

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 931 604 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 53/84**, F16C 3/10

(21) Anmeldenummer: 98123711.8

(22) Anmeldetag: 12.12.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Blöcker, Henning**
21435 Stelle (DE)
• **Brandes, Klaus**
21271 Asendorf (DE)
• **Krüssmann, Martin Dr.**
22763 Hamburg (DE)

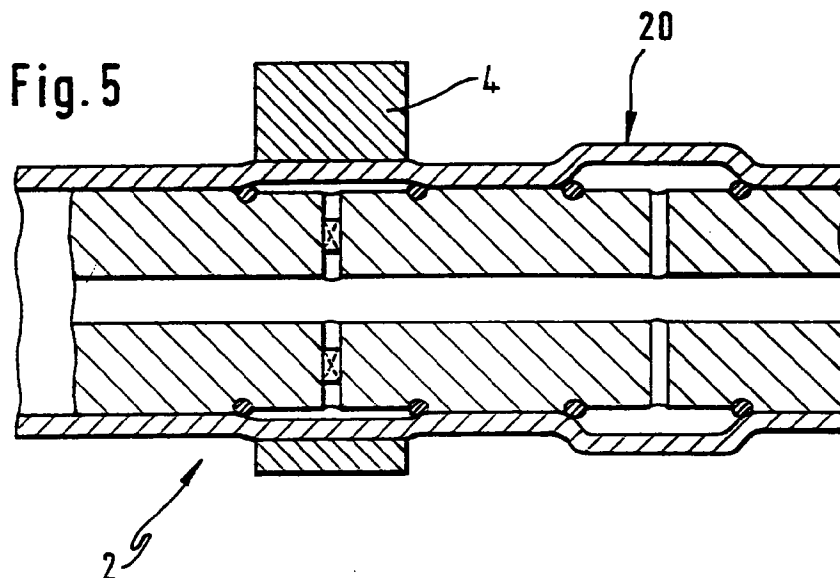
(30) Priorität: 23.01.1998 DE 19802484

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von gebauten Nockenwellen

(57) Die Erfindung zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer gebauten Nockenwelle (2) auf, mittels dessen bzw. der in einfacher Weise die Betriebssicherheit der Nockenwelle (2) in jedem Motorbetrieb gewährleistet ist und die Nockenwelle (2) an aufgrund der individuellen Motorbauweise unterschiedlich positionierte Gegenlager beliebig angepaßt werden kann, wobei auf eine Hohlwelle (7) zumindest ein Nocken (4) auf die Hohlwelle (7) geschoben wird, wonach die Hohlwelle (7) zwischen den beiden quer zur Längserstreckung der Hohlwelle (7) verlaufenden Stirnseiten (22,23) des Nockens (4) und an der jeweiligen Lagerstelle (20) mittels eines hochgespannten Druckfluides,

das von einer in den Wellenhohlraum eingeführten, lanzenförmigen Sonde (13) gefördert wird, derart aufgeweitet wird, daß einerseits ein Preßverbund von Nocken (4) und Hohlwelle (7) und andererseits eine den Abstand zwischen Hohlwelle (7) und Gegenlager überbrückende Ausbauchung (36) der Lagerstelle (20) der Hohlwelle (7) entsteht, wobei die Hohlwelle (7) zwischen den aufgeweiteten Stellen (20,21) durch eine Dichtungsanordnung (24,25) an der Sonde (13) gegenüber dem aufweitenden Innenhochdruck abgedichtet wird.



EP 0 931 604 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen und eine Vorrichtung zur Durchführung desselben.

