



(11)

EP 1 611 316 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.07.2017 Patentblatt 2017/29

(51) Int Cl.:
F01L 1/047^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04702270.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2004/000018

(22) Anmeldetag: **15.01.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/079163 (16.09.2004 Gazette 2004/38)

(54) **NOCKENWELLE MIT AUFGEPRESSTEN NOCKEN**

CAMSHAFT WITH PRESSED CAMS

ARBRE A CAMES DONT LES CAMES SONT ENGAGEES PAR PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **08.03.2003 CH 354032003**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.2006 Patentblatt 2006/01

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Presta TecCenter AG**
9492 Eschen (LI)

(72) Erfinder: **ZAPS, Dietrich**
D-45133 Essen-Bredeney (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 119 112 DE-A- 3 227 693
US-A- 4 903 543

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 18, 5. Juni 2001 (2001-06-05) & JP 02 150544 A (PRESS & STANZWERK AG; MITSUBISHI METAL CORP), 8. Juni 1990 (1990-06-08)**

EP 1 611 316 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Nockenwelle zur Aufnahme von Nocken nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle gemäss Anspruch 10.

[0002] Nockenwellen dieser Art werden eingesetzt zur Steuerung von Maschinenteilen insbesondere zur Steuerung von Teilen in Verbrennungsmotoren, wie beispielsweise für Ventile. Bei sogenannten zusammengesetzten Nockenwellen, auch bezeichnet als gebaute Nockenwellen, werden Steuernocken auf die Nockenwelle aufgezogen und am dafür vorgesehenen Ort befestigt, beispielsweise durch Schweissen oder Verpressen mit der Welle. Es wurde auch schon vorgeschlagen, Nocken mit einer Welle zu Verkleben, um diese an der Welle zu fixieren. Nockenwellen dieser Bauart sind beispielsweise aus der europäischen Patentschrift EP 0 340 128 B1 bekannt geworden.

[0003] Alle bisher bekannten Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen zielen darauf ab, die Nocke zuverlässig und mechanisch stabil und passgenau auf die Welle fügen zu müssen. Nocken werden üblicherweise verpresst, aufgesintert oder mittels Schrumpfen gefügt. Neuerdings wird auch versucht, Nocken mittels Laserschweissen zu fügen. Diesen bekannten Fügeverfahren haften verschiedene Nachteile an wie beispielsweise hoher Aufwand, unerwünschte Deformationen von Nocken, ungenügende Festigkeit von Nocken, Begrenzung der Verringerung von Baumassen, insbesondere von Breiten mit geringen Bundstärken der Nocken, erhöhter Aufwand für Nachbearbeitung etc.

[0004] In der US 4,903,543 ist eine Nockenwelle dargestellt auf welche ein Nocken aufgeschoben ist und auf dieser drehfest befestigt ist. In dem Bereich, in dem der Nocken zu befestigen ist, ist die Welle aufgeweitet und in der Ausnehmung des Nockens sind Vorsprünge vorgesehen. Beim Zusammenschieben der beiden Teile werden Teilbereiche der Oberflächen spanabhebend verpresst, so dass eine reibungs- und formschlüssige Verbindung hergestellt ist.

[0005] Eine weitere Nockenwellenanordnung mit aufgeschobenen Nocken ist in der EP 0 119 112 A1 dargestellt. In Längsrichtung der Welle werden an deren Oberfläche durch hämmern oder Treiben Riffelungen angebracht und danach die Nocken aufgezogen und durch Verklebung in der Längsrichtung fixiert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen. Insbesondere besteht die Aufgabe darin, eine Nockenwelle mit geeignetem Herstellungsverfahren zu realisieren, welche es ermöglicht, Nocken masspräzise mit geringer Deformation auf die Welle zu fügen mit gleichbleibend hoher Qualität und dies mit hoher Wirtschaftlichkeit.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Ausbildung einer Nockenwelle nach den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Herstellverfahren nach den Merkmalen des Anspruch 10 gelöst. Die abhängigen An-

