



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 800 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.⁷: **B21D 53/84, B21D 26/02,**
B21D 15/10

(21) Anmeldenummer: **98116383.5**

(22) Anmeldetag: **29.08.1998**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer Hohlwelle mit äusseren radialen Erhebungen durch Innenhochdruck-Umformung

Method and device for making a hollow shaft having radial bulges by internal high pressure forming

Méthode et dispositif pour la fabrication des arbres creux ayant des bosses radiales par le procédé de formage par pression interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI LU NL SE

(30) Priorität: **04.10.1997 DE 19743863**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

(73) Patentinhaber: **Schuler Hydroforming GmbH & Co. KG**
57234 Wilnsdorf-Wilden (DE)

(72) Erfinder: **Engel, Bernd, Dr.-Ing.**
36154 Hainzell (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihske,
Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 4 427 201 **DE-A- 19 622 372**
US-A- 3 015 354 **US-A- 3 704 983**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 014, no. 262 (M-0981), 6. Juni 1990 & JP 02 075421 A (MASANOBU NAKAMURA), 15. März 1990
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 008, no. 240 (M-336), 6. November 1984 & JP 59 120326 A (TOSHIBA KK), 11. Juli 1984
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 008, no. 186 (M-320), 25. August 1984 -& JP 59 076634 A (TOSHIBA KK), 1. Mai 1984

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer Hohlwelle mit äußereren radialen Erhebungen, insbesondere Nockenwelle, aus einem vorgeformten Halbzeug nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren, wobei zum während der Innenhochdruck-Umformung bei geschlossenem Werkzeug erforderlichen Transport von Werkstoff in die Umformzone die vorgeformten Erhebungen bzw. Einschnürungswulste des Halbzeugs axial beaufschlagt werden.

[0002] Das Innenhochdruck-Umformverfahren ist im Stand der Technik bekannt und in der einschlägigen Literatur beschrieben (vgl. DE-Z "Werkstattechnik 79 (1989)", VDI-Fortschrtsberichte, Reihe 2, Nr. 142, VDI-Verlag 1987). Es wird vorzugsweise zum Herstellen unterschiedlich geformter Hohlkörper aus einem Halbzeug, beispielsweise ein rohrförmiges Werkstück, angewendet. Wie bekannt, wird dabei ein Rohrabschnitt, z.B. aus Stahl oder Kupfer, in ein mehrteiliges Innenhochdruck-Umformwerkzeug ohne feste Innenmatrize mit Umformstößen und einer Innenhochdruckquelle eingelegt. Nach dem Verschließen der Enden des Rohrabschnitts durch die Umformstößel wird der Rohrabschnitt mit Hilfe eines geeigneten Druckmittels mit hohem Innendruck beaufschlagt und unter gleichzeitiger Beaufschlagung mit axialem Druck (durch die Umformstößel) auf die Rohrwandung umgeformt. Der Axialdruck und der Innendruck bewirken, daß sich der Rohrabschnitt an die die endgültige Form des Hohlkörpers aufweisende Innenkontur bzw. -wandung des Umformwerkzeuges anlegt. Beim Innenhochdruck-Umformen wird der Werkstoff in den plastischen Zustand versetzt, der während des gesamten Umformvorgangs unter Berücksichtigung von Werkstoffverfestigung und etwaiger Werkzeugkräfte aufrechterhalten wird.

[0003] Von den durch Innenhochdruck-Umformung herzustellenden Bauteilen bereiten insbesondere solche Schwierigkeiten, die über ihre Länge verteilt im Abstand voneinander außen eine Massenanhäufung erfordern, wie das beispielsweise bei einer Nockenwelle, einer Getriebewelle oder einer Schwungwelle der Fall ist, wobei noch hinzukommen kann, wie vor allem bei Nockenwellen, daß die Nocken über den Umfang versetzt zueinander angeordnet sind. Hierbei wird von Halbzeugen ausgegangen, deren Kontur sich durch Rundknoten oder beispielsweise auch Knickbauchen nach außen oder nach innen erreichen läßt. Je nach Vorverformung sind die Halbzeuge daher mit äußeren radialen Erhebungen oder inneren Einschnürungswulsten versehen.

