

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
21. Mai 2015 (21.05.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/070846 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 1/344 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200430

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. August 2014 (28.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 223 301.9
15. November 2013 (15.11.2013) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **BETZ, Christoph**; Beckengasse 9, 91353 Hausen (DE). **SEBALD, Stefan**; Goesseldorf 14, 91344 Waischenfeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: VARIABLE VALVE TIMING SYSTEM

(54) Bezeichnung : NOCKENWELLENVERSTELLEINRICHTUNG

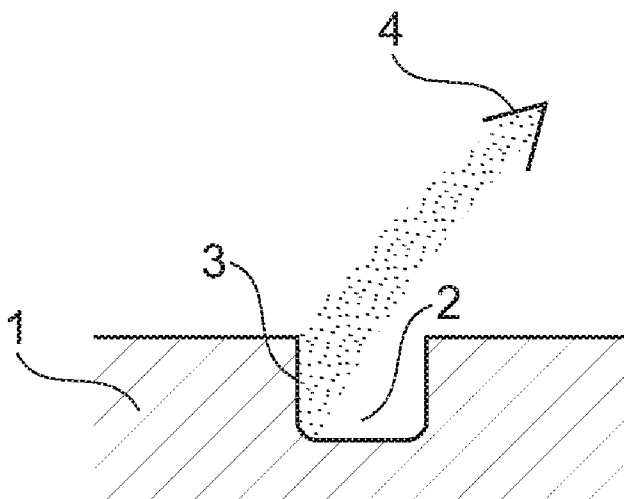


Fig. 1a

(57) Abstract: The present invention relates to a variable valve timing system comprising a stator that can be connected to a crankshaft of an internal combustion engine, a rotor that is mounted for rotation relative to the stator and can be connected to a camshaft, and a locking system for locking the rotor relative to the stator by means of a locking link (2) made by a powder metallurgy process and provided on the stator or rotor, and at least one locking pin that can be locked in the locking link (2), wherein in at least one portion of a surface perimeter zone (3) the density of the locking link (2) is higher than the density of the base material of the locking link (2).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit - einem mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbindbaren Stator, und - einem gegenüber dem Stator drehbar gelagerten, mit einer Nockenwelle verbindbaren Rotor, und - einer Verriegelungseinrichtung zur Verriegelung des Rotors gegenüber dem Stator mit einer stator- oder rotorfesten pulvermetallurgisch hergestellten Verriegelungskulisse (2) und wenigstens einem in der Verriegelungskulisse (2) verriegelbaren Verriegelungsstift, wobei - die Verriegelungskulisse (2) in wenigstens einem Abschnitt einer Oberflächenrandzone (3) eine gegenüber der Dichte des Grundwerkstoffs der Verriegelungskulisse

(2) erhöhte Dichte aufweist.

WO 2015/070846 A1

Nockenwellenverstelleinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit den Merkmalen
5 des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Nockenwellenverstelleinrichtungen werden im Allgemeinen in Ventiltrieben von Brennkraftmaschinen verwendet, um die Ventilöffnungs- und Schließzeiten zu verändern, wodurch die Verbrauchswerte der Brennkraftmaschine und das Be-
10 triebsverhalten im Allgemeinen verbessert werden können.

Eine in der Praxis bewährte Ausführungsform der Nockenwellenverstelleinrichtung weist einen Flügelzellenversteller mit einem Stator und einem Rotor auf, welche einen Ringraum begrenzen, der durch Vorsprünge und Flügel in mehre-
15 re Arbeitskammern unterteilt ist. Die Arbeitskammern sind wahlweise mit einem Druckmittel beaufschlagbar, welches in einem Druckmittelkreislauf über eine Druckmittelpumpe aus einem Druckmittelreservoir in die Arbeitskammern an einer Seite der Flügel des Rotors zugeführt und aus den Arbeitskammern an der jeweils anderen Seite der Flügel wieder in das Druckmittelreservoir zurück-
20 geführt wird. Die Arbeitskammern, deren Volumen dabei vergrößert wird, weisen eine Wirkrichtung auf, welche der Wirkrichtung der Arbeitskammern, deren Volumen verkleinert wird, entgegengesetzt ist. Die Wirkrichtung bedeutet demnach, dass eine Druckmittelbeaufschlagung der jeweiligen Gruppe von Arbeitskammern eine Verdrehung des Rotors entweder im oder gegen den Uhrzeiger-
25 sinn relativ zu dem Stator bewirkt. Die Steuerung des Druckmittelflusses und damit der Verstellbewegung der Nockenwellenverstelleinrichtung erfolgt z.B. mittels eines Zentralventils mit einer komplexen Struktur von Durchflussöffnungen und Steuerkanten und einem in dem Zentralventil verschiebbaren Ventilkörper, welcher die Durchflussöffnungen in Abhängigkeit von seiner Stellung
30 verschließt oder freigibt.

