

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 107 839 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**29.09.2004 Patentblatt 2004/40**

(21) Anmeldenummer: **00918679.2**

(22) Anmeldetag: **23.02.2000**

(51) Int Cl.7: **B21D 53/84**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2000/000536**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2000/051759 (08.09.2000 Gazette 2000/36)**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER NOCKENWELLE UND DANACH HERGESTELLTE NOCKENWELLE**

METHOD FOR PRODUCING A CAMSHAFT AND CAMSHAFT PRODUCED ACCORDING TO SAID METHOD

PROCEDE DE PRODUCTION D'UN ARBRE A CAMES ET ARBRE A CAMES AINSI PRODUIT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **03.03.1999 DE 19909184**

**09.07.1999 DE 19932810**

**09.02.2000 DE 10005690**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**20.06.2001 Patentblatt 2001/25**

(73) Patentinhaber: **SE Sächsische Elektronenstrahl GmbH**

**09117 Chemnitz (DE)**

(72) Erfinder:

• **FURCHHEIM, Bodo**  
**D-09127 Chemnitz (DE)**

• **LE THIEN, Hoang**  
**D-09212 Limbach-Oberfrohna (DE)**

(74) Vertreter: **Schneiders, Josef, Dipl.-Ing.**  
**Schneiders & Behrendt**  
**Rechtsanwälte - Patentanwälte,**  
**Huestrasse 23**  
**(Westfalenbankgebäude)**  
**44787 Bochum (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 3 941 718 DE-A- 19 617 593**  
**US-A- 4 660 269 US-A- 5 259 268**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no.**  
**269 (M-259), 30. November 1983 (1983-11-30) -&**  
**JP 58 148028 A (MASANOBU NAKAMURA), 3.**  
**September 1983 (1983-09-03)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 107 839 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Nockenwellen und eine nach diesem Verfahren hergestellte Nockenwelle. Vorzugsweise handelt es sich um Nockenwellen für Motoren für Kraftfahrzeuge, jedoch ist das Verfahren auch geeignet, um ähnliche Erzeugnisse, wie z.B. auf einer Welle angeordnete Kurvenscheiben herzustellen. Das sind Elemente, die eine Rotationsbewegung in Hubbewegung umsetzen, indem die Hubelemente auf rotierenden Scheiben mit unterschiedlicher Krümmung laufen und entgegen der Drehrichtung bewegt werden.

**[0002]** Es sind Nockenwellen bekannt, die aus einem Stück hergestellt, d.h. geschmiedet oder gegossen sind. Die Laufflächen der Nocken, die dem Verschleiß unterliegen, sind nach einer mechanischen spanenden Bearbeitung durch Laserstrahlen, Elektronenstrahlen oder WIG umgeschmolzen oder z.B. induktiv oder einem thermisch / chemischen Prozeß gehärtet. Danach erfolgt die weitere mechanische Behandlung. z.B. das Schleifen der Lager und der Nockenformen. Diese Nockenwellen haben den Nachteil, dass ihr Gewicht und die damit zu bewegendende Masse sehr hoch ist. Die hohe Masse der Nockenwelle wirkt sich nachteilig auf den Kraftstoffverbrauch aus. Ein weiterer Nachteil ist der hohe mechanische Aufwand bei der Bearbeitung des Rohlings.

**[0003]** Es ist weiterhin bekannt, Nockenwellen aus Einzelteilen herzustellen. Die einzelnen Nocken werden auf die Welle gebracht und mit ihr vorzugsweise durch Schweißen verbunden, aufgepreßt oder aufgeschumpft. Hierbei ist der Mangel des hohen Gewichts der massiven Kurvenscheiben aus einem Stück zwar beseitigt, denn die Welle kann eine Hohlwelle sein, jedoch ist der Aufwand der Herstellung noch sehr hoch.

**[0004]** In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist es auch bekannt, die einzelnen Nocken auf der Hohlwelle derart zu befestigen, indem die Hohlwelle nach dem Aufschieben der Nocken durch Einwirken von Druck aufgeweitet wird. Als Druckmedien werden bevorzugt Flüssigkeiten verwendet. Der Druck wird mittels Kolben oder Stempel erzeugt (DE 34 09 541 ; 35 21 206; US 4 660 269; 5 259 268). Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, dass die Herstellung der Einzelteile, insbesondere das Fügen, technologisch kompliziert ist und die Innenkontur der Nocken einschränkt.

**[0005]** Es ist weiterhin bekannt, Nockenwellen derart herzustellen, dass ein länglicher Hohlkörper, d.h. eine Hohlwelle durch Innenhochdruck - Umformverfahren (IHU-Verfahren genannt) Ausformungen als Nocken wirkend einzeln oder nacheinander oder gleichzeitig erzeugt werden (DE-A-196 17 593).

**[0006]** Entsprechend zweiteilige oder vierteilige Werkzeuge gewährleisten durch das Nachschieben der Hohlwelle in axialer Richtung, dass die Nocken in ihrer Lage definiert entstehen und eine einstückige Ausformung erfolgt (WO 97/46341).