[0004] Zur Herstellung einer hohlen Nockenwelle ist durch die DE-A-44 27 201 nächstliegender Stand der Technik ein Verfahren mit den folgenden Schritten bekanntgeworden:

- Vorlegen eines Rohrausgangsteils und Füllen desselben mit Fluid;

- Abdichten zumindest des aufzuweitenden Rohrabschnitts;
 - Aufbringen eines zum Aufweiten des Rohrabschnitts geeigneten Innenhochdrucks zur Herstellung einer Zwischenprodukt-Vorform, wobei das Hohlohr in Richtung seiner Längsachse während des Aufbringens des Innenhochdrucks gegen eine bewegbare Form derart gestaucht wird, daß Materialanhäufungen in etwa an den Stellen entstehen, an denen Nocken entstehen sollen;
 - Umformen der Zwischenprodukt-Vorform in einer der endgültigen Nockenwellenform entsprechenden Form mittels des Innenhochdruckumformverfahrens wobei die Vorform axial gestaucht wird, so daß Nocken an den erwünschten Stellen ausgeformt werden; und
 - ggf. Nacharbeiten der Nocken durch Wärmebehandlung o. dgl.
- 20 **[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit denen sich aus den vorgeformten Halbzeugen Fertigstücke mit gezielter Kontur und Formgebung der Massenanhäufungen erreichen und damit aufwendige Nachbearbeitungsverfahren, z. B. ein Feinschleifen oder Schlichtfräsen, vermeiden lassen.
- 25 **[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Erhebung des Halbzeugs völlig eingeschlossen wird, bevor nächstfolgende Erhebungen endgeformt werden. Der Erfindung liegt hierbei die Erkenntnis zugrunde, daß die bei der Innenhochdruck-Umformung dieser Halbzeuge aufgrund deren Geometrie schwierige Dehnungssituation mit einer über der Gleichmaßdehnung liegenden Umfangsdehnung im Bereich der Massenanhäufung, die eine besondere Berücksichtigung des Materialflusses erfordert, dann bewältigt wird, wenn die Druckbeaufschlagung zum Nachfordern des Werkstoffes nicht mehr wie beim Innenhochdruck-Umformverfahren üblich von den Stirnseiten
- 30 des Halbzeugs erfolgt, sondern unmittelbar über die schon vorhandenen, vorgeformten Erhebungen bzw. Einschnürungswulste selbst. Es läßt sich dann nämlich eine schrittweise Fertig-Umformung durch ein gruppenweises Ausformen der Erhebungen und damit auf einem bezogen auf die Gesamtlänge des Halbzeugs sehr viel kleineren Abschnitt ermöglichen, so daß sich die Längsdehnung entscheidend verringern läßt.
- 35 **[0007]** Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die offenen Enden des in das Werkzeug eingelegten Halbzeugs von beidseitig in die Hohlwelle einfahrenden Verschlußmitteln, von denen mindestens eines mit einer Zuführung für das Druckmedium ausgebildet ist, abgedichtet werden, das gesamte Halbzeug während des Einleitens des Druckmediums
- 40 über an benachbarte Erhebungen einander zugewandt jeweils von außen angreifende Werkzeugmittel axial nachgeschoben wird und nach dem Innenhochdruckumformen dieses Teilabschnitts die Werkzeugmittel ge-
- 45
- 50
- 55

läst werden, danach das Halbzeug bis zum Fertigprodukt um jeweils einen weiteren, vom Abstand der Erhebungen bestimmten Schritt in das Werkzeug eingefördert sowie nach dem jeweiligen Schließen der Werkzeugmittel erneut Druckmedium eingeleitet wird. Die Erhebungen lassen sich somit durch Druckaufbau unter Schieben der Axialblöcke zu ihrer fertigen Kontur in schrittweiser Einzelfertigung der erfaßten Gruppe der Erhebungen ausformen. Diese gruppenweise Umformung erlaubt zudem den Einsatz eines sehr kleinen und flexiblen Werkzeugs, weil die aufzubringenden Schließkräfte entsprechend geringer als bei einem über seine gesamte Länge zu beaufschlagenden Halbzeug sind. Die dichtend in die Hohlwelle eingreifenden Verschlußmittel erfüllen dabei eine Hilfsfunktion, ohne am Druckaufbau selbst beteiligt zu sein; sie kammern das zugeführte Druckmittel in seinem Wirkraum ein.

[0008] Nach einem Vorschlag der Erfindung wird das Halbzeug gleichzeitig mit dem Einfördern in das Werkzeug gedreht. Dies läßt sich beispielsweise mittels eines zum schrittweisen Werkstück-Vorschub ohnehin vorhandenen Handhabungsmanipulators erreichen, wobei das Drehen insbesondere bei über den Umfang versetzten Erhebungen erforderlich ist, wie im Falle der Herstellung von Nockenwellen.

