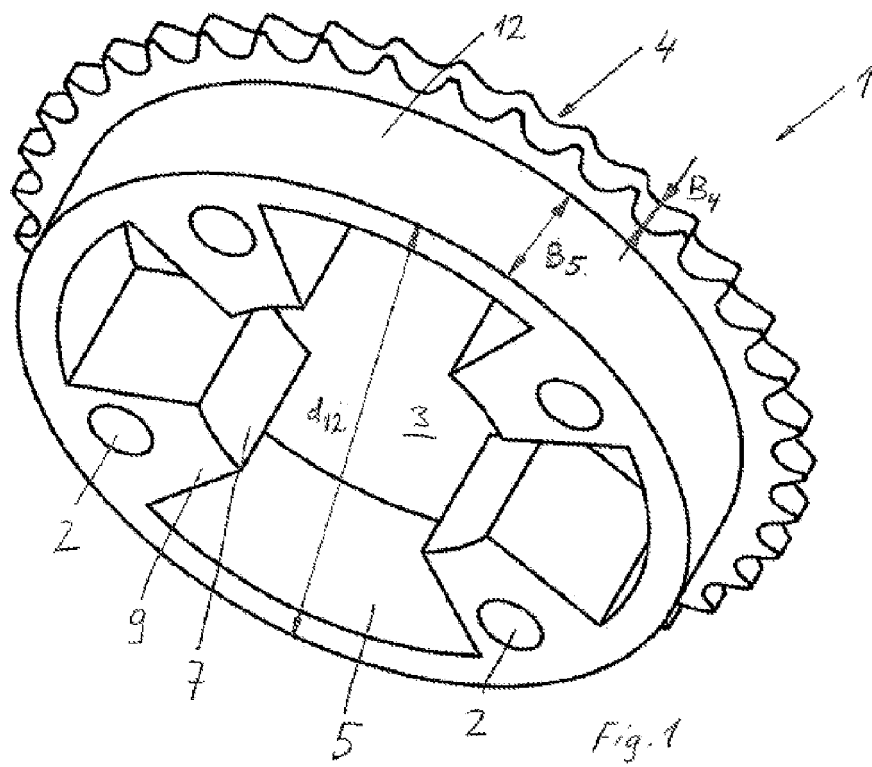
1. Stator (1) für eine Ventilsteuerwellen-Verstellein-