[0002] Bei herkömmlichen gebauten Nockenwellen darf der nach den Abmaßen der Lagerschalen sich richtende Rohraußendurchmesser nicht ein bestimmtes Maß unterschreiten, damit die Steifigkeit der Nockenwelle insgesamt und die Verschleißfestigkeit der Lagerstellen der Nockenwelle gewährleistet ist. Gleichzeitig entspricht der Rohraußendurchmesser dem Bohrungsdurchmesser des auf die Hohlwelle aufgeschobenen Nockens. Da der Nocken eine vorgegebene definierte Erstreckung in Querrichtung zur Hohlwelle aufweist, um die Betätigung der Gaswechselventile funktionsgerecht auszuführen, wird der Nockengurt, also der Nockenabschnitt, der den sogenannten Grundkreis des Nockens bildet, um so dünner je größer der Rohraußendurchmesser der Hohlwelle ist. Wenn nun der Nockengurt eine gewisse Dicke unterschreitet, kann eine haltbare Fügung des Nockens auf der Hohlwelle bei der Erreichung eines Preßverbundes zwischen Hohlwelle und Nocken nicht mehr erreicht werden, da der Nocken keine genügende Steifigkeit mehr besitzt um die Fügungsspannung aufzunehmen. Somit ist für die Fertigung der Nockenwelle ein mittlerer Rohraußendurchmesser einzuhalten, bei dem einerseits die Nockenwelle und die Lagerstelle eine ausreichende Steifigkeit aufweist und der Lagerstelle eine genügende Verschleißfestigkeit gegeben ist und andererseits der Nockengurt noch stark genug ist, um die Aufnahmefähigkeit des Nockens für die Fügungsspannung zu gewährleisten. Dies ist konstruktiv machbar. Allerdings ist das motorische Gegenlager für die Lagerstellen der Nockenwelle, die Lagerschalen, aus Bauraumgründen bei manchen Motoren aufgrund von der spezifischen Bauweise des Motors in einer Position angeordnet, in der die Nockenwelle an seiner Lagerstelle von ihm beabstandet ist. Die Überbrückung der Beabstandung wird, wie aus der EP 0 328 010 A1 beispielsweise ersichtlich ist, in der im übrigen das Fügen der Nocken unter Innenhochdruckbeaufschlagung durch eine in die Hohlwelle eingeführte Lanze erfolgt, in aller Regel durch die Befestigung von Lagerhülsen auf der Nockenwelle an der Position der Lagerstellen erreicht. Die Lagerhülsen haben jedoch zum Nachteil, daß sie zum einen ein eigenständiges Bauteil sind und damit einer gesonderten Herstellung bedürfen. Außerdem sind sie in aufwendiger und in erheblichem Maße kostensteigernder Weise zur Erlangung einer qualitativ hochwertigen Oberfläche feinzubearbeiten und auf der Hohlwelle drehfest anzubringen. Zum anderen dürfen die Lagerhülsen bisweilen nur sehr dünn (ca. 1mm) bemessen sein, wodurch eine Haltbarkeit auf der Hohlwelle unter Last im Motorbetrieb praktisch nicht gegeben ist.

[0003] Aus der DE 37 04 092 C1 ist eine gebaute Nockenwelle bekannt, bei der eine Lagerstelle aus der

Hohlwelle mittels aufweitendem Innenhochdruckumformen ausgeformt wird. Hierbei wird die Hohlwelle samt den auf dieser zu fügenden Nocken in eine hohle Aufnahmeform eines aus zumindest zwei Matrizen bestehenden Innenhochdruck-Umformwerkzeuges eingebracht und dort positioniert, worauf bei geschlossenem Werkzeug und Anlegen eines fluidischen Innenhochdruckes in der Hohlwelle diese aufgeweitet wird und an Stelle der Nocken mit diesen verpreßt wird. Gleichzeitig werden die Lagerstellen entsprechend dem zu überbrückenden Abstand zum Gegenlager aufgeweitet. Nachteilig ist hierbei die aufwendige Vorrichtung mit einer Presse, die die gesamte Zuhaltkraft für das Innenhochdruckumformwerkzeug bzw. für die projizierte Fläche des Werkstückes aufbringen muß. Des weiteren fließt Material der Hohlwelle beim innenhochdruckbedingten Aufweiten im Bereich der eingelegten Nocken in Richtung der Fugen zwischen Werkzeug und Nocken, wodurch sich entsprechend beidseitig der Stirnseiten des Nockens im Übergang Nockenstirnseite zu Hohlwelle radial nach außen drängende Materialanstaunungen in der Hohlwelle ausbilden. Durch diese Anstaunungen werden im Nocken Zugspannungsspitzen erzeugt, die zu einem erhöhten Verschleiß der Nockenlaufbahn führen. Außerdem wirkt im Motorbetrieb durch Lastwechsel ein dynamisches Kraftmoment in axialer und radialer Richtung auf die Anstaunungen, was zu einem Lockern des Nockens auf der Welle führt. Insgesamt ist das bekannte Verfahren bzw. die Vorrichtung zur Herstellung einer gebauten Nockenwelle aufgrund der vorgenannten Probleme - wenn überhaupt - nur begrenzt in Fahrzeugen einsatztauglich.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer gebauten Nockenwelle aufzuzeigen, mittels dessen bzw. der in einfacher Weise die Betriebssicherheit der Nockenwelle in jedem Motorbetrieb gewährleistet ist und die Nockenwelle an aufgrund der individuellen Motorbauweise unterschiedlich positionierte Gegenlager beliebig angepaßt werden kann.