[0009] Eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens sieht vor, daß das Werkzeug aus einem geteilten, innen die Geometrie einer Gruppe der Erhebungen abbildenden Block besteht, bei dem von zwei einander axial gegenüberliegenden Axialblöcken der erste Axialblock einerseits mit einer der Grundgeometrie der Erhebungen entsprechenden Ausnehmung eine Erhebung völlig einschließt und sich andererseits mit seiner dem zweiten Axialblock zugewandten Stirnfläche von außen an die nächstfolgende Erhebung anlegt und diese beaufschlagt, während der zweite Axialblock die zu der nächstfolgenden Erhebung benachbarte Erhebung von außen beaufschlagt, wobei ein zwischen den beiden Axialblöcken angeordneter, die Axialblöcke gleitbeweglich tragender Mittenblock das Halbzeug zwischen den beiden beaufschlagten Erhebungen einschließt. Zum Einlegen des Halbzeugs und bei dessen schrittweisem Weitertransport wird das in der durch das Halbzeug bzw. Fertigprodukt vorgegebenen Trennebene unterteilte Werkzeug geöffnet, wobei die beispielsweise in Schwalbenschwanzführungen von dem Mittenblock getragenen, in der Trennebene ebenfalls unterteilten Axialblöcke entsprechend mit abgehoben und nach dem Handhabungsvorgang wieder geschlossen werden.

[0010] Es wird vorgeschlagen, daß die den beaufschlagten Erhebungen zugewandten Stirnflächen der Axialblöcke zur Ausbildung von Nocken einer Nockenwelle mit einem die örtliche Umformung der Erhebungen begrenzenden Stirnflächen-Ausschnitt ausgebildet sind. Hiermit läßt sich die besondere Kontur der Nocken erreichen, da die Ausschnitte beim Zusammenfahren der Axialblöcke die örtliche Ausprägung der Nocken ermöglichen.

[0011] Nach einer Ausgestaltung greifen in die offenen Enden des Halbzeuges Dichtlanzen ein, von denen zumindest eine eine an eine Druckmittelquelle angelassene Druckmittelzuführung aufweist. Hierbei empfiehlt es sich, daß die Dichtlanzen mit einem einen Dichtring gegen die Rohrinnenwandung des Halbzeuges andrückenden Spreizmechanismus ausgebildet sind. Die in Position gebrachten Dichtlanzen schließen bzw. kammern somit das über die Zuführung eingeleitete Druckmittel in seinem Wirkraum ein und begrenzen diesen im wesentlichen auf die jeweilige Gruppe der auszuformenden Erhebungen bzw. Einschnürungen. Durch den von außen zu betätigenden Spreizmechanismus, beispielsweise eine durch die Lanze hindurchgeföhrte, den Dichtring mit einem Anker hingreifende Zugstange, läßt sich der vorteilhaft aus einem elastischen Kunststoffmaterial bestehende Dichtring radial aufweiten und gegen die Innenkontur des Halbzeuges andrücken. Bei ansteigendem Innendruck im Wirkraum des zugeführten Druckmediums unterstützt sich die Dichtung zudem selbst.

[0012] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der ein in den Zeichnungen anhand der Herstellung einer Nockenwelle aus einem Halbzeug dargestelltes Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung näher erläutert ist. Es zeigen:

Fig. 1 die Gesamtansicht eines Halbzeugs zur Herstellung einer Nockenwelle durch Innenhochdruck-Umformung;

Fig. 2 als Einzelheit einer Innenhochdruck-Umformmaschine das im Schnitt dargestellte, geschlossene Werkzeug zur schrittweisen Umformung einzelner Nockengruppen;

Fig. 3 das Werkzeug gemäß Fig. 2 in teilgeöffnetem Zustand und nach dem Vorschub der nächstfolgenden Nockengruppe des Halbzeugs; und

Fig. 4 als Einzelheit der in die Hohlwelle des Halbzeugs von beiden Seiten eingreifenden Dichtungslanzen deren einen Dichtring aufweisenden Lanzenkopf, schematisch dargestellt.

[0013] Zur Herstellung eines Fertigproduktes mit äußerer Massenanhäufung nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren in einer hinlänglich bekannten und daher nicht dargestellten Innenhochdruck-Umformmaschine wird von einem in Fig. 1 gezeigten Halbzeug 1 ausgegangen, das über seine Länge verteilt außen mit mehreren radialen Erhebungen 2 bis 9 versehen ist; das Halbzeug 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel dient als Vorprodukt für eine herzustellende Nockenwelle.

[0014] Zu diesem Zweck wird das Halbzeug 1 an mindestens seinem einen freien Ende 10 mittels eines nicht dargestellten Handhabungs-Manipulators in das - ab-

weichend von seiner in Fig. 2 dargestellten Funktionslage - völlig geöffnete Werkzeug 11 eingefördert, das aus einem geteilten und die Geometrie einer Gruppe 2, 3 bzw. 4, 5 bzw. 6, 7 bzw. 8,9 der radialen Erhebungen 2 bis 9 abbildenden Block besteht, und zwar aus einem Mittenblock 12 und zwei einander gegenüberliegenden, in oberen bzw. unteren Gleitführungen 13 bzw. 14 des Mittenblocks 12 angeordneten, d.h. von diesem getragenen Axialblöcken 15, 16. Die horizontale Trennebene der - somit zweiteiligen - Blöcke 12 bzw. 15, 16 sowie die vertikalen Trennebenen des Mittenblocks 12 in Bezug auf die in ihm geführten Axialblöcke 15, 16 ist dem teilweise geöffneten Werkzeug gemäß Fig. 3 zu entnehmen.