Ein Problem bei einer solchen Nockenwellenverstelleinrichtung ist es, dass sie in einer Startphase noch nicht vollständig mit Druckmittel gefüllt ist oder sogar

leer gelaufen sein kann, so dass der Rotor aufgrund der von der Nockenwelle ausgeübten Wechsellmomente unkontrollierte Bewegungen relativ zu dem Stator ausführen kann, welche zu einem erhöhten Verschleiß und zu einer unerwünschten Geräuscentwicklung führen können. Zur Vermeidung dieses Problems ist es bekannt, zwischen dem Rotor und dem Stator eine Verriegelungseinrichtung vorzusehen, welche den Rotor beim Abstellen der Brennkraftmaschine in einer für den Start günstigen Drehwinkelposition gegenüber dem Stator verriegelt. In Ausnahmefällen, wie z.B. beim Abwürgen der Brennkraftmaschine, ist es aber möglich, dass die Verriegelungseinrichtung den Rotor nicht bestimmungsgemäß verriegelt, und der Nockenwellenversteller in der sich anschließenden Startphase mit unverriegeltem Rotor betrieben werden muss. Da manche Brennkraftmaschinen jedoch ein sehr schlechtes Startverhalten haben, wenn der Rotor nicht in der günstigen Drehwinkelposition verriegelt ist, muss der Rotor dann in der Startphase selbsttätig in die Verriegelungsposition verdreht und verriegelt werden.

Eine solche selbsttätige Verdrehung und Verriegelung des Rotors gegenüber dem Stator ist z.B. aus der DE 10 2008 011 915 A1 bekannt. Die dort beschriebene Verriegelungseinrichtung umfasst eine Mehrzahl von federbelasteten Verriegelungsstiften, welche bei einer Verdrehung des Rotors sukzessiv in einer oder mehreren statorfesten oder rotorfesten Verriegelungskulisse(n) verriegeln.

Eine Möglichkeit der Ausbildung der Verriegelungskulisse ist dabei ein Verriegelungsdeckel, welcher drehfest mit dem Stator verbunden ist und eine oder mehrere Vertiefungen oder Ausnehmungen aufweist, in welche der oder die Verriegelungsstift(e) zur Verriegelung des Rotors eintauchen. Alternativ kann die Verriegelungskulisse auch unmittelbar in dem Stator vorgesehen sein, sofern der Stator so ausgebildet ist, dass eine Druckmittelbeaufschlagung der Verriegelungskulisse(n) in dem Stator möglich ist. Alternativ können die oder der Verriegelungsstift(e) auch dem Stator und die Verriegelungskulisse(n) auch dem Rotor zugeordnet sein, wichtig ist nur, dass der Rotor über die Verriegelungseinrichtung in einer bestimmten Drehwinkelstellung gegenüber dem Stator verriegelbar ist.

Die Verriegelungskulissen können konstruktiv in mehreren Komponenten der Nockenwellenverstelleinrichtung und aus unterschiedlichen Materialien realisiert werden, wobei sich herstellungstechnisch bevorzugt schmelzmetallurgisch hergestellte und umgeformte Kulissen bewährt haben, und aus Kostengründen und einer flexibel gestaltbaren Geometrie auch pulvermetallurgisch hergestellte Verriegelungskulissen (gesinterte Verriegelungskulissen) verwendet werden.

Im Vergleich zu schmelzmetallurgisch hergestellten und umgeformten Verriegelungskulissen weisen pulvermetallurgisch hergestellte Verriegelungskulissen geringere Festigkeitswerte auf, wodurch die Gefahr einer plastischen Verformung der Verriegelungskulisse während der hohen Belastung an der Verriegelungskulisse besteht. Aufgrund dieser plastischen Verformung der Verriegelungskulisse kann das Verriegelungsspiel vergrößert werden, was wiederum Klappergeräusche zur Folge haben kann. Ferner besteht die Gefahr, dass aufgrund der hohen Flächenpressung im Verriegelungszustand und prozessbedingten Materialunstetigkeiten, wie Poren, Risse oder Quetschfalten, ein erhöhter Rissfortschritt, Ausbrüche und im Extremfall ein Funktionsausfall der Verriegelung auftreten kann.

20

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit einer pulvermetallurgisch hergestellten Verriegelungskulisse mit einer verbesserten Funktionssicherheit insbesondere bei erhöhten Belastungen zu schaffen.