[0005] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 bezüglich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 6 bezüglich der Vorrichtung gelöst.

[0006] Dank der Erfindung kann der Hohlwellenaußendurchmesser der unverformten Ausgangswelle weitgehend unabhängig vom Lagerdurchmesser gewählt werden, wodurch bei geeigneter Wahl des Außendurchmessers der Hohlwelle dieser so groß bemessen ist, daß eine für jede Motorbetriebssituation ausreichende Biegesteifigkeit der Hohlwelle gewährleistet ist, und gleichzeitig so klein bemessen ist, daß der Nocken aufgrund einer genügenden Nockengurtdicke noch soviel Steifigkeit besitzt, daß dieser die Fügungsspannungen bei der fügenden Innenhochdruckbeaufschlagung der Hohlwelle einerseits und andererseits im Motorbetrieb gleichwelcher Last auch immer ohne Schaden zu erleiden aufnehmen kann. Durch die Unab-

hängigkeit des Lagerdurchmessers von den Abmaßen der restlichen Ausgangshohlwelle, welcher aufgrund einer gezielten aufweitenden Umformung der Lagerstelle der Hohlwelle mittels über eine lanzenförmige in die Hohlwelle eingebrachte Sonde erzeugten Innenhochdruckes wie gewünscht einstellbar ist, können moderne Motoren nahezu beliebiger Bauweise mit einer einzigen Art von Nockenwellen ausgestattet werden. Dabei muß lediglich die Lagerstelle unterschiedlich ausgeformt werden, was durch die Variabilität der Fertigung durch Innenhochdruckumformen jedoch ohne weiteres erreicht werden kann. Die Nockenwelle ist somit in einfacher Weise an die baulichen Zwangsbedingungen hinsichtlich des Gegenlagers fast beliebig anpaßbar und kann in ihrer Dimensionierung betriebssicher ausgelegt werden ohne daß durch eine Abhängigkeit von der Ausbildung der Lagerstelle mehr oder minder brauchbare Kompromißlösungen in Kauf genommen werden müssen. Durch die nun erreichte Möglichkeit, bei unterschiedlichen Motoren im wesentlichen gleiche Nockenwellen einzusetzen, wird deren Fertigung - über die bisherige Vielfalt an Versionen von Wellenbemaßungen gesehen - weitgehend vereinfacht, was den apparativen Aufwand und die Kosten in erheblichem Maße verringert. Im Hinblick auf die Verwendung von Lagerhülsen kann auf das separate Bauteil der Lagerhülse völlig verzichtet werden, da diese quasi aus der Hohlwelle heraus gebildet wird. Dies erspart weitere Kosten und den Aufwand, diese auf der Hohlwelle drehfest zu befestigen. Eine derartige Befestigung ist insbesondere dahingehend schwierig, daß die Herstellung separater Bauteile in der Regel Toleranzen aufweist, die beim Fügen später berücksichtigt werden müssen. Hierbei kann nach dem abschließenden Schleifprozeß der Nocken und der Lagerstellen die ohnehin geringe Wandstärke der Lagerhülse soweit reduziert sein, daß eine betriebssichere Fügung bzw. Befestigung der Lagerhülse auf der Hohlwelle nicht ermöglicht werden kann. Des weiteren besteht durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Lagerstelle nicht die Gefahr einer Loslösung im Motorbetrieb. Aufgrund des Einsatzes der lanzenförmigen Sonde sowohl für die Fügung des Nockens als auch für die Ausbildung der Lagerstelle, mit der gezielt ohne Gesamtbelastung der Hohlwelle mit Innenhochdruck Ausformungen bzw. Aufweitungen der Hohlwelle erreicht werden, kann auf ein Gesenk mit dem zugehörigen immensen apparativen Aufwand verzichtet werden. Es wird lediglich eine Einspannung für die Hohlwelle und Abstützwerkzeuge für die Nocken und die Lagerstellen benötigt. Aufgrund des gezielten Einsatzes des Innenhochdruckes können im Gegensatz zur Verwendung eines Gesenkes in unmittelbarem Anschluß an die Nocken sich ausbildende Aufwürfe der Hohlwelle, die ein Lockern des jeweiligen Nockens im Motorbetrieb zur Folge haben, vermieden werden, was wesentlich zur Betriebssicherheit der Nockenwelle im Motorbetrieb beiträgt.