[0015] Wie in Fig. 2 mittels der Kraftpfeile F verdeutlicht, wird der Mittenblock 12 in vertikaler Richtung und werden die Axialblöcke 15 bzw. 16 in axialer Richtung beaufschlagt. Die Axialblöcke 15, 16 legen sich dabei mit ihren inneren Stirnflächen 17 bzw. 18 an die Außenseiten der - im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 - Zweiergruppe der beiden radialen Erhebungen 8, 9 an. Damit sich während des Innenhochdruck-Umformens die radialen Erhebungen 8, 9 - und in der Schrittfolge des gruppenweisen Nachförderns die Erhebungen 6, 7 bzw. 4, 5 bzw. 2, 3 - mit einer örtlichen Ausprägung zu Nocken 19 (vgl. Fig. 3) ausbilden lassen, besitzen die Stirnflächen 17, 18 der Axialblöcke 15, 16 entsprechende, aus Fig. 3 näher zu entnehmende Ausschnitte 20. Der in der Folge der schrittweisen Gruppen-Umformung erste Axialblock 16 weist außerdem eine der Grundgeometrie der Erhebungen 2 bis 9 entsprechende Ausnehmung 21 (vgl. Fig. 3) in seinen beiden Teilblöcken auf, mit der die jeweils erste der einer zu bearbeitenden Gruppe folgende Erhebung 7 bzw. 5 bzw. im vorletzten Schritt die Erhebung 3 völlig einschließt; beim Umformen der letzten Gruppe, d.h. der beiden benachbarten Erhebungen 2, 3 bleibt die Ausnehmung 21 frei. Der während der Umformung erforderliche Transport von Werkstoff in die Umformzone wird folglich über die beaufschlagten Erhebungen 8, 9 - bzw. bei nicht dargestellten Innenwulsten eines Halbzeuges über diese - selbst erreicht.

[0016] Zum Abdichten des Halbzeugs 1 während des Umformens dienen Dichtlanzen 22 bzw. 23, die von den beiden offenen Seiten des Halbzeugs 1 her eingefahren und mit einem in Fig. 4 gezeigten Dichtkopf 24 an die Innenkontur bzw. -wandung des Halbzeugs 1 ange drückt werden. Dies kann - wie beispielsweise gemäß Fig. 4 - mittels eines aus einer ein Ankerstück 25 aufweisenden, nach außen vorkragenden Zugstange 26 bestehenden Spreizmechanismus geschehen, der bei Zug einen vorteilhaft aus Kunststoff bestehenden Dicht ring 27 radial aufweitet (vgl. die Pfeile in Fig. 4). Zur Einleitung des Druckmediums in den zur Ausformung der Nocken 19 dienenden Wirkraum ist gemäß Fig. 3 zumindest eine Dichtungslanze 23 mit einer Druckmittel zuführung 28 ausgebildet, die an eine Druckmittelquelle 29 angeschlossen ist.

[0017] Die Funktionsweise bei der Innenhochdruck-

Umformung der Erhebungen 2 bis 9 - bzw. einer beliebigen anderen Zahl von Erhebungen bzw. Innenwulsten, je nach gewünschtem Fertigprodukt - durch Gruppen-Einzelfertigung zu Nocken 19 einer Nockenwelle ist 5 demnach so, daß bei völlig geöffnetem Werkzeug 11 mittels des Handhabungsmanipulators das Halbzeug 1 axial eingefördert und damit die erste Gruppe der umzuformenden Erhebungen in das Werkzeug 11 eingefördert wird. Danach wird zunächst der - am Beispiel der 10 Fig. 2 und 3 - Mittenblock 12 geschlossen (vgl. Fig. 3) und sodann die beiden zweigeteilten Axialblöcke 15, 16 bis zur Anlage an den Mittenblock 12 (vgl. Fig. 2) aufeinandergefahren, wobei sie aufgrund der Formgebung bzw. der Ausschnitte 20 die Nocken 19 örtlich ausprägen; die fertigen Nocken 19 sind in Fig. 3 rechts zu erkennen. Während dieses Umformens dichten die Lanzen 23 den Wirkraum des eingeleiteten Druckmediums ab. Sobald das Ausformen beendet ist, fahren die Blöcke 12 bzw. 14, 15 des Werkzeugs 11 in umgekehrter 15 Reihenfolge auseinander, woraufhin die Nockenwelle bzw. das Halbzeug 1 weitertransportiert und von dem Handhabungsmanipulator ungehindert gleichzeitig gedreht werden kann, so daß das Werkzeug 11 bzw. dessen Blöcke 12 und 14, 15 in gleicher Lage und im gleichen Zyklus eine weitere Nockengruppe anformen können.