sprüche definieren weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Nockenwelle beziehungsweise des Herstellungsverfahrens.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein Nocken mit seiner Ausnehmung, welche eine strukturierte Oberfläche aufweist, über eine Welle mit ebenfalls strukturierter Oberfläche aufgezogen wird, wobei die noch verbleibenden Räume gebildet durch die Oberflächenstrukturierungen zwischen der Nockenausnehmung und der Welle mit einem aushärtbaren Klebstoff oder Kitt vekittet ist. Im weiteren soll der Begriff Klebstoff als Oberbegriff für Kitt, Klebstoff oder andere für die Anwendung geeignete Kunststoffmassen verwendet werden. Die Strukturierung der Wellenoberfläche wird abschnittsweise dort vorgesehen, wo Nocken fixiert werden sollen. Ausserdem soll die Strukturierung der Wellenoberfläche derart mechanisch erfolgen, dass der entstehende neue Durchmesser der Strukturierung durch Materialverdrängung grösser ist als der ursprüngliche Rohrdurchmesser und somit die Nocke auch über den nichtstrukturierten Rohrtail ungehindert geschoben werden kann. Die Strukturierung der Ausnehmung des Nocken weist gegenüber der strukturierten Oberfläche der Welle einen etwas geringeren Durchmesser auf, so dass beim Aufziehen des Nocken auf die Wellenstrukturierung eine Verpressung erfolgt, derart dass die Oberflächenstrukturen insbesondere diejenige der Welle leicht deformiert oder gar leicht zerspannt wird durch die Oberflächenstrukturierung der Ausnehmung des Nocken. Vor dem Aufziehen des Nocken auf die Welle werden die strukturierten Oberflächen mit einem aushärtbaren Klebstoff versehen. Dieser Klebstoff kann von der Art ein Mehrkomponentenklebstoff sein oder ein Klebstoff, der aushärtbar ist durch Wärme, UV oder andere bekannte Methoden. Vorteilhafterweise wird allerdings ein Klebstoff vorgesehen, der beim Aufziehvorgang zur Aushärtung unmittelbar aktiviert wird. Hierzu werden zwei Arten von Klebstoff bevorzugt. In der einen Art handelt es sich um Klebstoff, der mindestens zwei Komponenten aufweist. Dabei können die Komponenten durch Auftrag der einen Komponente auf die Oberfläche der Ausnehmung des Nockens und der anderen Komponente auf die Oberfläche der Welle aufgetragen sein. Dadurch erfolgt die Aktivierung genau beim Fügeprozess, wenn die beiden Komponenten des Klebstoffs sich am endgültigen Fügeort vermischen. In der anderen Art ist der Klebstoff selbst in sehr kleine Kügelchen eingekapselt, die auf die Oberfläche in einer Masse aufgestrichen werden und beim Auftreten von Druckkräften aufplatzen. Damit wird der eigentliche Klebstoff und die entsprechenden chemischen Reaktionen freigegeben, so dass die Verklebung bzw. Verkittung erfolgt. Auch hier erfolgt durch die Verpressung der beiden Komponenten genau am endgültigen Fügeort die Aktivierung des Klebstoffes, hier durch Freigabe des Klebstoffes aus den sehr kleinen Kügelchen.

[0009] Durch das erfindungsgemässe Vorgehen wird nicht nur eine mechanische Pressverbindung der No-

cken mit der Welle erzeugt, sondern zusätzlich durch das Füllen der verbleibenden Zwischenräume zwischen Nocken und Welle mit einem Klebstoff wird eine Verkittung der Teile erzielt, welche einen besseren Kraft- und Formschluss der Teile ermöglicht, mit dem Ergebnis, dass eine hohe Festigkeit der Verbindung ermöglicht wird. Der ausgehärtete Kitt ermöglicht somit die Übertragung eines Drehmomentes. Der verwendete Klebstoff sollte hierzu nicht schrumpfende Eigenschaften aufweisen, sondern mit Vorteil beim Aushärtvorgang leicht expandieren. Die erfindungsgemässe Ausbildung der Verbindung ermöglicht nun, die zu verbindenden Teile mit ihren strukturierten zu verpressenden Oberflächen derart zu dimensionieren, dass wesentlich geringere Kräfte zur Verpressung notwendig sind als dies bisher üblich war. Dadurch wird es erst möglich, Nocken präziser und mit weniger Deformation aufzuziehen. Somit ist es auch möglich filigrane Nocken, wie beispielsweise leicht deformierbare dünne Blechnocken aufzubringen mit der geforderten Endpräzision und geringen Füge Spannungen. Hiermit kann auch der teure Nachbearbeitungsaufwand minimiert werden oder gar ganz eliminiert werden. In gewissen Fällen kann es vorteilhaft sein wenn der Kitt Die Zwischenräume nicht vollständig ausfüllt und bewusst Hohlräume bestehen bleiben. Diese Hohlräume können dann beispielsweise einen bestimmten Ölfluss bzw. ein Kriechen von Öl für Schmierzwecke durch die Verbindung erlauben. In diesem Fall kann der Auftrag des Klebstoffes einfach durch gegenüber liegende Walzen erfolgen, so dass das Rohr nicht auf dem gesamten Umfang eingestrichen wird.