**[0007]** Die nach diesem Verfahren hergestellte Nockenwelle ist jedoch mit dem Mangel behaftet, dass zwar die Herstellungskosten gegenüber den geschmiedeten oder zusammengesetzten Nockenwellen geringer sind, aber die Verschleißfestigkeit der Nockenfläche ist unzureichend. Es ist nicht möglich, mit einem Material, welches die Verschleißfestigkeit gewährleistet, das IHU - Verfahren auszuüben. Außerdem ist es nicht möglich bei geringem Abstand der Nocken auf der Welle, wie es in der Regel bei Kfz-Motoren erforderlich ist, eine ebene Lauffläche der Nocken zu erzeugen, denn an den Stellen des höchsten Umformgrades wird zwangsläufig das Material geschwächt, was die Festigkeit negativ beeinflusst.

**[0008]** Wird ein Material für die Hohlwelle verwendet, welches zur Verringerung dieser Mängel beiträgt, so läßt dieses zwar eine gute Verformung zu, aber die Härte bzw. Verschleißfestigkeit ist selbst durch einen nachfolgenden Härteprozeß nicht erreichbar. Gerade die Härte und Verschleißfestigkeit der Nocken ist aber Grundvoraussetzung für eine hohe Lebensdauer der Nockenwellen im Kfz-Motor. Es ist auch sehr schwer, wenn überhaupt möglich, im gesamten Bereich der Nockenwelle, d.h. der Welle selbst und speziell den Flanken und Spitzen des Nockens die notwendigen Materialdicken zu erreichen.

**[0009]** Es ist weiterhin bekannt, die Nockenbahn bildende Rohrabchnitte mit einer exzentrischen Profilierung herzustellen und diese unter Anwendung eines Pressitzverbundes zu verstärken. Die Herstellung des Nockens erfolgt durch Explosivumformung eines Rohres. Die einzelnen Nocken werden entsprechend zueinander versetzt auf der Nockenwelle befestigt (DD 243 223). Diese derzeit hergestellten Nockenwellen erfordern einen hohen Herstellungsaufwand und haben ein hohes Gewicht. Der plastische Umformprozeß ist nicht zeitabhängig steuerbar.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Nockenwellen zu schaffen, mit welchem durch Anwendung des bekannten Innenhochdruck - Umformverfahrens Nockenwellen herstellbar sind, die fest sind, geringe Durchbiegung aufweisen, hohe Torsionsfestigkeit besitzen und eine hohe Biegesteifigkeit in den Belastungsflächen auf der Nockenflanke und -spitze besitzen. Das Herstellungsverfahren soll einfach sein. Ein Aufbringen einer zusätzlichen Schicht, d.h. Verschleißschuttschicht in einem weiteren Prozeßschritt soll entfallen, ebenso wie aufwendige mechanische Nacharbeiten. Der Materialeinsatz soll gering sein. Die Anzahl der erforderlichen Einzelteile für die gesamte Nockenwelle soll gegenüber bekannten Fertigungsverfahren für Nockenwellen reduziert sein.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe nach den Merkmalen des Anspruches 1 und 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 7 und 9 bis 17 beschrieben.

**[0012]** Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass

in einem getrennten Verfahren entsprechend harte und verschleißfeste Tragringe mit geringer Wanddicke und der endgültigen Form des Nockens hergestellt werden, diese Tragringe durch Innenhochdruck - Umformen (IHU genannt) in ein IHU - Werkzeug eingelegt und durch das IHU - Werkzeug und in das Rohr eingeleitete axiale Kräfte in Verbindung mit über ein Druckmedium erzeugte Innenkräfte eine ein - oder zweistufige Umformung des Rohres zur Nockenwelle erfolgt.

**[0013]** Mit Beendigung des Umformprozesses erfolgt die kraft - und formschlüssige Verbindung des Nockens mit dem Tragring. An den Enden der Nockenwelle sind an sich bekannte Lagerelemente angeordnet, die in an sich bekannter Weise befestigt werden.

**[0014]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird in einer Verfahrensstufe, die dem vorgenannten Verfahren vorangestellt ist, ein Rohr aus einem Werkstoff, der die erforderlichen Eigenschaften für die Verformung und mechanischen Anforderungen erfüllt, durch das bekannte Kneten, auch Rollkneten genannt, oder das Anstauchen, derart verformt, dass das Rohr ganz oder teilweise oder nur die Nockenwellenenden plastisch umgeformt, also z.B. abgestreckt und / oder angedickt werden. An den Enden werden so Formelemente für Antriebs - und Steuerelemente, z.B. der Sitz für Zahnräder geschaffen. In der folgenden o. g. Verfahrensstufe wird durch das IHU - Verfahren das Rohr in dem Bereich, indem die Nocken angeordnet sind, aufgeweitet, wobei vorher in das IHU - Werkzeug die Tragringe entsprechend der Positionen der Nocken eingelegt werden.