Patentansprüche

- 30 **1.** Verfahren zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem vorgeformten, hohlwellenartigen Halbzeug (1), das äußere radiale Erhebungen (2 bis 9) oder in das Hohlwelleninnere wulstartig vorkragende Einschnürungen aufweist, wobei zum während der Innenhochdruck-Umformung bei geschlossenem Werkzeug (11) erforderlichen Transport von Werkstoff in die Umformzone die vorgeformten Erhebungen (2 bis 9) bzw. Einschnürungswulste des Halbzeugs (1) axial beaufschlagt werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Erhebung (2 bis 9) des Halbzeugs (1) völlig eingeschlossen wird, bevor nächstfolgende Erhebungen endgeformt werden.
- 35 **2.** Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die offenen Enden des in das Werkzeug (11) eingelegten Halbzeugs (1) von beidseitig in die Hohlwelle einfahrenden Verschlußmitteln (22,23), von denen mindestens eines mit einer Zuführung (28) für das Druckmedium ausgebildet ist, abgedichtet werden, das gesamte Halbzeug (1) während des Einleitens des Druckmediums über an benachbarte Erhebungen (2,3; 4,5;6,7;8,9) einander zugewandt jeweils von außen angreifende Werkzeugmittel (15,16) axial nachgeschoben wird und nach

dem Innenhochdruckumformen dieses Teilabschnitts die Werkzeugmittel (15,16) gelöst werden, danach das Halbzeug (1) bis zum Fertigprodukt um jeweils einen weiteren, vom Abstand der Erhebungen bestimmten Schritt in das Werkzeug (11) eingefördert sowie nach dem jeweiligen Schließen der Werkzeugmittel (12;15,16) erneut Druckmedium eingeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, insbesondere zum Herstellen einer Nockenwelle aus einem äußere radiale Erhebungen aufweisenden Halbzeug, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Halbzeug gleichzeitig mit dem Einfördern in das Werkzeug gedreht wird.
4. Vorrichtung zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem vorgeformten, hohlwellenartigen Halbzeug, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werkzeug (11) aus einem geteilten, innen die Geometrie einer Gruppe (2, 3 bzw. 4,5 bzw. 6, 7 bzw. 8, 9) der Erhebungen (2 bis 9) abbildenden Block (12, 14, 15) besteht, bei dem von zwei einander gegenüberliegenden Axialblöcken (15, 16) der erste Axialblock (16) einerseits mit einer der Grundgeometrie der Erhebungen (2 bis 9) entsprechenden Ausnehmung (21) eine Erhebung (7 bzw. 5 bzw. 3) völlig einschließt und sich andererseits mit seiner dem zweiten Axialblock (15) zugewandten Stirnfläche (18) von außen an die nächstfolgende Erhebung (8) anlegt und diese beaufschlagt, während der zweite Axialblock (15) die zu der nächstfolgenden Erhebung (8) benachbarte Erhebung (9) von außen beaufschlagt, wobei ein zwischen den beiden Axialblöcken (15, 16) angeordneter, die Axialblöcke (15, 16) gleitbeweglich tragender Mittelblock (12) das Halbzeug (1) zwischen den beiden beaufschlagten Erhebungen (8, 9 bzw. 6, 7 bzw. 4, 5 bzw. 2, 3) einschließt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die den beaufschlagten Erhebungen (8, 9 bzw. 6, 7 bzw. 4, 5 bzw. 2, 3) zugewandten Stirnflächen (17, 18) der Axialblöcke (15, 16) zur Ausbildung von Nocken (19) einer Nockenwelle mit einem die örtliche Umformung der Erhebungen (2 bis 9) begrenzenden Stirnflächen-Ausschnitt (20) ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **gekennzeichnet durch** in die offenen Enden des Halbzeuges (1) eingreifende Dichtlanzen (22, 23), von denen zumindest eine (23) eine an eine Druckmittelquelle (29) ange-

schlossene Druckmittelzuführung (28) aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichtlanzen (22, 23) mit einem einen Dichtring (27) gegen die Rohrinnenwandung des Halbzeuges andrückenden Spreizmechanismus (25, 26) ausgebildet sind.