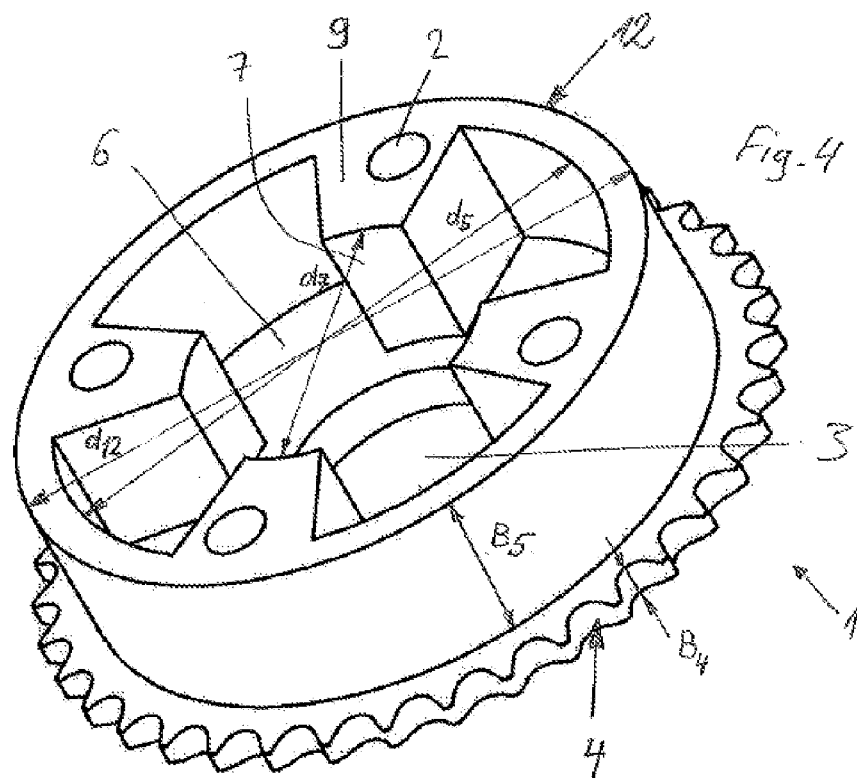
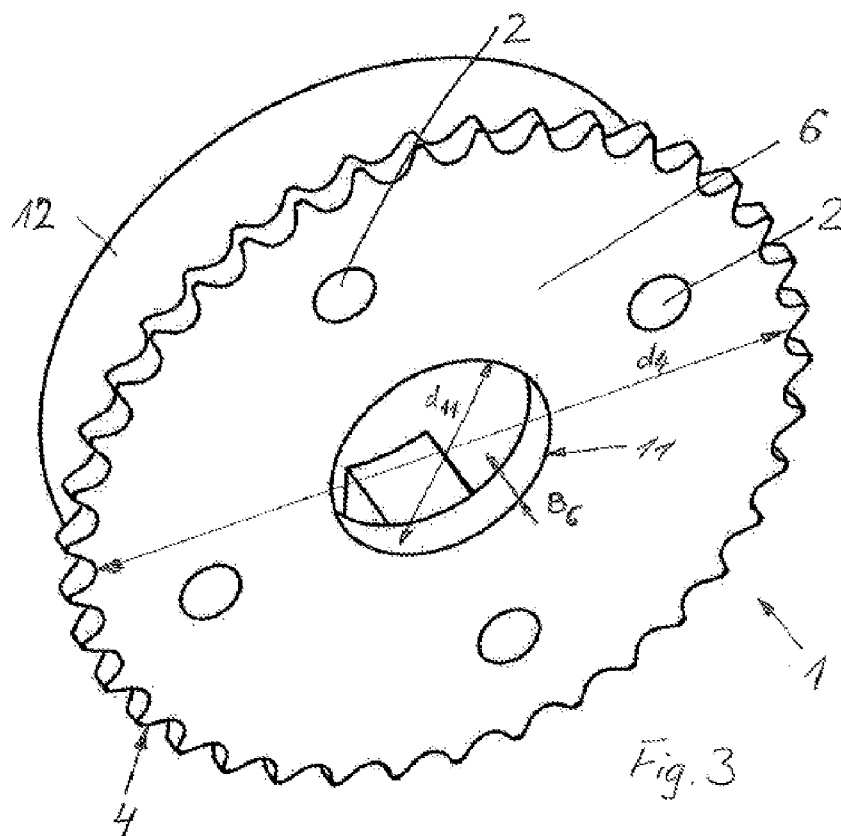
richtung einer Brennkraftmaschine, umfassend:

- a) einen Zahnradabschnitt (4), der eine Vielzahl über den Umfang des Stators (1) verteilte Zähne aufweist,
 - b) einen Gehäuseabschnitt (5), der axial von dem Zahnradabschnitt (4) versetzt angeordnet ist und einen Hohlraum (3) umgibt, und
 - c) Flügel (9), die an dem Gehäuseabschnitt (5) gebildet sind und sich in den Hohlraum (3) erstrecken,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- d) der Stator (1) ein einstückig gesintertes Teil ist.

2. Stator (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehäuseabschnitt (5) einen vorzugsweise zylindrischen Außenumfang (12) aufweist, wobei der Durchmesser (d_{12}) des Gehäuseabschnitts (5) kleiner ist als der Durchmesser (d_4) des Zahnradabschnitts (4) und/oder dass der Gehäuseabschnitt (5) an den Zahnradabschnitt (4) anschließt.
3. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (B_5) des Gehäuseabschnitts (5) größer ist als die Breite (B_4) des Zahnradabschnitts (4) und/oder dass mindestens ein Flügel (9) entlang der Rotationsachse eine Breite aufweist, die zumindest der Breite (B_5) des Gehäuseabschnitts (5) entspricht.
4. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel (9) an ihren nach innen weisenden Enden zylindermantelflächenabschnittsförmige Stirnflächen (7) aufweisen, die als Gleitflächen für einen vom Stator (1) lagerbaren Rotor dienen und/oder dass der Gehäuseabschnitt (5) zwischen den Flügeln (9) einen Innenumfang aufweist, der Gleitflächen für die Flügel des Rotors bildet.
5. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel (9) mit einer gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Teilung über den Umfang des Stators (1) verteilt sind und/oder dass mindestens ein Flügel (9) eine in Richtung der Rotationsachse erstreckte Bohrung (2) aufweist, wobei vorzugsweise die Bohrungen (2) der Flügel (9) insbesondere auf der Seite des Deckelabschnitts (6) mit einer ringförmigen Flachsenkung versehen sind.
6. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Deckelabschnitt (6), der die Bereiche zwischen den Flügeln (9) stirnseitig verschließt.