**[0015]** Bei Nocken, die sehr spitz verlaufen tritt, wenn die Tragringe eine gleiche Wanddicke haben der Nachteil auf, dass das Rohr einem hohen Umformgrad unterliegt und unter Umständen ein mehrstufiger Umformprozeß erforderlich ist. Damit steigen die Herstellungskosten bei sinkender Produktivität. Weiterhin existieren außerhalb der Nockenwelle im Zylinderkopf Störkonturen zwischen bzw. neben den Nocken. Durch sie wird der zur Verfügung stehende Bauraum begrenzt und der IHU - Prozeß erschwert. Diese Einschränkung ist, wenn überhaupt, nur durch einen komplizierten, mehrstufigen IHU - Prozeß zu beseitigen. Das wiederum erfordert hohe Herstellungskosten. Daher besteht eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens, bzw. der danach hergestellten Welle darin, dass die Tragringe, die in einem getrennten Verfahren hergestellt werden, außen der funktionsbedingten Kontur entsprechen und im Innern einen etwas größeren Durchmesser als das Rohr aufweisen. Die Wandstärke des Tragringes ist nicht gleichmäßig dick, sondern weist im Bereich der Nockenspitze eine größere Dicke auf. Das bedeutet, der Tragring hat als Nocken eine variable Dicke und die Innenkontur ist kein Kreis.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren besteht im Wesentlichen darin, dass zwei oder mehrere bekannte moderne Fertigungsverfahren miteinander kombiniert werden.

**[0017]** Es ist vorteilhaft, mindestens eine Rille radial in den Tragring einzubringen, um das seitliche Verschieben des Tragringes zu verhindern, indem bei der Druckeinwirkung sich diese Rille mit Material der Welle ausfüllt.

**[0018]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, dass Antriebs - und / oder Steuerelemente auch durch das IHU - Verfahren auf der Welle befestigt werden. Ebenso können Lagerflächen auch durch Aufweiten des Rohres durch das IHU - Verfahren erzeugt werden. Besonders die infolge des plastischen Verformungsprozesses entstehende Kaltverfestigung des Rohrmaterials ist vorteilhaft.

**[0019]** Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Nockenwelle ist durch die hohlen Nocken und sehr dünnwandigen Tragringe im Gewicht sehr leicht und besitzt eine hohe Steifigkeit. Es besteht der Vorteil, dass die Tragringe nicht oder nur wenig mechanisch nachzuarbeiten sind. Ihre Härte ist entsprechend den Anforderungen bereits gegeben, was das sonst übliche nachträgliche Härten, z.B. das Induktionshärten oder Umschmelzhärten in einem Vakuumprozeß erspart.

**[0020]** Durch die weitere Ausgestaltung des Verfahrens tritt ein zusätzlicher Vorteil ein, indem das Rundkneten oder Stauchen in Verbindung mit dem IHU - Verfahren im Gegensatz zu allen bekannten Herstellungsverfahren einen sehr geringen Fertigungsaufwand und damit auch geringe Kosten erfordert. Diese werden vor allem dadurch noch vermindert, dass die Anzahl der getrennt zu fertigenden und anschließend zu fügenden Einzelteile sehr gering ist. Durch die Fertigung gemäß der Erfindung entfallen Fehlerquellen, die durch das bisherige Fügen von Endstücken auftreten konnten. Ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens besteht auch darin, dass durch den Knetprozeß Funktionselemente herstellbar sind, die in ihrer Geometrie, Maßhaltigkeit und Oberflächengüte und eine sehr geringe mechanische Nacharbeit erfordern. Es bedarf oft nur eines Schleifprozesses zur Fertigstellung.

**[0021]** Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Nockenwelle besteht aus einer geringen Zahl von Einzelteilen. Mit Beendigung des Umformprozesses sind die Nockenringe kraft - und formschlüssig mit der Welle verbunden.

**[0022]** Es ist auch vorteilhaft, den Tragring an der dem Rohr zugewandten Seite ein - oder beidseitig mit Fasen zu versehen. Dadurch wird auch das seitliche Verschieben auf der Welle verhindert.

**[0023]** Eine vorteilhafte Ausführung der Tragringe besteht darin, dass der Tragring gegenüber dem Stand der Technik aus Kunststoffen oder Sinterwerkstoffen besteht. Diese Materialien bieten den Vorteil der einfachen Fertigung bei niedrigen Herstellkosten.

**[0024]** Desweiteren können Keramikwerkstoffe zum Einsatz kommen. Sie haben den Vorteil bei höchsten Verschleißfestigkeiten und geringstem Gewicht damit die leichteste Nockenwelle herzustellen.

**[0025]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Nockenwelle besteht darin, dass das Rohr aus Aluminium oder Titan besteht. Dadurch wird die Nockenwelle sehr leicht.