10

Claims

1. Method of producing workpieces according to the internal high-pressure forming process from a pre-shaped semi-finished product (1) which has the shape of a hollow shaft and includes external radial protrusions (2 to 9) or constrictions jutting into the hollow shaft interior in bead-like manner, wherein for transport of material into the forming zone, which is required during the internal high-pressure forming when the tool (11) is closed, the preshaped protrusions (2 to 9) or constriction beads of the semi-finished product (1) are axially loaded, **characterised in that** one protrusion (2 to 9) of the semi-finished product (1) is fully enclosed before succeeding protrusions are shaped to final form.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the open ends of the semi-finished product (1) laid into the tool (11) are sealed off by closure means (22, 23) which are driven into the hollow shaft from both ends and at least one of which is formed with a feed (28) for the pressure medium, the entire semi-finished product (1) during introduction of the pressure medium is axially re-displaced by way of tool means (15, 16) engaging adjacent protrusions (2, 3; 4, 5; 6, 7; 8, 9) in each instance from the outside to face one another, and after the internal high-pressure forming of this part section the tool means (15, 16) are released, thereafter the semi-finished product (1) is conveyed in the tool (11) each time by a further step determined by the spacing of the protrusions until a finished product arises and pressure medium is reintroduced after the respective closing of the tool means (12; 15, 16).
3. Method according to claim 1 or 2, particularly for producing a camshaft from a semi-finished product having outer radial protrusions, **characterised in that** the semi-finished product is rotated simultaneously with the conveying into the tool.
4. Device for producing workpieces according to the internal high-pressure forming process from a pre-shaped semi-finished product with the shape of a hollow shaft, particularly for carrying out the method according to claim 1, **characterised in that** the tool (11) consists of a divided block (12, 14, 15) which

internally images the geometry of a group (2, 3 or 4, 5 or 6, 7 or 8, 9) of the protrusions (2 to 9) and in which of two mutually opposite axial blocks (15, 16) the first axial block (16) on the one hand completely encloses a protrusion (7 or 5 or 3) by a recess (21) corresponding with the basic geometry of the protrusions (2 to 9) and on the other hand externally bears against and loads the succeeding protrusion (8) by its end surface (18) facing the second axial block (15), whilst the second axial block (15) externally loads the protrusion (9) adjacent to the succeeding protrusion (8), wherein a centre block (12) arranged between the two axial blocks (15, 16) and supporting the axial blocks (15, 16) to be slidably movable encloses the semi-finished product (1) between the two loaded protrusions (8, 9 or 6, 7 or 4, 5 or 2, 3).

5. Device according to claim 4, **characterised in that** the end surfaces (17, 18), which face the loaded protrusions (8, 9 or 6, 7 or 4, 5 or 2, 3), of the axial blocks (15, 16) are constructed, for forming cams (19) of a camshaft, with an end surface cut-out (20) delimiting the local shaping of the protrusions (2 to 9).

6. Device according to claim 4 or 5, **characterised by** sealing lances (22, 23) which engage in the open ends of the semi-finished product (1) and of which at least one (23) has a pressure medium feed (28) connected to a pressure medium source (29).

7. Device according to claim 6, **characterised in that** the sealing lances (22, 23) are constructed with a spreading mechanism (25, 26) pressing a sealing ring (27) against the tube inner wall of the semi-finished product.

Revendications

1. Procédé pour la fabrication de pièces selon le procédé de formage à haute pression interne à partir d'un produit semi-finé (1) préformé, de type à arbre creux, qui présente des bosses (2 à 9) radiales extérieures ou des rétrécissements en forme de bourrelets en saillie à intérieur de l'arbre creux, les bosses (2 à 9) ou les bourrelets de rétrécissement préformés du produit semi-finé étant sollicités axialement pour le transport de la matière nécessaire dans la zone de formage pendant le formage à haute pression interne avec un outil (11) fermé, **caractérisé en ce que** une bosse (2 à 9) du produit semi-finé (1) est complètement incorporé avant que les bosses consécutives soient soumises à un formage final.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en**

ce que les extrémités ouvertes du produit semi-finé (1) placé dans l'outil (11) sont fermées des deux côtés par des moyens de fermeture (22, 23) pénétrant dans l'arbre creux, dont au moins un est exécuté avec une alimentation (28) pour l'agent sous pression, **en ce que** la totalité du produit semi-finé (1), pendant l'introduction de l'agent sous pression, est déplacé axialement via des parties d'outil (15, 16) se faisant face s'agrippant à chaque fois à l'extérieur à des bosses voisines (2, 3 ; 4, 5 ; 6, 7 ; 8, 9) et **en ce qu'**après le formage à haute pression interne de cette section partielle, les parties d'outil (15, 16) sont lâchées, **en ce que** le produit semi-finé (1) est avancé, jusqu'à l'obtention du produit fini, d'un pas supplémentaire déterminé par la distance des bosses dans l'outil (11) et **en ce qu'**après à chaque fois la fermeture des outils (12; 15, 16), on introduit à nouveau de l'agent sous pression.