[0010] Die Erfindung wird nun beispielsweise mit schematischen Figuren beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Abschnitt einer Nockenwelle mit zwei Nocken in dreidimensionaler Darstellung
- Fig. 2 ein Querschnitt eines Nockens für eine Nockenwelle nach Fig. 1
- Fig. 3 eine Seitenansicht eines Teilabschnittes einer Welle mit strukturiertem Oberflächenbereich, wo ein Nocken positioniert und fixiert werden soll
- Fig. 4 eine Seitenansicht des Teilbereiches einer Welle nach Fig. 3 mit aufgezogenem Nocken und erfindungsgemässer Verkittung der Räume zwischen den strukturierten Oberflächen

[0011] Ein Teilabschnitt einer zusammengebauten erfindungsgemässen Nockenwelle ist in dreidimensionaler schräger Aufsicht in Fig. 1 gezeigt. Die Welle 1 besteht vorzugsweise aus einem rohrförmigen Körper und die Nocken 2 sind auf die Welle 1 auf die gewünschte Position aufgezo gen und fixiert. Sowohl die Welle 1 wie auch die Welle 2 sind aus einem duktilen Material gefertigt, wobei mindestens eines der beteiligten Teile aus einem

Metall, vorzugsweise beide der beiden Teile, aus einem Metall wie Stahl oder legiertem Stahl besteht. Um den Nocken 2 auf eine Welle 1 aufschieben zu können, weist dieser eine Ausnehmung 4 auf mit einem Grundkreisdurchmesser A, wie dies im Querschnitt in Fig. 2 dargestellt ist. An der nach innen gerichteten Oberfläche dieser Ausnehmung 4 ist eine Strukturierung vorgesehen, welche vorzugsweise in Achsrichtung 3 der Welle 1 ausgebildet ist, und welche aus mindestens einem Vorsprung 5 besteht. Vorteilhafterweise werden mehrere Vorsprünge 5 an der Oberfläche der Ausnehmung 4 angeordnet und mit Vorteil auf deren Kreisumfang verteilt. Die Oberfläche 5' der strukturierten Ausnehmung 4 gebildet aus den Vorsprüngen 5 umschliessen den Kreisdurchmesser A1, welcher gegenüber dem Durchmesser A der Ausnehmung 4 kleiner ist. Eine solche strukturierte Oberfläche 5, 5' wird beispielsweise durch ein Räumverfahren hergestellt. Es ist dann ohne weiteres möglich, die Anzahl der Vorsprünge 5 derart zu erhöhen, dass die Oberfläche der Ausnehmung 5 in Form einer Art Innenverzahnung erzeugt werden kann. Zwischen den Vorsprüngen 5 beziehungsweise der Innenverzahnung, welche die Oberflächenstrukturierung darstellen, bildet sich ein Strukturzwischenraum 7 aus.

[0012] Auf der Gegenseite wird die Oberfläche der Welle 1 mindestens in Teilbereichen, wo ein Nocken 2 fixiert werden soll, etwa auf die Breite des zu fixierenden Nockens eine Oberflächenstruktur 6 auf die Welle 1 aufgebracht. Der äussere Durchmesser D1 der strukturierten Wellenoberfläche 6 soll etwas grösser sein, als der ursprüngliche danebenliegende Wellendurchmesser D. Die strukturierte Oberfläche 6 der Welle 1 soll vorteilhafterweise durch Materialverdrängung ausgebildet werden, wie insbesondere mit einem Rändelverfahren, Walzen oder auch mit Polieren.

[0013] Der Nocken 2 wird zur Fixierung auf die Welle 1 an die entsprechende Position aufgezo gen und dadurch als Vorfixierung verpresst. Da der Durchmesser D1 der strukturierten Wellenoberfläche 6 etwas grösser ist als der Durchmesser A1 der strukturierten Oberfläche 5' der Ausnehmung 4 des Nocken 2, muss das Aufziehen des Nocken 2 auf die Welle 1 mit entsprechendem Kraftaufwand erfolgen, um eine Verpressung und damit eine Vorfixierung des Nockens 2 auf der Welle 1 zu erzielen. Bei diesem Vorgang werden mindestens Teile der einen und / oder anderen strukturierten Oberfläche 6, 5' zumindest elastisch deformiert. Auch ist es möglich, wenn auch nicht bevorzugt, dass bei diesem Vorgang teilweise etwas vom Material der Oberflächenstrukturen zerspannt wird. Um den Vorgang zu Erleichtern, kann an einer Seite der Ausnehmung 4 des Nocken 2 eine Einführfase angebracht werden. Mindestens eine der beiden strukturierten Oberflächen 6, 5' der Welle 1 und der Ausnehmung 4 des Nocken 2 werden mit einem aushärtbaren Klebstoff vor dem Aufziehen des Nocken 2 belegt. Somit sind die Strukturzwischenräume der Oberflächenstrukturen 6, 5' der Welle 1 und der Nockenausnehmung 4 mit einem fliessenden Klebstoff aufgefüllt. Nach dem Auf-