[0007] Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung

können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung gebauter Nockenwellen in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 2 in einem seitlichen Längsschnitt eine Hohlwelle in ihrer Ausgangsform mit aufgeschobenem Nocken und eingeführter Sonde,

Fig. 3a in einem seitlichen Längsschnitt eine Lagerstelle der Hohlwelle aus Fig. 2 in Kalibrierform mit umgebenden Abstützwerkzeug,

Fig. 3b die Hohlwelle aus Fig. 3a in einem Schnitt entlang der Linie IIIb-IIIb,

Fig. 4a in einem seitlichen Längsschnitt eine Lagerstelle der Hohlwelle aus Fig. 2 in einer aufgeweiteten Form der Lagerstelle mit umgebenden Abstützwerkzeug,

Fig. 4b die Hohlwelle aus Fig. 4a in einem Schnitt entlang der Linie IVb-IVb,

Fig. 5 in einem seitlichen Längsschnitt eine Endform der erfindungsgemäß ausgebildeten Nockenwelle mit eingeführter Sonde.

[0008] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zur Herstellung einer gebauten Nockenwelle 2 dargestellt, welche mehrere hintereinander angeordnete Werkzeuge 3 zur Positionierung und Halterung der Nocken 4 beinhaltet, welche in den Werkzeugen 3 pneumatisch ausgerichtet werden. Diese Werkzeuge 3 befinden sich zwischen einer Hohlwellenzuführung 5 und einem Einspannwerkzeug 6, das die Hohlwelle 7 einenends mit einem Greifer 8 in einer zentrischen Position fixiert. Die Hohlwelle 7 wird dabei vor der Fixierung durch die Zuführung 5 durch die Nockenbohrungen 9 der in den Werkzeugen 3 gehaltenen Nocken 4 hindurchgefädelt. Auf hohlwellenabgewandter Seite 10 des Einspannwerkzeuges 6 ist eine mit einem Einführungstrichter 11 versehene Sondereinführung 12 angebracht, mittels derer eine lanzenförmige Sonde 13 (Fig. 2) exakt zentriert in die eingespannte Hohlwelle 7 einschiebbar ist.

[0009] Die Sonde 13 besteht im wesentlichen aus einem Metallstab, der einen zentralen mit einer Fluidhochdruck-Erzeugungsanlage fluidisch verbundenen Druckfluidführungs kanal 14 aufweist. Vom Druckfluidführungs kanal 14 zweigen axial voneinander beabstandete Querkanäle 15 und 16 ab, die Austrittsöffnungen 17 und 18 im Sondenmantel 38 besitzen. Es ist denkbar, daß im Bereich der Austrittsöffnungen 17 und 18 in den Sondenmantel 38 eine umlaufende Aussparung

eingearbeitet ist, welche einen ringförmigen zur Hohlwelle 7 hin offenen Druckraum bildet. Dadurch wird eine gleichzeitige und gleichförmige Hochdruckbeaufschlagung der jeweiligen Aufweitstelle der Hohlwelle 7 erreicht, wodurch eine Konturgleichheit der ausgeweiteten Stelle der Hohlwelle 7 erzielt wird. Dies ist günstig für den erforderlichen aufzubringenden Halt des Nockens 4 auf der Hohlwelle 7 aufgrund eines allseitig gleichen Preßverbundes und für den Rundlauf der Hohlwelle 7 in den am Motor angeordneten Lagerschalen im Motorbetrieb. Die Austrittsöffnungen 17 und 18 sind in Einschiebelage der Sonde 13 natürlich im durch Fluidhochdruck aufzuweitenden Bereich 19 der Lagerstelle 20 der Hohlwelle 7 und auf dem Abschnitt 21 der Hohlwelle 7 zwischen den beiden quer zu deren Längserstreckung verlaufenden Stirnseiten 22,23 des jeweiligen Nockens 4 plaziert.