10 20 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, en particulier pour la fabrication d'un arbre à cames à partir d'un produit semi-finé présentant des bosses radiales extérieures, **caractérisé en ce que** le produit semi-finé est tourné dans l'outil en même temps qu'il est avancé.

15 25 4. Dispositif pour la production de pièces selon le procédé de formage à haute pression interne à partir d'un produit semi-finé préformé, de type à arbre creux, en particulier pour réaliser le procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'outil (11) est constitué d'un bloc (12, 14, 15) présentant à l'intérieur la géométrie d'un groupe (2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9) des bosses (2 à 9), dont, parmi deux blocs (15, 16) axiaux se faisant face, le premier bloc (16) axial entoure d'une part complètement, avec un évidement (21) correspondant à la géométrie de base des bosses (2 à 9), une bosse (7 ou 5 ou 3) et se place d'autre part avec sa face (18) dirigée vers le deuxième bloc axial (15) de l'extérieur contre la bosse suivante (8) et sollicite celle-ci, alors que le deuxième bloc axial (15) sollicite la bosse (9) voisine de la bosse suivante (8) de l'extérieur, un bloc central (12) disposé entre les deux blocs axiaux voisins (15, 16), supportant avec un mouvement de glissement les blocs axiaux (15, 16) entourant le produit semi-finé (1) entre les deux bosses sollicitées (8, 9 ou 6, 7 ou 4,5 ou 2,3).

30 35 40 45 50 55 5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les faces (17, 18) des blocs axiaux (15, 16) dirigés vers les bosses sollicitées (8, 9 ou 6, 7 ou 4, 5 ou 2, 3) sont formées, pour la réalisation de cames (19) d'un arbre à cames, avec une section de face (20) limitant le formage local des bosses (2 à 9).

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé**

par des lances d'étanchéité (22, 23) s'agrippant dans les extrémités ouvertes du produit semi-fini (1), dont au moins une (23) présente une alimentation (28) en agent sous pression raccordée à une source (29) d'agent sous pression.

5

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les lances d'étanchéité (22, 23) sont exécutées avec un mécanisme d'écartement (25, 26) comprimant un joint annulaire d'étanchéité (27) contre la paroi interne du tuyau du produit semi-fini