pressen des Nocken 2 auf die Welle 1 sind somit die verbleibenden Strukturzwischenräume 7, 8 der strukturierten Oberflächen 6, 5' ebenfalls mit Klebstoff verfüllt, wie dies in Fig. 4 im Querschnitt dargestellt ist. Durch die Vorfixierung des Nockens 2 auf der Welle 1 wird der Klebstoff entsprechend aktiviert, wie das bereits oben beschrieben wurde.

[0014] Der Klebstoff sollte nach der Aushärtung keine Schrumpfung aufweisen. Es ist besser, einen Klebstoff zu verwenden, der nach der Aushärtung mindestens leicht expandiert. Dadurch wird sichergestellt, dass ein guter Form- und Kraftschluss der Verbindung erzeugt wird und der Nocken 2 auf der Wellenoberfläche gut abgestützt ist.

[0015] Hierbei werden gute Resultate bezüglich verkitten der Strukturzwischenräume 7, 8 erzielt, wenn der Klebstoff ein Komponentenklebstoff ist, wie beispielsweise ein Zweikomponentenklebstoff. Für den Fall, dass ein Komponentenklebstoff aus zwei Komponenten verwendet wird, wird auf die strukturierte Oberfläche 6 der Welle 1 eine Komponente aufgetragen und auf die strukturierte Oberfläche 5 der Ausnehmung 4 des Nockens 1 die andere Komponente des Klebstoffs aufgetragen. Wenn die beiden Komponenten durch die Vorfixierung des Nockens 2 auf der Welle 1 in Verbindung gebracht werden, vermischen sich die beiden Komponenten, beispielsweise durch Diffusion, und der Klebstoff ist aktiviert, heisst kann seine Wirkung als Klebstoff entfalten.

[0016] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn ein Klebstoff verwendet wird, der beim Aufziehvorgang durch die mechanisch einwirkenden Presskräfte aktiviert wird. Hierbei wird mit Vorteil ein Klebstoff verwendet, der eingebettet in die flüssige Masse in kleine neutrale Kügelchen eingeschlossen ist, die bei Einwirken der Druckspannung zerdrückt werden und damit den Klebstoff für die Reaktion freisetzen. Dabei können die Flüssige Masse und der in die neutralen Kügelchen eingeschlossene Klebstoff auch zwei Komponenten eines Komponentenklebstoffes sein.

Eine weitere Möglichkeit besteht auch darin, die Aushärtung des Klebstoffes durch Einwirkung von Temperatur zu erzielen. Mit der Kombination der vorerwähnten Aushärtmöglichkeiten sind zusätzliche Vorteile in Bezug auf Steuerung des Aushärtvorganges erzielbar.

[0017] Die gewünschte Expansion des Klebstoffes kann auch durch die Einlagerung von Bestandteilen der Umgebungsatmosphäre, insbesondere der Wasserdampfpartikel der Luftfeuchtigkeit in den Klebstoff nach der Aktivierung erfolgen.

[0018] Grundsätzlich kann auch auf die Aktivierung des Klebstoffs durch die Vorfixierung verzichtet werden und der Klebstoff quasi von vorne herein aktiv sein. Das hat jedoch den Nachteil, dass die Fügeoperation innerhalb sehr kurzer Zeit nach Auftrag des Klebstoffes erfolgen muss und die Gefahr von ungenügenden Festigkeiten und Fehlorientierungen der Verbindung steigt.