[0010] Der Aufweitbereich 19 und der Abschnitt 21 werden durch jeweils die Dichtanordnung für die Hohlwelle bildende Dichtkörperpaare in Form von zwei axial beabstandeten Ringdichtungen 24,25 axial beidseitig begrenzt, die von der Sonde 13 getragen werden und für deren Halterung in dem Sondenmantel 38 jeweils zwei umlaufende Aufnahmenuten 26 ausgebildet sind. Die Ringdichtungen 24,25 stützen sich radial an der Innenseite 27 der Hohlwelle 7 abdichtend ab. Zusätzlich zu den Dichtkörperpaaren umfaßt die Dichtanordnung für die Lagerstelle 20 ein Abstützwerkzeug 28 (Fig. 3a,b) bzw. 29 (Fig. 4a,b), das in Gebrauchslage außen an der Hohlwelle 7 umlaufend unter Freilassung des aufzuweitenden Bereiches 19 der Hohlwelle 7 starr anliegt und die Ringdichtungen 24,25 abdeckt. Das Abstützwerkzeug 28 bzw. 29 besteht aus drei klemmbackenartigen Segmenten 39,40,41, deren Teilungsfugen 42 in Anlage an der Hohlwelle 7 um etwa 120° zueinander versetzt angeordnet sind.

[0011] Zur Herstellung der gebauten Nockenwellen 2 wird die Sonde 13 in die Hohlwelle 7 eingeschoben, wobei die Sonde 13 mit den Austrittsöffnungen 17,18 der Querkanäle 15,16 des Druckfluidführungs Kanals 14 exakt auf den jeweiligen Aufweitbereich 19 und den Abschnitt 21 axial ausgerichtet werden. Die Hohlwelle 7 kann vorher wie bereits geschildert durch die Nockenbohrungen 9 der Nocken 4 hindurchgefädelt werden. Alternativ können jedoch gleichermaßen die Nocken 4 auf eine fest eingespannte Hohlwelle 7 aufgeschoben und dort in der vorgesehenen Relativlage positioniert werden. Die Nocken 4 sind nun mit Spiel - stellvertretend gekennzeichnet durch den Spielspalt 30 in Fig. 2 - auf der Hohlwelle 7 positioniert. Alsdann werden die Abstützwerkzeuge 28 bzw. 29 radial zur Hohlwelle 7 verfahren, bis diese an ihr anliegen. Die an der Hohlwelle 7 anliegenden unmittelbar an den Aufweitbereich 19 der Hohlwelle 7 angrenzenden Abschnitte 31 des Abstützwerkzeuges 28 bzw. 29 sind durch einen die aufzuweitende Lagerstelle 20 überspannenden Abschnitt 32 des Werkzeuges 28 bzw. 29 miteinander verbunden sind. Der Abschnitt 32 springt gegenüber