**[0026]** An zwei Ausführungsbeispielen wird die Erfindung beschrieben. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

- Fig.1: einen Längsschnitt durch eine fertige Nockenwelle,  
 Fig.2: einen Querschnitt durch einen Nocken auf der Welle,  
 Fig.3: einen Ausschnitt als Längsschnitt durch einen Nocken auf der Welle.  
 Fig.4: eine Nockenwelle mit durch Rundkneten / Stauchen verformten Enden  
 Fig.5: eine Nockenwelle mit Tragringen variabler Dicke im Schnitt

**[0027]** Die Fig. 1 bis 3 zeigen die Herstellung einer Nockenwelle nach dem IHU - Verfahren.

**[0028]** An einem dünnwandigen Rohr 1 aus einem gut verformbaren Material wird durch IHU-Verformung in einer Preßform die Nockenwelle konturennah hergestellt; d.h. die Stellen, wo eine Nocke 2 ihren Sitz hat wird entsprechend den Abmessungen der Nocke 2 und ihre Lage ausgeformt. Die Welle mit ihrem Nocken 2 ist ein einziger Hohlkörper. In einem bekannten Prozeß werden unabhängig Tragringe 3, wie aus Fig.2 und 3 ersichtlich hergestellt. Dazu z.B. wird ein Rohr aus verschleißfestem Material so profiliert, dass die endgültige Form des Tragringes 3 (Nockens) gegeben ist und gehärtet. Das zur Nockenwelle umzuformende vorgefertigte Rohr 1 wird durch die Tragringe 3 geschoben und gemeinsam mit ihnen in das geöffnete Umformwerkzeug eingelegt. Alle Einzelteile sind auf diese Weise lagefixiert. Das Umformwerkzeug wird axial geschlossen und radial kann die Krafteinleitung zur Umformung einsetzen. Die Krafteinleitung beginnt mit einer definierten axialen Kraft auf das Rohr 1 und /oder das Werkzeug, unterstützt von einem definierten Innendruck im Rohr 1. Nach dem vollständigen Schließen des Werkzeuges axial und radial erfolgt mit einem reinen IHU-Prozeß das form- und kraftschlüssige Verbinden von Rohr 1 und Tragring 3. Auf das Ende des Rohres 1 sind Lager - oder Antriebselemente 5 in bekannter Weise aufgebracht. Es ist auch möglich, diese durch den IHU - Prozeß auf dem Rohr 1 zu befestigen.

**[0029]** Es ist auch möglich im Innern des Tragringes 3 radial eine Rille 4 einzubringen, wodurch der Halt auf dem Nocken 2 verbessert wird, indem diese Rille 4 sich mit dem Material des Rohres 1 ausfüllt. Möglich ist es auch, den Tragring 3 am Innendurchmesser mit Phasen zu versehen, die sich beim abschließenden IHU - Prozeß mit Material füllen.

**[0030]** An einem weiteren Beispiel wird die Herstellung einer Nockenwelle durch das IHU - Verfahren in Kombination mit dem Knetverfahren gemäß Fig. 4 be-

schrieben.

**[0031]** Das Rohr 1 aus einem gut verformbaren Material wird an seinen Enden durch Rundkneten oder Stauchen verdickend verformt. Auf einer Seite wird dadurch sein Innendurchmesser  $D_i$  verringert und sein Außendurchmesser  $D_A$  hergestellt, so dass eine die Nockenwelle verstärkende Zone 6 entsteht. Am äußersten Ende entsteht ein Funktionselement 7, dessen Sitz durch Schleifen auf sein Endmaß gebracht wird. Am anderen Ende wird ebenfalls durch Kneten oder Stauchen, zugleich mit dem Kneten des bereits beschriebenen Endes ebenfalls der Innendurchmesser  $D_i$  verringert und ein weiteres Funktionselement 7 (Lagersitz, Steuernocken usw) geschaffen. Im folgenden Verfahrensschnitt wird auch der Bund 8 mit angestaucht, der zum Anflanschen anderer Aggregate erforderlich ist.

Nach der ersten Verfahrensstufe werden die in einem getrennten Verfahren hergestellten Tragringe 3, die der Form der Nocken entsprechen und das Kettenrad (nicht gekennzeichnet) kraft - und formschlüssig durch IHU - Verfahren angebracht.

Dazu werden die Tragringe 3 und das Kettenrad in das IHU - Werkzeug eingelegt.

**[0032]** In Fig. 5 ist eine Ausführungsform der Nockenwelle gezeigt, bei der der Tragring 3 eine unterschiedliche Dicke besitzt.

**[0033]** Das Rohr 1 aus einem gut verformbaren Material hat einen Außendurchmesser  $d_a$ . Der Tragring 3 aus Sintermetall hat außen die funktionsbedingte Form und ist innen kein Kreis. Sein Innendurchmesser  $D_i$  ist etwas größer als der Außendurchmesser  $d_a$  des Rohres 1. Die Dicke des Tragringes 3 ist nicht konstant. Die Höhe A, die entstehen würde wenn man von einer konstanten Tragringdicke ausgeht, ist größer als die Höhe A' der maximalen Verformung des Rohres 1, und somit ist der Radius  $R_i'$  im Bereich der Verformung des Rohres 1 größer gegenüber  $R_i$  bei angenommener gleichen Dicke c des Tragringes 3. In diesem Bereich ist die Dicke c' des Tragringes 3 größer und verläuft in die konstante Dicke c.