[0019] Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es nun möglich, die Verpresskräfte durch Dimensionierung

der mechanischen Verpressung derart vorzugeben, dass nur noch geringe Verpressungskräfte notwendig sind, womit nun ein schonendes Fügeverfahren für Nocken 2 auf eine Welle 1 möglich ist. Die Dimensionierung der Oberflächenstrukturen 5, 6 abhängig von den verwendeten Materialien und den ineinander zu verwirkelnden Durchmessern D1, A1 der strukturierten Oberflächen 5, 6 können nun derart gewählt werden, dass wesentlich kleinere Aufpresskräfte notwendig sind, als bis anhin, nämlich weniger als 8 kN. Besonders vorteilhaft werden Aufpresskräfte vorgegeben von weniger als 5 kN. Entsprechend der vorliegenden Erfindung werden durch die Verkittung der Strukturzwischenräume 7, 8 trotzdem mechanisch stark belastbare Verbindungen der Nocken 2 mit der Welle 1 erzielt. Der wesentliche Vorteil hierbei besteht darin, dass die Nocken wesentlich weniger deformiert werden müssen, um die gleiche Festigkeit der Verbindung zu erzielen. Es können dadurch auch sehr empfindliche Nocken wie vorzugsweise Blechnocken und auch schmale Nocken mit geringer Deformation beziehungsweise Verzug an der Welle 1 angeordnet werden.

[0020] Weiterhin ist auch der Einsatz von Sinternocken möglich. In allen Fällen können die Nocken entgegen der bisherigen Praxis vor der Montage durchgehärtet sein, was als Schüttgut besonders kostengünstig ist. Die Dimensionierung der mechanischen Verpressung wird ausserdem mit Vorteil derart vorgenommen, dass der Innendurchmesser A der Ausnehmung 4 des Nockens 2 in einem Bereich von 0,05 % bis 0,5 % des Durchmessers durch das Aufpressen aufgeweitet ist. Durch das erfindungsgemässe Vorgehen kann allerdings das Aufweiten bevorzugterweise noch weiter reduziert werden, nämlich auf 0,1 % bis 0,2 % des Innendurchmessers A der Ausnehmung 4 des Nockens 2. Durch die wesentlich geringeren Aufziehkräfte können nun auch Nocken fixiert werden mit wesentlich geringeren Bundstärken, beispielsweise von weniger als 4 mm Stärke im Grundkreisbereich.

Patentansprüche

1. Nockenwelle für Verbrennungskraftmaschinen mit einer Welle (1) mit einem Außendurchmesser (D) und mindestens einem auf die Welle (1) verbindend aufgeschobenen Nocken (2), der eine Ausnehmung (4) mit dem Durchmesser (A) aufweist und diese Ausnehmung (4) eine erste radial nach innen erhabene strukturierte Oberfläche (5) aufweist mit einem Innendurchmesser (A1), bestehend aus mindestens einem Vorsprung (5), welche Strukturzwischenräume (7) bildet, wobei die Welle (1) mindestens abschnittsweise in Bereichen, an denen ein Nocken (2) angebracht ist, eine zweite erhabene Strukturierung (6) mit Strukturzwischenräumen (8) aufweist mit dem vergrößerten Wellendurchmesser (D1), und dass der Nocken (2) mit seiner strukturier-

- ten Oberfläche (5) der Ausnehmung (4) auf die strukturierte Oberfläche (6) der Welle (1) derart aufgeschoben ist, dass mindestens Teilbereiche der einen (5) und /oder der anderen (6) der Oberflächenstrukturen (5,6) zumindest elastisch deformiert und/oder zerspannt ineinander verpresst sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume zwischen dem Nocken (2) und der Welle (1), gebildet aus den Zwischenräumen (7, 8) der beiden verpressten, strukturierten Oberflächen (5, 6) mit einem aushärtbaren Klebstoff oder Kitt (10) im wesentlichen zumindest formschlüssig verkittet sind und dass der Klebstoff (10) nach der Aushärtung expandiert ist.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgehärtete Klebstoff oder Kitt (10) durch den Formschluss ein Drehmoment übertragen kann.
3. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strukturierte Oberfläche (5') der Ausnehmung (4) des Nocken (2) eine geräumte Struktur (5) ist und diese Struktur (5) vorzugsweise aus mehreren Vorsprüngen (5) besteht und diese am Umfang der Ausnehmung (4) verteilt angeordnet sind.
4. Nockenwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strukturierte Oberfläche (6) der Welle (1) durch Materialverdrängung ausgebildet ist, vorzugsweise gerändelt, gewalzt oder insbesondere rolliert ist.
5. Nockenwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Klebstoff (10) nach der Aushärtung keine Schrumpfung aufweist.
6. Nockenwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Klebstoff (10) ein Komponentenklebstoff ist.
7. Nockenwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nocken (2) auf die Welle (1) vor der Aushärtung des Klebstoffes (10) mit einer Kraft von weniger als 8 kN aufgepresst ist.
8. Nockenwelle nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nocken (2) auf die Welle (1) vor der Aushärtung des Klebstoffes (10) mit einer Kraft von weniger als 5 kN aufgepresst ist.
9. Nockenwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser (A) der Ausnehmung (4) des Nockens (2) um 0,05% bis 0,5%, bevorzugt um 0,1% bis 0,2% durch das aufpressen oder /und im Ergeb-

nis der Fügeoperation einschließlich der Expansion der Klebstoffes (10) aufgeweitet ist.

10. Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle für Verbrennungskraftmaschinen mit einer Welle (1) mit einem Außendurchmesser (D) und mindestens einem auf die Welle verbindend aufgeschobenen Nocken (2), der eine Ausnehmung (4) mit dem Durchmesser (A) aufweist und diese Ausnehmung (4) eine erste radial nach innen erhabene strukturierte Oberfläche (5) aufweist mit einem Innendurchmesser (A1), bestehend aus mindestens einem Vorsprung (5), welche Strukturzwischenräume (7) bildet, wobei die Welle (1) mindestens abschnittsweise in Bereichen wo ein Nocken (2) angebracht ist, eine zweite erhabene Strukturierung (6) mit Strukturzwischenräumen (8) aufweist mit dem vergrößerten Wellendurchmesser (D1), und dass der Nocken (2) mit seiner strukturierten Oberfläche (5) der Ausnehmung (4) auf die strukturierte Oberfläche (6) der Welle (19) derart aufgeschoben wird, dass mindestens Teilbereiche der einen (5) und /oder der anderen (6) der Oberflächenstrukturen (5, 6) zumindest elastisch deformiert und /oder zerspannt ineinander verpresst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume zwischen dem Nocken (2) und der Welle (1), gebildet aus den Zwischenräumen (7, 8) der beiden verpressten, strukturierten Oberflächen (5, 6) mit einem aushärtbaren Klebstoff oder Kitt (10) im wesentlichen zumindest formschlüssig verkittet werden und dass ein Klebstoff (10) verwendet wird, der nach der Aushärtung expandiert ist.

Claims

1. Camshaft for internal combustion engines, comprising a shaft (1) with an outside diameter (D) and at least one cam (2), which has been pushed onto the shaft (1) in a connecting manner and has a clearance (4) with the diameter (A), and this clearance (4) comprises a first radially inwardly raised structured surface (5) with an inside circle diameter (A1), consisting of at least one projection (5), which forms structure interspaces (7), wherein the shaft (1) comprises at least in certain portions, in regions at which a cam (2) is attached, a second raised structuring (6) with structure interspaces (8), with the increased shaft diameter (D1), and that the cam (2) has been pushed with its structured surface (5) of the clearance (4) onto the structured surface (6) of the shaft (1) in such a way that at least subregions of the one (5) and/or the other (6) of the surface structures (5, 6) are at least elastically deformed and/or pressed machined in one another, **characterized in that** the gaps between the cam (2) and the shaft (1), formed by the interspaces (7, 8) of the two pressed, structured surfaces (5, 6), have been cemented substantially at

least in an interlocking manner with a curable adhesive or cement (10) and **in that** after curing the adhesive (10) is in an expanded state.

2. Camshaft according to Claim 1, **characterized in that** the interlocking allows the cured adhesive or cement (10) to transfer a torque. 5
3. Camshaft according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the structured surface (5') of the clearance (4) of the cam (2) is a broached structure (5) and this structure (5) preferably consists of multiple projections (5) and these are arranged in a distributed manner on the circumference of the clearance (4). 10 15
4. Camshaft according to one of the preceding claims, **characterized in that** the structured surface (6) of the shaft (1) is formed by material displacement, preferably is knurled, rolled or in particular roller-burnished. 20
5. Camshaft according to one of the preceding claims, **characterized in that** after curing the adhesive (10) has no shrinkage. 25
6. Camshaft according to one of the preceding claims, **characterized in that** the adhesive (10) is a component adhesive. 30
7. Camshaft according to one of the preceding claims, **characterized in that** before the curing of the adhesive (10) the cam (2) has been pressed onto the shaft (1) with a force of less than 8 kN. 35
8. Camshaft according to Claim 7, **characterized in that** before the curing of the adhesive (10) the cam (2) has been pressed onto the shaft (1) with a force of less than 5 kN. 40
9. Camshaft according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inside diameter (A) of the clearance (4) of the cam (2) has been widened by 0.05% to 0.5%, preferably by 0.1% to 0.2%, by the pressing on and/or as a result of the joining operation, including the expansion of the adhesive (10). 45
10. Method for producing a camshaft for internal combustion engines, comprising a shaft (1) with an outside diameter (D) and at least one cam (2), which has been pushed onto the shaft in a connecting manner and has a clearance (4) with the diameter (A), and this clearance (4) comprises a first radially inwardly raised structured surface (5) with an inside circle diameter (A1), consisting of at least one projection (5), which forms structure interspaces (7), wherein the shaft (1) comprises at least in certain portions, in regions where a cam (2) is attached, a 50