25

Zur Lösung der Aufgabe wird gemäß dem Grundgedanken der Erfindung vorgeschlagen, dass die Verriegelungskulisse in wenigstens einem Abschnitt einer Oberflächenrandzone eine gegenüber der Dichte des Grundwerkstoffs der Verriegelungskulisse erhöhte Dichte aufweist. Durch die erhöhte Dichte kann die Wahrscheinlichkeit einer plastischen Verformung der Verriegelungskulisse im Bereich der dichteren Oberflächenrandzone insbesondere während der hohen Flächenpressung verringert werden. Aufgrund der höheren Dichte weist die Verriegelungskulisse im Bereich der Oberflächenrandzone eine erhöhte Fes-

tigkeit und damit auch Beanspruchbarkeit auf. Ferner kann durch die höhere Dichte die Rissentstehung, die Rissausbreitung und die Rissausbreitungsgeschwindigkeit verhindert bzw. reduziert werden. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, dass die Verriegelungskulisse durch die erhöhte Dichte im Bereich
5 der Oberflächenrandzone bereits weniger und kleinere Mikrorisse in der Struktur aufweist, welche als Ausgangspunkt von entstehenden größeren Rissen angesehen werden können. Außerdem weist die Oberfläche weniger Unstetigkeiten auf, d.h. die Oberfläche ist dichter und homogener, so dass die Belastung der Verriegelungskulisse während der Verriegelung des Rotors auf eine
10 größere Fläche verteilt wird, und in der Folge die lokalen maximalen Bauteilspannungen reduziert werden können. Zudem kann durch die Erhöhung der Dichte (bzw. Festigkeit, Beanspruchbarkeit) bei der Herstellung auch die Maß- und Formtoleranz eingeschränkt werden.

15 Weiter wird vorgeschlagen, dass die gesamte Oberflächenrandzone der Verriegelungskulisse eine gegenüber der Dichte des Grundwerkstoffs der Verriegelungskulisse erhöhte Dichte aufweist. Dadurch kann die Herstellung der verdichteten Oberflächenrandzone vereinfacht werden, indem die gesamte Verriegelungskulisse z.B. einer Oberflächenbehandlung unterzogen wird. Ferner wird
20 die Schadenswahrscheinlichkeit dadurch selbstverständlich verringert, da die Verriegelungskulisse dadurch auch in Bereichen verdichtet ist, an denen der Verriegelungsstift nur in Ausnahmefällen zur Anlage gelangt.

Alternativ kann der Bearbeitungsaufwand aber auch reduziert werden, indem
25 die Oberflächenrandzone mit der erhöhten Dichte nur in einem Bereich der Verriegelungskulisse vorgesehen ist, in dem der Verriegelungsstift insbesondere in den Anschlagstellungen des Rotors voraussichtlich zu Anlage gelangt. Dies können z.B. die die Bewegung des Rotors begrenzenden Randseiten, d.h. die Anschlagsflächen der Verriegelungskulisse, sein.

30

Es hat sich ferner herausgestellt, dass die Schadenswahrscheinlichkeit bei einem gleichzeitig möglichst geringen Bearbeitungsaufwand verringert werden

kann, wenn die Oberflächenrandzone mit der erhöhten Dichte eine Dicke von 0,01 bis 100 mm aufweist.

Die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone kann z.B. durch ein Überpressen,
5 Festigkeitsstrahlen, Rollieren, Laserstrahlen, Imprägnieren, Laserhärten oder
durch eine Wärmebehandlung, Beschichtung, Hartbeschichtung der Verriegelungskulisse realisiert sein. Das Bauteil wird in diesem Fall in einem ersten Schritt mit einer Vorform oder auch mit der Endform der Verriegelungskulisse hergestellt, während die Verdichtung der Oberflächenrandzone nachträglich
10 durch einen zweiten Bearbeitungsvorgang der Verriegelungskulisse erfolgt. Die Verdichtung erfolgt dann z.B. durch das Einpressen eines Werkzeugstempels mit bewusst größeren Abmaßen und einem gleichzeitigen Abstützen des Bauteils über eine Matrize (Überpressen) durch ein Kugelstrahlen, Laserstrahlen oder Rollieren, oder durch ein Imprägnieren, d.h. durch das Einbringen eines
15 Porenfüllwerkstoffes in die Oberflächenrandzone, durch eine Laserhärten oder durch eine Wärmebehandlung oder Beschichtung bzw. Hartbeschichtung anschließend in einem zweiten Bearbeitungsschritt. Dabei kann die Verriegelungskontur geringfügig von der Vorform auf die Endform aufgeweitet werden, sofern die Bearbeitung zum Beispiel durch ein Überpressen, Rollieren, Kugelstrahlen, also durch eine mechanische Verdichtung des Werkstoffes durch eine
20 äußere Krafteinwirkung erfolgt.