15

20

25

30

35

40

45

50

55

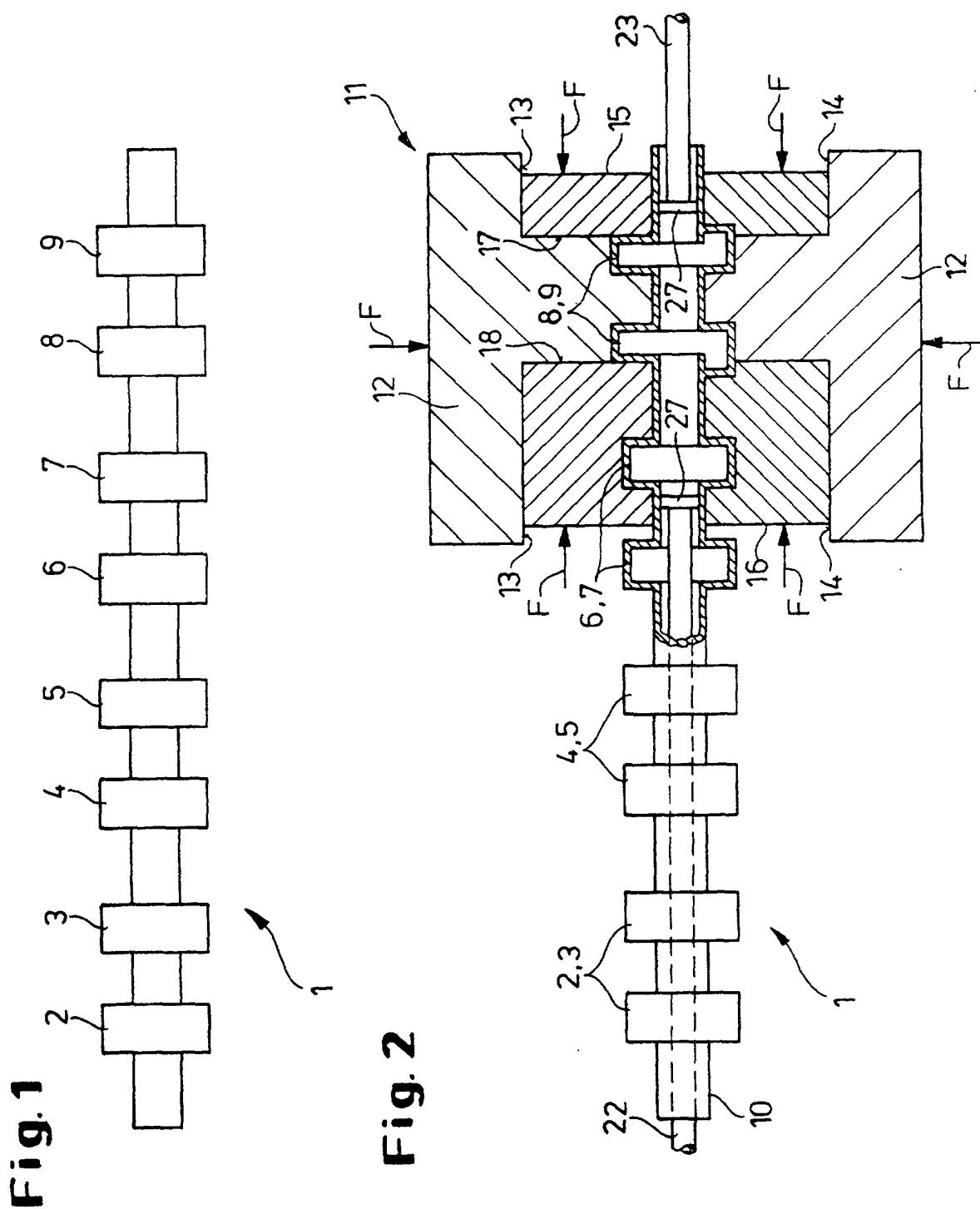


Fig. 3

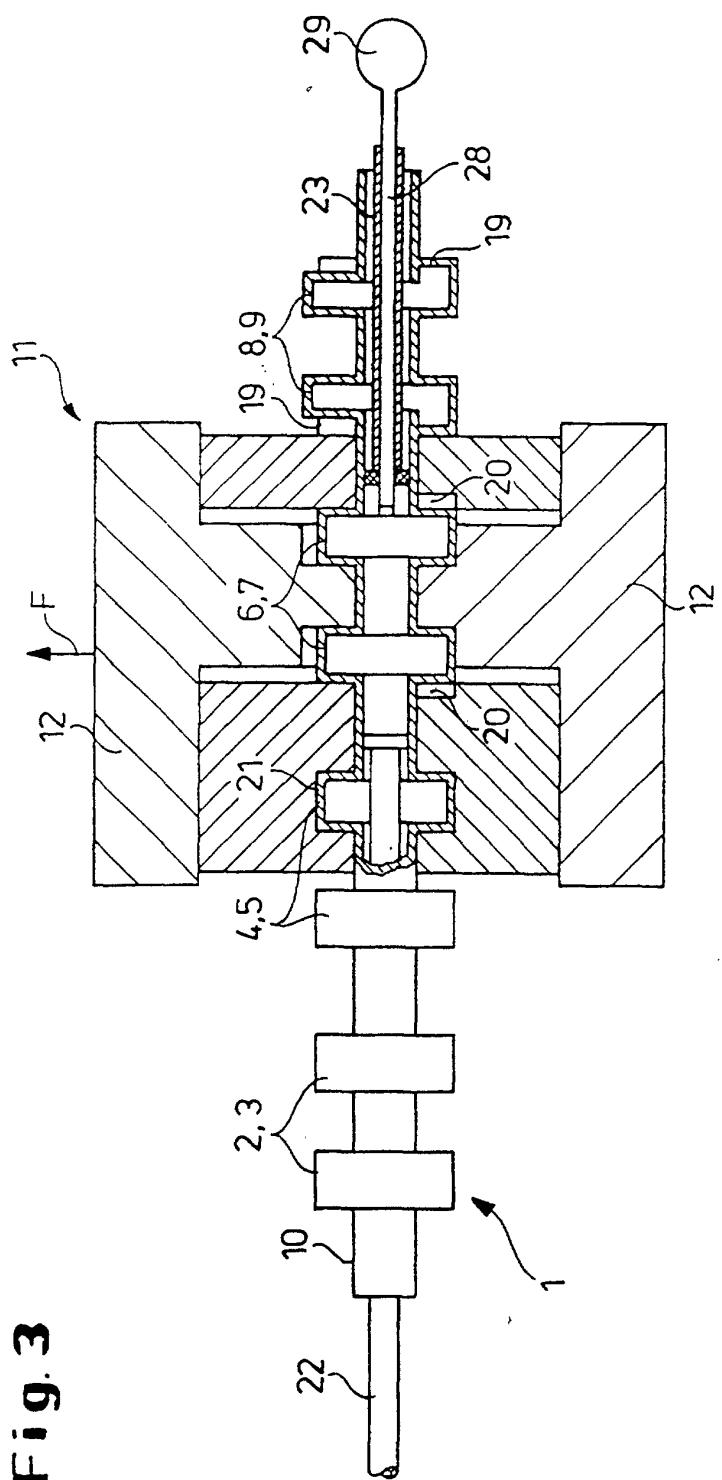


Fig. 4