den Anlageflächen 33 des Werkzeuges 28 bzw. 29 so weit zurück, daß er mit der Lagerstelle 20 einen ringförmigen Aufweitraum 34 einschließt (Fig. 4a,b). Die der Lagerstelle 20 zugewandte Fläche 35 des überspannenden Abschnittes 32 des Werkzeuges 28 kann nach Art einer Gesenkgravur für die aufzuweitende Lagerstelle 20 formgebend ausgebildet sein und ist dann um einen möglichst guten Materialfluß beim Aufweiten zu gewährleisten hochpoliert (Fig. 3a,b). Schließlich wird über den Druckfluidführungs kanal 14 und die Querkanäle 15 und 16 der Sonde 13 ein gespanntes Druckfluid auf die Hohlwelle 7 gebracht, welche sich aufgrund des Innenhochdruckes im Bereich 19 und dem Abschnitt 21 radial nach außen aufweitet, wonach sich einerseits der Preßverbund zwischen Nocken 4 und Hohlwelle und andererseits die den Abstand zwischen Hohlwelle 7 und Gegenlager des Motors überbrückende Ausbauchung 36 der Lagerstelle 20 ergibt. Das Abstützwerkzeug 28 bzw. 29 ist in der Gebrauchslage starr, also unverrückbar, angeordnet und überdeckt dabei derart die Ringdichtungen 24,25, daß ein Abheben des an diesen anliegenden Hohlwellenmaterials unter der Fluidhochdruckbeaufschlagung von den Ringdichtungen 24,25 vermieden wird, was sonst einen Verlust deren Dichtwirkung zur Folge hätte. Aufgrund der Einengung des Aufweitbereiches auf den Abschnitt 21 zwischen den Stirnseiten 22,23 des jeweiligen Nockens 4 mittels der gezielten Platzierung der Ringdichtungen 24,25 werden für einen sicheren Halt des Nockens 4 auf der Hohlwelle 7 schädliche Materialanstaunungen der Hohlwelle 7 beidseitig des Nockens 4 verhindert. Durch die Dichtwirkung bleiben die Abschnitte der Hohlwelle 7 zwischen den Lagerstellen 20 und den Abschnitten 21 der Nocken 4 drucklos und somit unverformt.

[0012] Die Aufweitung des Abschnittes 21 und des Bereiches 19 der Lagerstelle 20 kann gleichzeitig erfolgen, wobei jedoch durch die schnellere Anlage des Nockens 4 an der Hohlwelle 7 im Gegensatz zu der Erreichung der gewünschten Endform der Lagerstelle 20 auf den Nocken 4 aufgrund der größeren Aufweitung axiale Zugspannungen wirken, was zu einer Reduzierung der übertragbaren Drehmomente auf den Nocken 4 im Motorbetrieb führen kann. Dies kann zwar dadurch wiederum gemindert werden, daß aufgrund der Abstützung durch das Werkzeug 28 bzw. 29 die Hohlwelle 7 derart eingeklemmt wird, daß das Hohlwellenmaterial zur Aufweitung der Lagerstelle 20 nicht frei aus der Länge der Hohlwelle 7 sondern allein nur aus dem Bereich 19 bezogen wird, so daß die Wandstärke der Lagerstelle 20 in ihrer Endform gegenüber ihrer Ausgangsform verringert ist. Die verringerte Wandstärke der Lagerstelle 20 ist jedoch deren Verschleißfestigkeit und Steifigkeit abträglich. Des weiteren wirkt sich ein freier Fluß des Hohlwellenmaterials aus der Länge der Hohlwelle 7 negativ auf die Positionierung der Nocken 4 auf der Hohlwelle 7 aus, da die Hohlwelle 7 nach der Umformung verkürzt ist, so daß eine Nachpositionierung der Nocken 4 notwendig ist oder ein aufwendiges

Vorhalten von Material erforderlich ist, was zu einer größeren Ausgangshohlwellenlänge führt. Letzteres geht außerdem mit einer aufwendigen von der Endlage abweichenden Vorpositionierung der Nocken 4 einher.

[0013] Alternativ kann in günstiger Weise die Ausbildung der Lagerstelle 20 und der Fügevorgang des Nockens 4 auf der Hohlwelle 7 sequentiell erfolgen, wobei die Lagerstelle 20 zuerst ausgeformt wird. Hierzu ist im Querkanal 15 zum Nocken 4 ein Druckbegrenzungsventil 37 angeordnet, das den Querkanal 15 sperrt, wenn die Lagerstelle 20 mit Innenhochdruck beaufschlagt wird. Der jeweilige Nocken 4 wird auf die Hohlwelle 7 in eine provisorische Fügelage geschoben oder nimmt bei einer Einfädung der Hohlwelle 7 in die Nocken 4 eine provisorische Fügelage ein. Nunmehr wird die Lagerstelle 20 wie gewünscht gemäß Fig. 4a,b in einfacher Weise in Form einer Ausbauchung 36 um etwa 1-2 mm aufgeweitet. Dementsprechend muß allerdings das Gegenlager am Motor kalottenförmig ausgebildet werden, was wiederum einigen Aufwand bedeutet.