Alternativ oder zusätzlich kann die Dichte in der Oberflächenrandzone auch dadurch erhöht werden, indem eine Einpress- oder Einlegebuchse, ein Einlegeteil oder ein Verbundwerkstoff mit einer höheren Dichte als der Grundwerkstoff der Verriegelungskulisse in der Verriegelungskulisse vorgesehen wird. In diesem Fall wird die Verriegelungskulisse zumindest in einer Grundform in einem ersten Herstellungsschritt während des pulvermetallurgischen Herstellungsverfahrens geformt und dann durch die Einlege- oder Einpressbuchse
25 oder durch den Verbundwerkstoff mit der Oberflächenrandzone mit der größeren Dichte versehen. Die in dem ersten Schritt hergestellte Grundform der Verriegelungskulisse wird durch die Einlege- oder Einpressbuchse bzw. durch das
30

Einlegeteil oder durch den Verbundwerkstoff mit der größeren Dichte praktisch ausgekleidet.

Weiter wird vorgeschlagen, dass die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone
5 durch ein Veredelungs- oder Vergütungsverfahren, ein Wärmebehandlungsverfahren oder ein Beschichtungsverfahren realisiert ist, oder durch ein kombiniertes mechanisches und thermisches Verfahren realisiert ist.

Durch die Wärmebehandlung, wie z.B. Laserhärten, wird der Werkstoff in der
10 Oberflächenrandzone bewusst soweit erwärmt bzw. erhitzt, dass sich die Gefügestruktur zu einer dichteren Gefügestruktur verändern kann. Bei der Beschichtung wird bewusst ein zusätzliches Material auf die Oberflächenrandzone aufgetragen, welches selbst eine höhere Dichte aufweist oder durch das Eindringen in die Oberflächenrandzone die Dichte des Werkstoffs der Verriegelungskulisse im Bereich der Oberflächenrandzone erhöht.
15

Durch das kombinierte mechanische und thermische Verfahren, wie z.B. Fließbohren, kann eine mechanische Verdichtung bei einer gleichzeitigen Veränderung der Gefügestruktur verwirklicht werden.

20

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Figuren sind im Einzelnen zu erkennen:

Fig. 1a-1j: verschiedene Verriegelungskulissen mit einer verdichteten, hoch-
25 festen Oberflächenrandzone mit erhöhter Festigkeit und/oder Beanspruchbarkeit.

In den Fig. 1a bis Fig. 1j sind verschiedene statorfeste Bauteile 1, wie z.B. ein Verriegelungsdeckel oder auch der Stator selbst, mit einer schematisch dargestellt Verriegelungskulisse 2 zu erkennen, welche z.B. als kreisförmige,
30 ringsegmentförmige, ovale, konische dreiecksförmige oder polygonische Vertiefung ausgebildet sein kann. Die Verriegelungskulisse 2 kann auch an einem Rotor der Nockenwellenverstelleinrichtung oder an einem rotorfesten Bauteil

der Nockenwellenverstelleinrichtung angeordnet sein. Die Verriegelungskulis-
sen 2 in den verschiedenen Ausführungsbeispielen weisen jeweils eine Ober-
flächenrandzone 3 mit einer gegenüber der Dichte des Bauteils 1 erhöhten
Dichte bzw. Festigkeit auf, welche, wie nachfolgend noch beschrieben wird, auf
5 verschiedene Arten verwirklicht sein kann.

In dem in der Fig. 1a gezeigten Ausführungsbeispiel wird die erhöhte Dichte
der Oberflächenrandzone 3 durch eine Festigkeitsstrahleinrichtung 4 mit einem
auf die Oberflächenrandzone 3 gerichteten Kugel-, Körner oder Quaderstrahl
10 realisiert. Durch die auftreffenden Strahlkörper oder Partikel der Festigkeits-
strahleinrichtung 4 wird der Werkstoff des Bauteils 1 lokal verdichtet und ver-
festigt, und gleichzeitig die Oberfläche der Oberflächenrandzone 3 geglättet
und auf die End- oder Fertigteilqualität gebracht.

15 In der Fig. 1b ist ein Ausführungsbeispiel zu erkennen, bei dem ein, im Ver-
gleich zu den Abmessungen der in einem vorangegangenen Formgebungsver-
fahren hergestellter Verriegelungskulisse 2, übergroßer Werkzeugstempel 5 in
die Verriegelungskulisse 2 gepresst wird. Gleichzeitig werden zwei weitere
Werkzeugstempel 14 und 15 an eine entsprechende Gegenkontur des Bauteils
20 1 angepresst, so dass der Werkstoff in der Oberflächenrandzone 3 zwischen
den Werkzeugstempeln 14,15 und 5 seitlich nicht ausweichen kann und in der
Folge verdichtet wird. Gleichzeitig wird eine Werkzeugmatrize 6 an der jeweils
anderen Seite des Bauteils 1 entgegen der Einpressrichtung der Werkzeug-
stempel 14,15 und 5 zur Unterstützung gegen das Bauteil 1 gedrängt. Durch
25 die Verdichtung der Verriegelungskulisse 2 im Bereich der Oberflächenrandzo-
ne 3 kann die Festigkeit, Dauerhaltbarkeit, die Beanspruchbarkeit und die Ein-
haltung der Maß- und Formtoleranz verbessert werden.