**[0034]** Wenn auch der Tragring 3 in dieser Form in seiner Herstellung geringfügig teurer ist, so überwiegen die verringerten Kosten für den IHU - Prozeß, der einstufig möglich wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle aus einem Rohr (1), welches durch Einwirkung axialer Kräfte und einem Mediums unter hohem Innendruck verformt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem getrennten Verfahren hergestellte, der Nockenkontur der erforderlichen Härte, Festigkeit und Verschleißfestigkeit entsprechende Tragringe (3) gemeinsam mit dem umzuformenden Rohr (1) in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug einge-

legt werden und daß durch Einwirkung von Axialkräften und eines Mediums unter Innenhochdruck durch Aufweiten des Rohres (1) Nocken (2) ausgebildet und die Tragringe (3) kraft- und formschlüssig auf den Nocken (2) befestigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Verfahrensschritt vor dem Innenhochdruck - Umformen Bereiche, vorzugsweise Enden des Rohres (1) die außerhalb des Bereiches sind, in denen die Nocken (2) ihren Sitz haben derart geknetet und / oder gestaucht werden, dass diese aufgedickt und / oder abgestreckt werden und dabei andere Funktionselemente gebildet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Nockenwellenenden in dem ersten Verfahrensschritt vor dem Innenhochdruck - Umformen Lagerflächen und die späteren Bereiche in denen die Nocken (2) ihren Sitz haben durch Rundkneten erzeugt werden, indem der Durchmesser in diesem Bereich auf ein gewünschtes Maß reduziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Nocken (2) Lagerflächen durch Innenhochdruck - Umformen durch Aufweiten des Rohres (1) erzeugt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragringe (3) vor dem Einlegen in das Innenhochdruck - Umformwerkzeug in bekannter Weise gehärtet werden.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in einem getrennten Verfahren hergestelltes Zahn - oder Kettenrad in das Innenhochdruck - Umformwerkzeug eingelegt wird und durch das Innenhochdruck - Umformen kraft - und / oder formschlüssig verbunden wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Herstellen der verdickten oder verjüngten Enden der Nockenwelle durch Rundkneten in einem diesem Verfahrensschritt integrierten zusätzlichen Verfahrensschritt eine Innenverzahnung und / oder ein Gewinde hergestellt wird.

8. Nockenwelle, hergestellt nach Anspruch 1, welche ein Rohr (1) und mit dem Rohr (1) verbundenen Funktionselementen, insbesondere Nocken (2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nocken (2) durch ein IHU-Verfahren durch Verformen des Rohres (1) in Form und Stellung konturennah aus-

gebildet sind, daß ein nach der Nockenkontur geformter Tragring (3) aus einem harten verschleißfesten Material kraft- und formschlüssig auf die Nocken (2) aufgebracht ist, und daß an den Enden des Rohres (1) Lager- und/oder Antriebs- und/oder Steuerelemente (5) angebracht sind.

9. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragringe (3) gleiche Wanddicken besitzen.

10. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der Tragringe (3) variable ist, wobei im Bereich der Nockenspitze die Dicke größer ist.

11. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tragring (3) aus Sintermetall, Kunststoff oder Keramik besteht.

12. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (1) aus Aluminium, Magnesium oder Titan oder dessen Legierungen besteht.

13. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Enden des Rohres (1) durch Kneten derart verformt sind, daß durch Aufweiten oder Verjüngen der ursprünglichen Durchmesser ( $D_i$ ;  $d_a$ ) des Rohres (1) Lagerflächen, Antriebs- und / oder Steuerelemente und Innen- und / oder Außengewinde erzeugt sind.

14. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebs- und Steuerelemente, vorzugsweise Ketten- oder Zahnräder, durch Innenhochdruck - Umformverfahren aufgebracht sind.

15. Nockenwelle nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Tragring (3) und Antriebs- und Steuerelemente mindestens eine radial verlaufende Rille (4) angebracht ist.

16. Nockenwelle nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Rohr (1) zugewandte Seite des Tragringes (3) und die Antriebsselemente ein- oder beidseitig auf der dem Rohr (1) zugewandten Seite Fasen aufweist.

17. Nockenwelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tragring (3) vor dem Aufbringen auf den ausgeformten Nocken gehärtet ist.