7. Stator (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckelabschnitt (6) eine zentrische Bohrung (11) aufweist, wobei insbesondere um die Bohrung (11) ein ringförmiger Absatz gebildet ist, und insbesondere dass der Durchmesser (d_{11}) der Bohrung (11) kleiner ist als der von den Stirnflächen (7) eingefasste Durchmesser (d_7), der kleiner ist als der Durchmesser (d_5) des Innenumfangs des Gehäuseabschnitts (5). 5
8. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (1) aus einem Sinterwerkstoff auf Aluminiumbasis gebildet oder ein aus einem Sinterwerkstoff auf Aluminiumbasis einstückig gesintertes Teil ist. 10 15
9. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Flügel (9) des Stators (1) eine in Umfangsrichtung weisende Flanke aufweist, die eben oder als ebene Fläche gebildet ist. 20
10. Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang einer Flanke des Flügels (9) des Stators (1) zu dem Innenumfang des Stators (1) eine Ausnehmung aufweist, welche sich unter das Niveau der Flanke oder/und des Innenumfangs erstreckt. 25
11. Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung für eine Brennkraftmaschine, umfassend einen Stator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einen Rotor, der in dem Stator (1) angeordnet ist und relativ zu dem Stator (1) schwenkbar ist. 30 35
12. Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor mindestens einen radial nach außen ragenden Flügel aufweist, der in den Bereich zwischen zwei Flügeln (9) des Stators (1) eingreift. 40
13. Ventil-Steuerwellen-Verstelleinrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Flügel des Rotors eine in Umfangsrichtung weisende Flanke aufweist, welche mit einer in Umfangsrichtung weisenden Flanke eines Flügels (9) des Stators (1), insbesondere durch Verschwenkung zwischen Rotor und Stator (1) in einem Flächenkontakt ist. 45 50
14. Ventilsteuerwellen-Verstelleinrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Flügel (9) des Stators (1) und dem mindestens einen Flügel des Rotors eine Druckkammer gebildet ist, wobei in Abhängigkeit des Volumens der Druckkammer der Rotor relativ zu dem Stator (1) schwenkbar ist. 55
15. Verfahren zur Herstellung eines Stators (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Metallpulver zu einem Teil verpresst wird, das in etwa die Form des Stators (1) aufweist, und dass dieses Teil einer Wärmebehandlung unterhalb der Schmelztemperatur unterzogen wird, wobei das wärmebehandelte Teil einem Kalibrierungsprozess unterzogen wird.







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 16 0741

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|--|--|--|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X,D | DE 10 2005 041282 A1 (HITACHI LTD [JP]) 9. März 2006 (2006-03-09) | 1-7,9-14 | INV. F01L1/344 |
| Y | * Absatz [0021] * ----- | 8,15 | |
| Y,D | EP 1 126 040 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 22. August 2001 (2001-08-22) * das ganze Dokument * | 8 | |
| Y | DE 10 2004 002714 B3 (SCHWAEBISCHE HUETTENWERKE GMBH [DE]) 19. Mai 2005 (2005-05-19) * das ganze Dokument * ----- | 15 | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | F01L B22F |
| Recherchenort | | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer |
| Den Haag | | 15. Juni 2011 | Klinger, Thierry |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |

 1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 0741

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-06-2011

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102005041282 A1 | 09-03-2006 | JP 4016020 B2 | 05-12-2007 |
| | | JP 2006070726 A | 16-03-2006 |
| | | US 2008264367 A1 | 30-10-2008 |
| | | US 2006042580 A1 | 02-03-2006 |
| | | US 2007261649 A1 | 15-11-2007 |
| ----- | | | |
| EP 1126040 A1 | 22-08-2001 | DE 10006269 A1 | 16-08-2001 |
| | | ES 2225004 T3 | 16-03-2005 |
| | | US 2001015014 A1 | 23-08-2001 |
| ----- | | | |
| DE 102004002714 B3 | 19-05-2005 | AT 398190 T | 15-07-2008 |
| | | WO 2005068112 A2 | 28-07-2005 |
| | | EP 1709209 A2 | 11-10-2006 |
| | | ES 2272202 T1 | 01-05-2007 |
| ----- | | | |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 10143862 A1 [0003]
- DE 10006269 A1 [0004]
- DE 102005041282 A1 [0005]
- DE 60300321 T2 [0005]