In der Fig. 1c ist ein Ausführungsbeispiel zu erkennen, bei dem die Oberflä-
chenrandzone 3 mit der erhöhten Dichte durch ein zu einer Drehung angetrie-
benes Rollierwerkzeug 7 oder Walzwerkzeug hergestellt wird, bei dem wenigstens
30 zwei gegenüberliegende Rollen radial nach außen an die Oberflächen-

randzone 3 angepresst werden und dadurch den Werkstoff in diesem Bereich verdichten.

In den Fig. 1d bis Fig. 1f ist jeweils ein Ausführungsbeispiel zu erkennen, bei denen in der Verriegelungskulisse 2 ein Einlegeteil 8, eine Einpressbuchse 9 oder eine Einlegebuchse 12 angeordnet ist. Das Einlegeteil 8, die Einpressbuchse 9 bzw. die Einlegebuchse 12 weisen eine höhere Dichte und/oder Festigkeit als das Bauteil 1 auf und sind verschiebe- und drehfest in der Verriegelungskulisse 2 gehalten. Dies kann z.B. durch ein Einpressen verwirklicht sein, wodurch auch die Dichte des an die jeweiligen Teile angrenzenden Bereichs der Verriegelungskulisse 2 weiter verdichtet werden kann. Alternativ kann statt des Einpressens auch ein Eindrehen über ein Gewinde, oder ein Verschweißen des Einlegeteils 8 realisiert werden. Das Einlegeteil 8, die Einpressbuchse 9 und die Einlegebuchse 12 können vorzugsweise aus einem Stahlteil höherer Festigkeit bzw. höherer Dichte als das Bauteil 1 ausgebildet sein und verfestigen dadurch das Bauteil 1 gezielt im Bereich der Verriegelungskulisse 2. Insbesondere werden die aus der Flächenpressung des Verriegelungsstiftes resultierenden Kräfte dadurch von diesen Teilen aufgenommen und über eine größere Fläche auf das Bauteil 1 übertragen, so dass die Beanspruchung des Bauteils 1 und damit die Schadenswahrscheinlichkeit sinkt.

Das Einlegeteil 8 ist als ein Ring ausgebildet und weist ein Übermaß im Verhältnis zu den Abmessungen der Vorform der Verriegelungskulisse 2 auf und wird in die Verriegelungskulisse 2 eingepresst, eingeschraubt oder eingeschweißt. Die Einpressbuchse 9 wird zusätzlich durch ein Rändel 11 in der Verriegelungskulisse 2 gesichert. Durch das Rändel 11 wird während des Einpressvorganges der Einpressbuchse 9 eine Materialverdrängung 10 in eine Vertiefung der Einpressbuchse 9 bewirkt, so dass die Einpressbuchse 9 anschließend zugfest, drehfest und insbesondere verliersicher in der vorgeformten Verriegelungskulisse 2 gesichert ist. Die Einlegebuchse 12 in der Fig. 1f ist in Form eines Napfes mit einem Bund gebildet, und in die in diesem Fall als Öffnung ausgebildete Vorform der Verriegelungskulisse 2 eingepresst. Allen drei Ausführungsbeispielen ist es gemeinsam, dass die Verriegelungskulissen

2 in dem pulvermetallurgisch hergestellten Bauteil 1 als eine Art Vorform vorhanden sind, welche dann durch das Einlegeteil 8, die Einpress- oder Einlegebuchse 9 oder 12 zu der endgültigen Verriegelungskulisse 2 vervollständigt werden. Die Form der abschließenden Verriegelungskulisse 2 wird in diesem
5 Fall durch das Einlegeteil 8, die Einpressbuchse 9 oder die Einlegebuchse 12 bestimmt. Da das Einlegeteil 8, die Einpressbuchse 9 oder die Einlegebuchse 12 jeweils eine höhere Dichte bzw. Festigkeit als das Bauteil 1 aufweisen, werden diese Teile während des Einlege- oder Einpressvorganges bevorzugt nicht oder nur geringfügig verformt, während das Bauteil 1 verdichtet wird. Dadurch
10 entspricht die Form der abschließenden Verriegelungskulisse 2 mit einer möglichst großen Formgenauigkeit der vorgegebenen Form der Verriegelungskulisse 2 bzw. der Form des möglichst wenig oder nicht verformten eingefügten Teils. Dabei ist es bevorzugt, dass das Einlegeteil 8, die Einpressbuchse 9 oder die Einlegebuchse 12 durch einen geschlossenen Ring oder einen Napf
15 bzw. eine Hülse gebildet ist, welche durch ihre Form und ihren Werkstoff die radial nach innen gerichteten, beim Einpressen wirkenden Spannungen besonders gut aufnehmen kann, ohne dabei selbst verformt zu werden.