## Claims

1. A method of manufacturing a camshaft from a tube

- (1), which is deformed by the action of axial forces and of a medium under high internal pressure, **characterised in that** bearing rings (3), which are produced in a separate process and correspond to the cam contour, the necessary hardness, strength and wear resistance, are inserted together with the tube (1) to be reshaped into an internal high pressure reshaping tool and that cams (2) are formed under the action of axial forces and of a medium under high internal pressure by expanding the tube (1) and the bearing rings (3) are connected to the cams (2) in a force- and form-locking manner.
2. A method as claimed in Claim 1, **characterised in that**, in a first method step before the internal high pressure reshaping, regions, preferably ends, of the tube (1), which are outside the region, in which the cams (2) have their seat, are squeezed and/or upset so that they are thickened and/or stretched and other functional elements are thus formed.
  3. A method as claimed in Claim 1, **characterised in that**, in the first method step before the internal high pressure reshaping, between the ends of the camshaft, bearing surfaces and the subsequent regions, in which the cams (2) have their seat, are produced by round squeezing by reducing the diameter in this region to a desired value.
  4. A method as claimed in Claim 1 or 2, **characterised in that** bearing surfaces are produced between cams (2) by internal high pressure reshaping by expanding the tube (1).
  5. A method as claimed in at least one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the bearing rings are hardened in a known manner before their insertion into the internal high pressure reshaping tool.
  6. A method as claimed in at least one of Claims 1 to 5, **characterised in that** a toothed or chain wheel, produced in a separate process, is inserted into the internal high pressure reshaping tool and is connected in a force- and/or form-locking manner by the internal high pressure reshaping process.
  7. A method as claimed in at least one of Claims 1 to 6, **characterised in that** after producing the thickened or narrowed ends of the camshaft by round squeezing, internal tooththing and/or a screwthread is produced in an additional method step integrated with this method step.
  8. A camshaft produced in accordance with Claim 1 which includes a tube (1) and functional elements, particularly cams (2), connected to the tube (1), **characterised in that** the cams (2) are formed close to shape by an internal high pressure reshaping method by deforming the tube (1) in shape and position, that a bearing ring (3) shaped in accordance with the cam contour comprising a hard, wear-resistant material is connected to the cam (2) in a force- and form-locking manner and that bearing and/or drive and/or control elements (5) are connected to the ends of the tube (1).
  9. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the bearing rings (3) have the same wall thickness.
  10. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the thickness of the bearing rings (3) is variable, whereby the thickness is greater in the region of the cam tips.
  11. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the bearing ring (3) consists of sintered metal, plastic or ceramic material.
  12. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the tube (1) consists of aluminium, magnesium or titanium or alloys thereof.
  13. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the ends of the tube (1) are deformed by squeezing so that bearing surfaces, drive and/or control elements and internal and/or external screwthreads are produced by expanding or reducing the original diameter ( $D_i$ ;  $d_a$ ) of the tube (1).
  14. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the drive and control elements, preferably chain or toothed wheels, are connected by an internal high pressure reshaping method.
  15. A camshaft as claimed in Claim 14, **characterised in that** at least one radially extending groove (4) is made in the bearing ring (3) and drive and control elements.
  16. A camshaft as claimed in Claim 14, **characterised in that** the side of the bearing ring (3) directed towards the tube (1) and the drive elements have bevels on one or both sides on the surface directed towards the tube (1).
  17. A camshaft as claimed in Claim 8, **characterised in that** the bearing ring (3) is hardened before application to the shaped cam.
- Revendications**
1. Procédé pour la réalisation d'un arbre à cames à partir d'un tube (1), lequel est déformé sous l'action de forces axiales et d'un fluide sous une haute pres-

sion intérieure, **caractérisé en ce que** des bagues porteuses (3), réalisées dans un procédé séparé et correspondant au contour des cames avec la dureté, la résistance et la résistance à l'usure nécessaires, sont introduites en commun avec le tube à mettre en forme (1) dans un outil de mise en forme à haute pression intérieure et **en ce que**, sous l'action de forces axiales et d'un fluide sous une haute pression intérieure, des cames (2) sont formées par évasement du tube (1) et les bagues porteuses (3) sont fixées en complémentarité de force et de forme sur les cames (2).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans une première étape de procédé avant la mise en forme sous haute pression intérieure, des zones, de préférence des extrémités du tube (1) se trouvant en dehors de la zone où les cames (2) ont leur siège, sont façonnées par malaxage et/ou par écrasement de telle sorte que celles-ci soient grossières et/ou étirées et forment ainsi d'autres éléments fonctionnels. 15
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**entre les extrémités de l'arbre à cames, dans la première étape de procédé avant la mise en forme sous haute pression intérieure, des surfaces de logement et les zones suivantes, dans lesquelles les cames (2) ont leur siège, sont formées par un malaxage circulaire, par réduction du diamètre à une dimension souhaitée dans cette zone. 25
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** des surfaces de logement sont constituées entre les cames (2) par une mise en forme sous haute pression intérieure à l'aide d'un évasement du tube (1). 30
5. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**avant la mise en place dans l'outil de mise en forme sous haute pression intérieure, les bagues porteuses (3) sont trempées d'une manière connue. 35
6. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une roue dentée ou une roue à chaîne réalisée par un procédé séparé est placée dans l'outil de mise en forme sous haute pression intérieure et est reliée en complémentarité de force et/ou de forme par la mise en forme sous haute pression intérieure. 40
7. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**après la réalisation des extrémités grossières ou rétrécies de l'arbre à cames, une denture intérieure et/ou un filetage sont réalisés par un malaxage circulaire dans une étape de procédé supplémentaire inté- 45

grée dans cette étape de procédé.