[0014] Bei der Ausbildung der Lagerstelle 20 zugewandten Fläche 35 des Werkzeugabschnittes 32 nach Art einer Gesenkgravur kann die Lagerstelle 20 jedoch bei der Aufweitung nach Anlage des Hohlwellenmaterials an der Gravur eine zylindrische Form annehmen, wodurch die Ausbildung des Gegenlagers des Motors vereinfacht wird (Fig. 3a,b). Der einer Gesenkgravur nachgebildete Abschnitt 32 kann auch von einer hinsichtlich des Abstützwerkzeuges (28) separaten Werkzeugform gebildet werden. Um eine präzise Konturierung der Lagerstelle 20 zu erreichen, muß die Lagerstelle 20 mit einem zum Aufweitdruck vergleichsweise erheblich höheren Druck kalibriert werden. Nach der Ausbildung der Lagerstellen 20, die frei aus der Länge der Hohlwelle 7 geformt werden und somit in der Endform weitgehend die gleiche Wandstärke aufweisen wie in der Ausgangsform der Hohlwelle 7, wobei der bei der Umformung auftretenden Verkürzung der Hohlwelle 7 zur Einhaltung der Abstände der Lagerstellen 20 voneinander durch Vorhalten von Material durch Verwendung einer längeren Hohlwelle 7 oder durch sukzessives Aufweiten der einzelnen Lagerstellen 20 entgegnet werden kann, werden die Nocken 4 zwischen den Lagerstellen 20 in ihre endgültige Fügelage positioniert. Dann wird der Querkanal 15 freigegeben und der Abschnitt 21 der Hohlwelle 7 in einem zweiten Umformvorgang mit einem gegenüber dem oben beschriebenen Aufweitdruck für die Lagerstelle 20, insbesondere dem Kalibrierdruck wesentlich geringeren Innenhochdruck beaufschlagt, wobei durch die dortige Aufweitung der Hohlwelle 7 der Nocken 4 unter Bildung eines Preßverbundes an sie gefügt wird. Die Verkürzung der Hohlwelle 7 bei dieser Zweiten Umformung fällt nicht ins Gewicht, da die Hohlwelle 7 sich dort lediglich um etwa 0,2 mm aufweitet. Bei Verwendung des Abstützwerkzeuges 29 ist es nützlich, um eine weitere Aufweitung während des Fügevorganges zu vermeiden, im Querkanal

16 ebenfalls ein Druckbegrenzungsventil vorzusehen, das diesen beim erwähnten Fügen sperrt. Nach den vollzogenen Umformvorgängen der Hohlwelle 7 wird die gewünschte Nockenwelle 2, wie aus Fig. 5 ersichtlich erhalten. Das Druckfluid wird entspannt, die Abstützwerkzeuge 28 bzw. 29 entfernt und die Sonde 13 aus der Nockenwelle 2 herausgezogen. Danach wird die Einspannung gelöst und die fertige Nockenwelle 2 zum weiteren Verbau entnommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen (2), wobei auf eine Hohlwelle (7) zumindest ein Nocken (4) auf die Hohlwelle (7) geschoben wird, wonach die Hohlwelle (7) zwischen den beiden quer zur Längserstreckung der Hohlwelle (7) verlaufenden Stirnseiten (22,23) des Nockens (4) und an der jeweiligen Lagerstelle (20) mittels eines hochgespannten Druckfluides, das von einer in die Hohlwelle (7) eingeführten, lanzenförmigen Sonde (13) gefördert wird, derart aufgeweitet wird, daß einerseits ein Preßverbund von Nocken (4) und Hohlwelle (7) und andererseits eine den Abstand zwischen Hohlwelle (7) und Gegenlager überbrückende Ausbauchung (36) der Lagerstelle (20) der Hohlwelle (7) entsteht, wobei die Hohlwelle (7) zwischen den aufgeweiteten Stellen (20,21) durch eine Dichtungsanordnung (28;29 und 24,25) an der Sonde (13) gegenüber dem aufweitenden Innenhochdruck abgedichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweilige Nocken (4) in der gewünschten seiner Endlage entsprechenden Relativlage zur Hohlwelle (7) positioniert wird und daß danach die Fügestelle (21) der Hohlwelle (7) mit dem jeweiligen Nocken (4) zwischen dessen Stirnseiten (22,23) und die jeweilige Lagerstelle (20) der Hohlwelle (7) gleichzeitig mit Innenhochdruck über die Sonde (13) beaufschlagt wird, wobei die Hohlwelle (7) am Ort der Dichtungsanordnung (28;29 und 24,25) der Sonde (13) von außen derart gegenüber dem Innenhochdruck abgestützt wird, daß die Aufweitung der Lagerstelle (20) durch den Innenhochdruck ausschließlich unter Verringerung der Wandstärke im Bereich des aufzuweitenden Hohlwellenabschnitts (19,21) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweilige Nocken (4) auf die Hohlwelle (7) in eine provisorische Fügelage geschoben wird, daß danach die Aufweitung der Lagerstelle (20) der Hohlwelle (7) erfolgt und daß erst im Anschluß an die ausgeformten Lagerstellen (20) der Nocken (4) in seine endgültige Fügelage positioniert wird und