In der Fig. 1g ist die Verriegelungskulisse 2 durch einen hochfesten Verbundwerkstoff 13 gebildet, welcher mit dem Bauteil 1 verbunden ist. Solche hochfesten Verbundwerkstoffe 13 können z.B. Keramiken oder dergleichen sein.
20

In der Fig. 1h ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung zu erkennen, bei dem ebenfalls ein übergroßer Werkzeugstempel 5 in die Verriegelungskulisse 2 eingepresst wird, welcher einen Durchmesser L2 ausweist, der größer
25 als der Durchmesser L0 der Verriegelungskulisse 2 ist. Dadurch wird die Verriegelungskulisse 2 bevorzugt radial nach außen aufgeweitet und der Werkstoff in der äußeren Oberflächenrandzone 3 radial verdichtet.

30 In der Fig. 1i ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zu erkennen, bei dem die Verriegelungskulisse 2 lokal durch einen mittels eines Lasers 16 erzeugten Laserstrahl lokal verfestigt und verdichtet wird. Dabei kann durch den Laserstrahl zusätzlich lokal thermische Energie in das Bauteil 1 eingebracht werden,

durch welche der Werkstoff des Bauteils 1 lokal aufgeschmolzen wird und mögliche Poren oder Risse zu einer verdichteten und verfestigten Oberflächenrandzone 3 geschlossen werden. Des Weiteren kann durch die eingebrachte thermische Energie die Oberflächenrandzone 3 aufgehärtet und dadurch die

5 Festigkeit weiter erhöht werden.

In der Fig. 1j ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung zu erkennen, bei dem in den Werkstoff des Bauteils 1 ein Porenfüllwerkstoff 17 eingebracht ist, so dass das Bauteil 1 eine im Vergleich zu der Dichte seines Grundwerk-

10 stoffes erhöhte Dichte und Festigkeit aufweist.

Insgesamt weist die Verriegelungskulisse 2 im Bereich der verdichteten Oberflächenrandzone 3 eine größere Dichte, Beanspruchbarkeit bzw. Festigkeit auf, durch welche die Rissentstehung und Ausbreitung und damit die Schadens-

15 wahrscheinlichkeit verringert werden kann. Außerdem weist die Oberfläche der Oberflächenrandzone 3 bevorzugt weniger Unstetigkeiten auf, d.h. die Rauhtiefe ist geringer, so dass die Flächenbelastung zu geringeren lokalen Spannungen führt, da die Belastung gleichmäßiger verteilt in das Bauteil 1 bzw. in die Verriegelungskulisse 2 eingeleitet wird. Dadurch kann die Schadenswahr-

20 scheinlichkeit zusätzlich verringert werden.

Bezugszeichenliste

	1	Bauteil
	2	Verriegelungskulisse
5	3	Oberflächenrandzone
	4	Festigkeitsstrahleinrichtung
	5	Werkzeugstempel
	6	Werkzeugmatrize
	7	Rollierwerkzeug
10	8	Einlegeteil
	9	Einpressbuchse
	10	Materialverdrängung
	11	Rändel
	12	Einlegebuchse
15	13	hochfester Verbundwerkstoff
	14	Werkzeugstempel
	15	Werkzeugstempel
	16	Laser
	17	Porenfüllwerkstoff

Patentansprüche

1. Nockenwellenverstelleinrichtung mit
-einem mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbindbaren
5 Stator, und
-einem gegenüber dem Stator drehbar gelagerten, mit einer Nockenwelle verbindbaren Rotor, und
-einer Verriegelungseinrichtung zur Verriegelung des Rotors gegenüber dem Stator mit einer stator- oder rotorfesten pulvermetallurgisch hergestellten Verriegelungskulisse (2) und wenigstens einem in der Verriegelungskulisse (2) verriegelbaren Verriegelungsstift,
10 dadurch gekennzeichnet dass,
-die Verriegelungskulisse (2) in wenigstens einem Abschnitt einer Oberflächenrandzone (3) eine gegenüber der Dichte des Grundwerkstoffs der Verriegelungskulisse (2) erhöhte Dichte aufweist.
15
2. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
-die gesamte Oberflächenrandzone (3) der Verriegelungskulisse (2) eine
20 gegenüber der Dichte des Grundwerkstoffs der Verriegelungskulisse (2) erhöhte Dichte aufweist.
3. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
25 -die Oberflächenrandzone (3) mit der erhöhten Dichte eine Dicke von 0,01 bis 100 mm aufweist.
4. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
30 -die Oberflächenrandzone (3) mit der erhöhten Dichte wenigstens in einem Bereich der Verriegelungskulisse (2) angeordnet ist, in dem der Verriegelungsstift in wenigstens einer der Anschlagstellungen des Ro-

tors zu Anlage gelangt.

5. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
5 -die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone (3) durch ein Überpres-
sen, Festigkeitsstrahlen, Rollieren, Laserstrahlen oder Imprägnieren der
Verriegelungskulisse (2) realisiert ist.
6. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen
10 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
-die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone (3) durch ein Einlegeteil
(8), eine Einpressbuchse (9) oder eine Einlegebuchse (12) oder einen
Verbundwerkstoff (13) mit einer höheren Dichte als der Grundwerkstoff
der Verriegelungskulisse (2) realisiert ist.
15
7. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
-die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone (3) durch ein Verede-
lungs- oder Vergütungsverfahren realisiert ist.
20
8. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
-die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone (3) durch ein Wärmebe-
handlungsverfahren oder ein Beschichtungsverfahren realisiert ist.
25
9. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangegangenen
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
-die erhöhte Dichte der Oberflächenrandzone (3) durch ein kombiniertes
mechanisches und thermisches Verfahren realisiert ist.

1/1

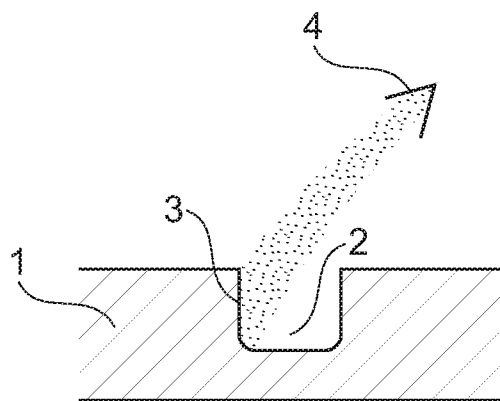


Fig. 1a

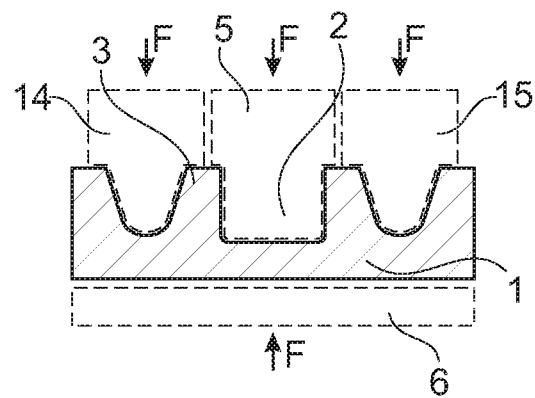


Fig. 1b

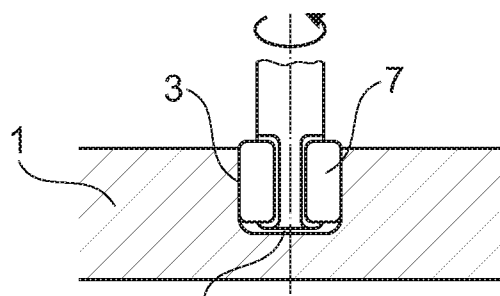


Fig. 1c

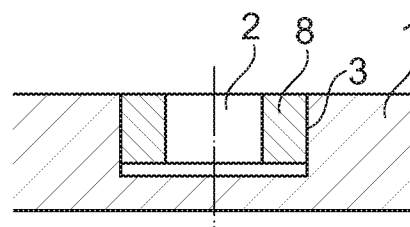


Fig. 1d

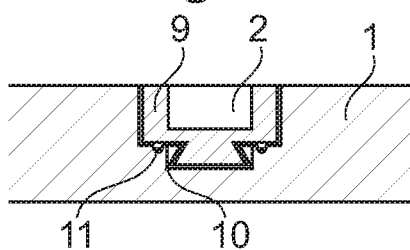


Fig. 1e

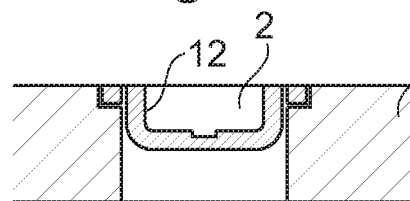


Fig. 1f

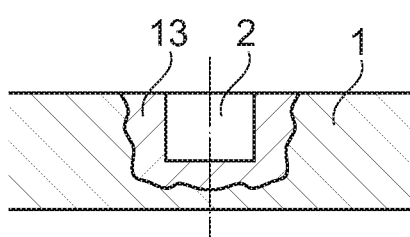


Fig. 1g

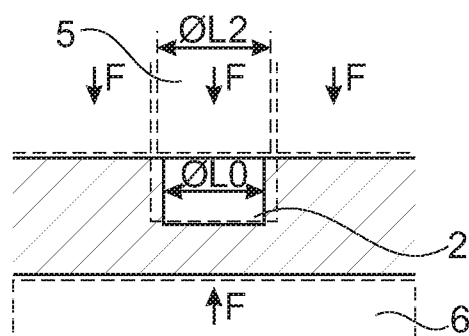


Fig. 1h

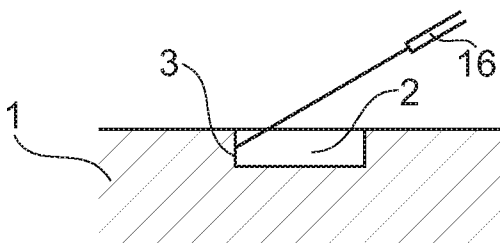


Fig. 1i

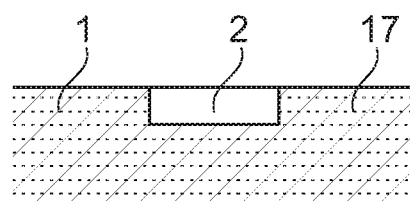


Fig. 1j

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200430A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01L1/344
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01L C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2012 218318 A1 (DENSO CORP [JP]) 18 April 2013 (2013-04-18)	1,6
A	paragraph [0001] paragraph [0020] paragraph [0034] figures	5
A	----- EP 1 811 139 A1 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]) 25 July 2007 (2007-07-25) paragraph [0001] paragraph [0032] paragraph [0040] figures ----- -/-	1,5,6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 January 2015

Date of mailing of the international search report

16/01/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paquay, Jeannot