8. Arbre à cames réalisé selon la revendication 1, comprenant un tube (1) et des éléments fonctionnels reliés avec le tube (1), en particulier des cames (2), **caractérisé en ce que**, à l'aide d'un procédé IHU par une mise en forme du tube (1), les cames (2) sont configurées dans leurs formes et dans leurs positions avec des contours approchés, **en ce qu'**une bague porteuse (3) en un matériau dur et résistant à l'usure et formée selon le contour de came est placée en complémentarité de force et de forme sur les cames (2) et **en ce qu'**aux extrémités du tube (1) sont placés des éléments de logement et/ou d'entraînement et/ou de commande (5). 5
9. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les bagues porteuses (3) ont des épaisseurs de parois égales. 10
10. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'épaisseur des bagues porteuses (3) est variable, l'épaisseur étant plus importante dans la zone du sommet des cames. 15
11. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la bague porteuse (3) se compose de métal fritté, de matériau synthétique ou de céramique. 20
12. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le tube (1) se compose d'aluminium, de magnésium ou de titane ou de ses alliages. 25
13. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les extrémités du tube (1) sont déformées par malaxage de telle sorte que, par l'évasement ou par le rétrécissement des diamètres initiaux ( $D_i$ ;  $d_a$ ) du tube (1), des surfaces de logement, des éléments d'entraînement et/ou de commande et des filetages intérieurs et/ou extérieurs sont formés. 30
14. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les éléments d'entraînement et de commande, de préférence des roues à chaînes ou des roues dentées, sont mis en place par des procédés de mise en forme sous haute pression intérieure. 35
15. Arbre à cames selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** dans la bague porteuse (3) et dans les éléments d'entraînement et de commande est placée au moins une gorge (4) s'étendant radialement. 40
16. Arbre à cames selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le côté de la bague porteuse (3) di- 45

rigé vers le tube (1) et les éléments d'entraînement comportent sur une face ou sur les deux des chanfreins sur le côté dirigé vers le tube (1).

17. Arbre à cames selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la bague porteuse (3) est trempée avant sa mise en place sur les cames mises en forme.

5

10

15

20

25

30

35

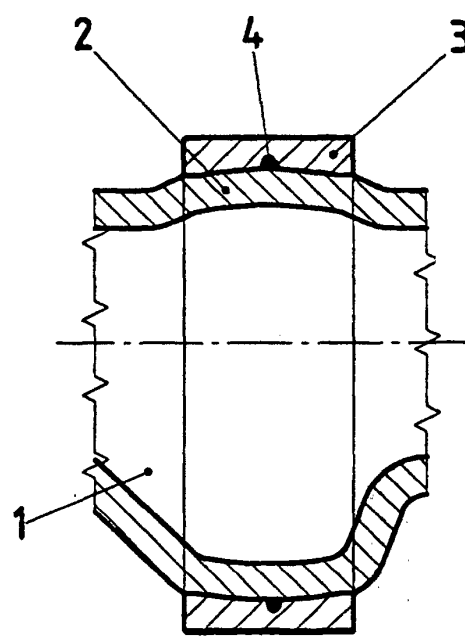
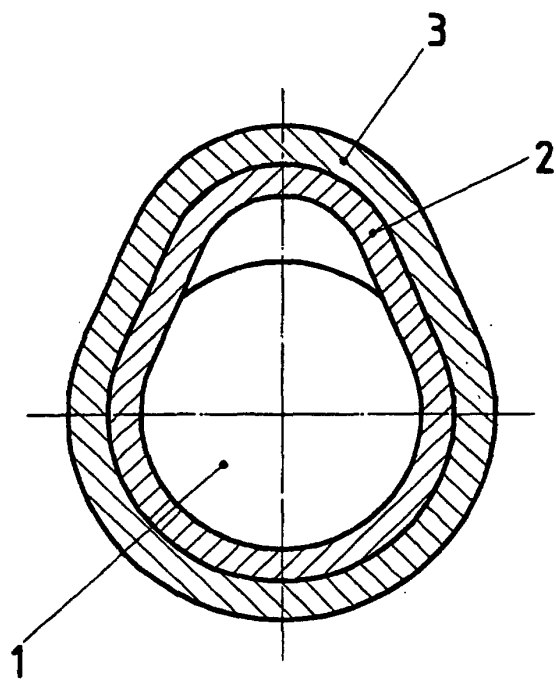
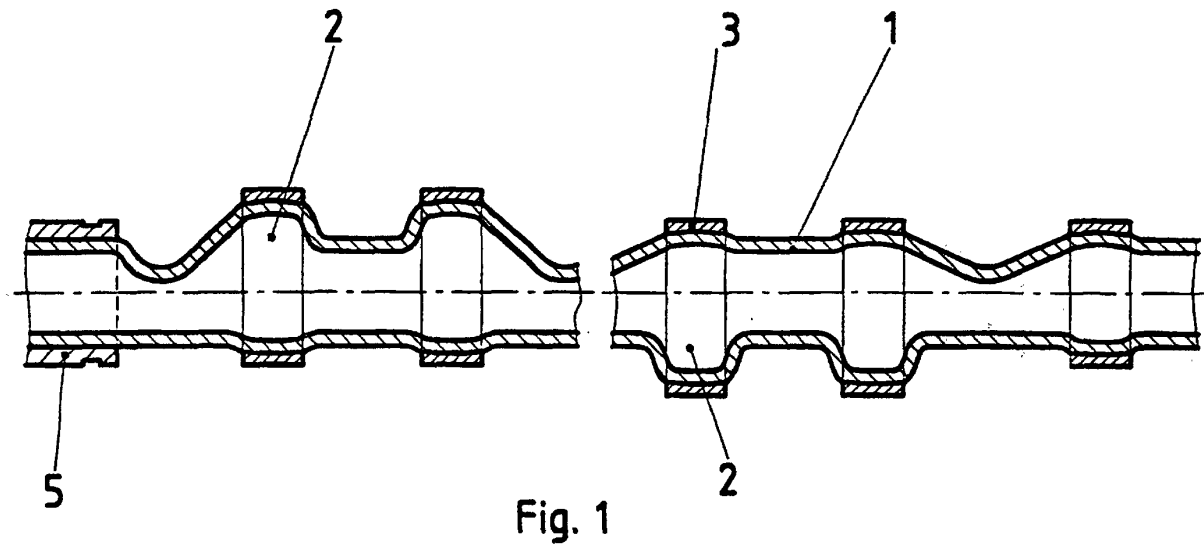
40