second raised structuring (6) with structure interspaces (8), with the increased shaft diameter (D1), and that the cam (2) has been pushed with its structured surface (5) of the clearance (4) onto the structured surface (6) of the shaft (19) in such a way that at least subregions of the one (5) and/or the other (6) of the surface structures (5, 6) are at least elastically deformed and/or pressed machined in one another, **characterized in that** the gaps between the cam (2) and the shaft (1), formed by the interspaces (7, 8) of the two pressed, structured surfaces (5, 6), are cemented substantially at least in an interlocking manner with a curable adhesive or cement (10) and **in that** an adhesive (10) which after curing is in an expanded state is used.

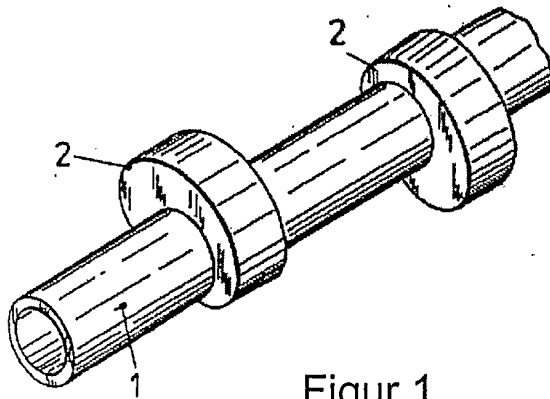
Revendications

1. Arbre à cames pour moteurs à combustion interne comprenant un arbre (1) avec un diamètre extérieur (D) et au moins une came (2) poussée pour la raccorder sur l'arbre (1), qui présente un évidement (4) de diamètre (A), et cet évidement (4) présentant une première surface (5) structurée rehaussée radialement vers l'intérieur avec un diamètre de cercle intérieur (A1), constituée d'au moins une saillie (5) qui forme des espaces intermédiaires de structuration (7), l'arbre (1), au moins en partie dans des régions au niveau desquelles est montée une came (2), présentant une deuxième structuration rehaussée (6) avec des espaces intermédiaires de structuration (8) avec le diamètre d'arbre agrandi (D1), et en ce que la came (2) est poussée avec sa surface structurée (5) de l'évidement (4) sur la surface structurée (6) de l'arbre (1) de telle sorte qu'au moins des régions partielles de l'une (5) et/ou de l'autre (6) des structures de surface (5, 6) soient déformées au moins élastiquement et/ou soient pressées les unes dans les autres par usinage, **caractérisé en ce que** les cavités entre la came (2) et l'arbre (1), constituées des espaces intermédiaires (7, 8) des deux surfaces structurées pressées (5, 6), sont cimentées avec un adhésif ou un mastic (10) durcissable essentiellement au moins par engagement par correspondance de formes et **en ce que** l'adhésif (10) est dilaté après le durcissement. 35 40 45
2. Arbre à cames selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** couple peut être transféré à l'adhésif durci ou au mastic (10) durci par l'engagement par correspondance de formes. 50
3. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface structurée (5') de l'évidement (4) de la came (2) est une structure évidée (5) et cette structure (5) se compose de préférence de plusieurs saillies (5) et celles- 55

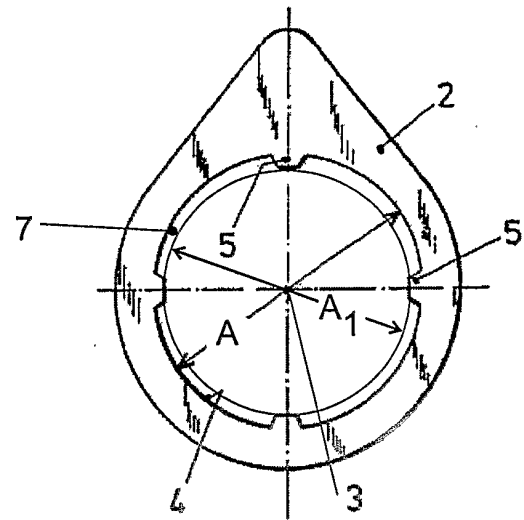
ci sont disposées de manière répartie sur la périphérie de l'évidement (4).

4. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface structurée (6) de l'arbre (1) est réalisée par refoulement de matière, de préférence est moletée, laminée ou notamment roulée. 5
5. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'adhésif (10) ne présente aucun retrait après le durcissement. 10
6. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'adhésif (10) est un adhésif à composants. 15
7. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la came (2) est pressée sur l'arbre (1) avant le durcissement de l'adhésif (10) avec une force inférieure à 8 KN. 20
8. Arbre à cames selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la came (2) est pressée sur l'arbre (1) avant le durcissement de l'adhésif (10) avec une force inférieure à 5 KN. 25
9. Arbre à cames selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le diamètre intérieur (A) de l'évidement (4) de la came (2) est élargi de 0,05 % à 0,5 %, de préférence de 0,1 % à 0,2 % par le pressage et/ou à la suite de l'opération d'assemblage incluant la dilatation de l'adhésif (10). 30
35
10. Procédé de fabrication d'un arbre à cames pour moteurs à combustion interne comprenant un arbre (1) avec un diamètre extérieur (D) et au moins une came (2) poussée pour la raccorder sur l'arbre, qui présente un évidement (4) de diamètre (A), et cet évidement (4) présentant une première surface (5) structurée rehaussée radialement vers l'intérieur avec un diamètre de cercle intérieur (A1), constituée d'au moins une saillie (5) qui forme des espaces intermédiaires de structuration (7), l'arbre (1), au moins en partie dans des régions au niveau desquelles est montée une came (2), présentant une deuxième structuration rehaussée (6) avec des espaces intermédiaires de structuration (8) avec le diamètre d'arbre agrandi (D1), et en ce que la came (2) est poussée avec sa surface structurée (5) de l'évidement (4) sur la surface structurée (6) de l'arbre (19) de telle sorte qu'au moins des régions partielles de l'une (5) et/ou de l'autre (6) des structures de surface (5, 6) soient déformées au moins élastiquement et/ou soient pressées les unes dans les autres par usinage, **caractérisé en ce que** les cavités entre la 40
45
50
55

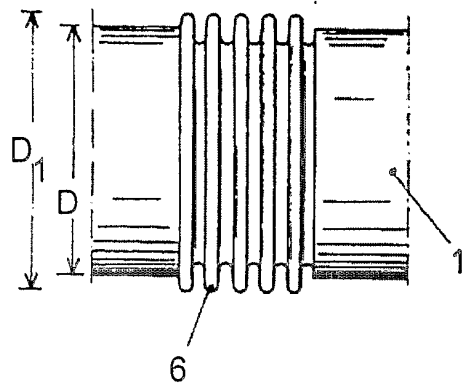
came (2) et l'arbre (1), constituées des espaces intermédiaires (7, 8) des deux surfaces structurées pressées (5, 6), sont cimentées avec un adhésif ou un mastic (10) durcissable essentiellement au moins par engagement par correspondance de formes et **en ce qu'un** adhésif (10) qui est dilaté après le durcissement est utilisé.



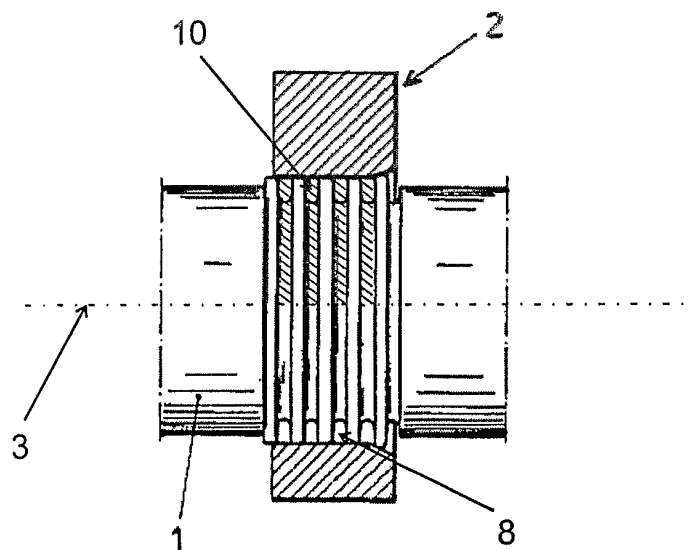
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

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

- EP 0340128 B1 [0002]
- US 4903543 A [0004]
- EP 0119112 A1 [0005]