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2014/200430

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/285407 A1 (WATANABE ATSUSHI [JP]) 15 November 2012 (2012-11-15) paragraph [0001] paragraph [0034] paragraph [0045] paragraph [0081] figures -----	1,5,6
A	DE 102 50 432 A1 (SINTERSTAHL GMBH [DE]) 13 May 2004 (2004-05-13) paragraph [0001] paragraph [0008] -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/200430

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012218318 A1	18-04-2013	DE 102012218318 A1	18-04-2013
		JP 2013087626 A	13-05-2013

EP 1811139 A1	25-07-2007	AT 410587 T	15-10-2008
		DE 102006019435 A1	19-07-2007
		EP 1811139 A1	25-07-2007
		ES 2314959 T3	16-03-2009

US 2012285407 A1	15-11-2012	CN 102777223 A	14-11-2012
		JP 2012237196 A	06-12-2012
		US 2012285407 A1	15-11-2012

DE 10250432 A1	13-05-2004	DE 10250432 A1	13-05-2004
		JP 4614647 B2	19-01-2011
		JP 2004160644 A	10-06-2004
		US 2004086413 A1	06-05-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01L1/344
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01L C22C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2012 218318 A1 (DENSO CORP [JP]) 18. April 2013 (2013-04-18)	1,6
A	Absatz [0001] Absatz [0020] Absatz [0034] Abbildungen	5
A	----- EP 1 811 139 A1 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]) 25. Juli 2007 (2007-07-25) Absatz [0001] Absatz [0032] Absatz [0040] Abbildungen ----- -/-	1,5,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Januar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/01/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paquay, Jeannot

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2012/285407 A1 (WATANABE ATSUSHI [JP]) 15. November 2012 (2012-11-15) Absatz [0001] Absatz [0034] Absatz [0045] Absatz [0081] Abbildungen -----	1,5,6
A	DE 102 50 432 A1 (SINTERSTAHL GMBH [DE]) 13. Mai 2004 (2004-05-13) Absatz [0001] Absatz [0008] -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/200430

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012218318 A1	18-04-2013	DE 102012218318 A1	18-04-2013
		JP 2013087626 A	13-05-2013

EP 1811139 A1	25-07-2007	AT 410587 T	15-10-2008
		DE 102006019435 A1	19-07-2007
		EP 1811139 A1	25-07-2007
		ES 2314959 T3	16-03-2009

US 2012285407 A1	15-11-2012	CN 102777223 A	14-11-2012
		JP 2012237196 A	06-12-2012
		US 2012285407 A1	15-11-2012

DE 10250432 A1	13-05-2004	DE 10250432 A1	13-05-2004
		JP 4614647 B2	19-01-2011
		JP 2004160644 A	10-06-2004
		US 2004086413 A1	06-05-2004