45

50

55





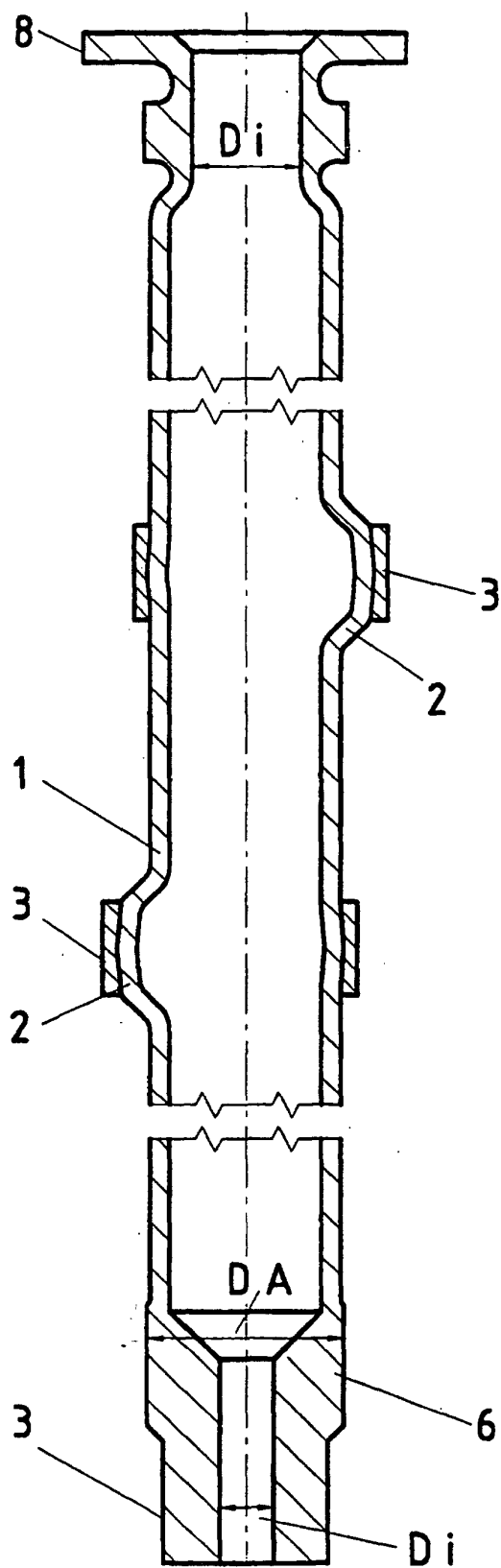


Fig 4

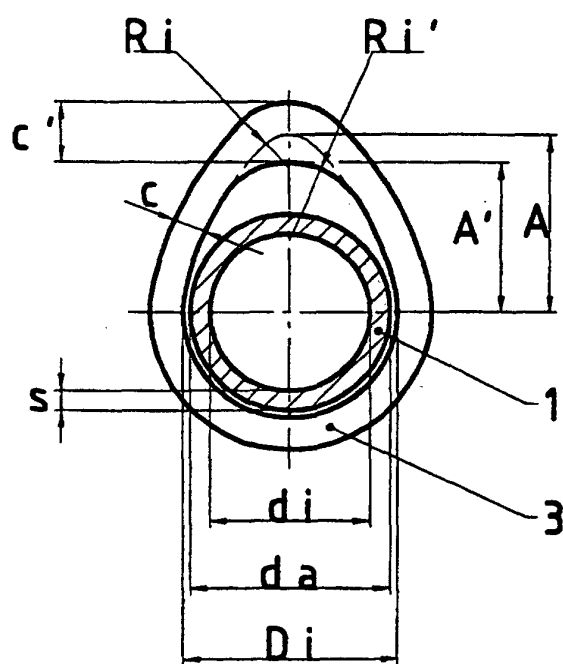


Fig 5