dann auf die Hohlwelle (7) dort mittels Innenhochdruckbeaufschlagung der Hohlwelle (7) gefügt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die aufzuweitenden Abschnitte (20,21) der Hohlwelle (7) mit unterschiedlich hohen Fluiddrücken beaufschlagt werden, wobei die Lagerstelle (20) mit höherem Druck beaufschlagt wird als die Fügestelle (21) des Nockens (4). 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die aufgeweiteten Lagerstellen (20) abschließend mit einem gegenüber dem Aufweitdruck wesentlich höheren Kalibrierdruck beaufschlagt werden, wobei die jeweilige Lagerstelle (20) durch Anpressen an eine sie umgebende Werkzeugform konturiert wird. 10
6. Vorrichtung zur Herstellung einer aus einer Hohlwelle (7) und zumindest einem Nocken (4) gebauten Nockenwelle (2) mit einer in die in einer endseitigen Einspannung befindlichen Hohlwelle (7) einschiebbaren lanzenförmigen Sonde (13), welche einen mit einer Fluidhochdruck-Erzeugungsanlage fluidisch verbundenen Druckfluidführungs- 15
kanal (14) aufweist, der Austrittsöffnungen (17,18) im durch Fluidhochdruck aufzuweitenden Bereich (19) einer Lagerstelle (20) der Hohlwelle (7) und auf dem Abschnitt (21) der Hohlwelle (7) zwischen den beiden der zur Längserstreckung verlaufenden Stirnseiten (22,23) des jeweiligen Nockens (4) besitzt, mit jeweils einer Dichtanordnung (28;29 und 24,25) für die Hohlwelle (7) auf dem Abschnitt (21) des zu fügenden Nockens (4) und im Bereich (19) der Lagerstelle (20), wobei die Dichtanordnungen (28,29 und 24,25) zwei Dichtkörper (24,25) beinhalten, die auf der Sonde (13) umlaufend angeordnet und axial voneinander beabstandet sind und die die aufzuweitenden Bereiche (19,21) der Hohlwelle (7) axial beidseitig mit Abstützung an der Innenseite (27) der Hohlwelle (7) abdichtend begrenzen, und wobei die Dichtanordnung (28;29 und 24,25) für die Lagerstelle (20) ein Abstützwerkzeug (28 ,29) beinhaltet, das in Gebrauchslage außen an der Hohlwelle (7) umlaufend unter Freilassung des aufzuweitenden Bereiches (19) der Hohlwelle (7) starr anliegt und den jeweiligen Dichtkörper (24,25) dabei abdeckt, und mit Werkzeugen (3) zur Ausrichtung, Positionierung und Halterung des Nockens (4). 20
25
30
35
40
45
50
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die an der Hohlwelle (7) anliegenden Abschnitte (31) des Abstützwerkzeuges (28;29) durch einen die aufzuweitende Lagerstelle (20) 55

überspannenden Abschnitt (32) miteinander verbunden sind, wobei dieser mit der Lagerstelle (20) einen ringförmigen Aufweitraum (34) einschließt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die der Lagerstelle (20) zugewandte Fläche (35) des überspannenden Abschnittes (32) des Abstützwerkzeuges (28) nach Art einer Gesenkgravur für aie aufzuweitende Lagerstelle (20) formgebend ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Formgebungsfläche (35) poliert ist. 15
10. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß vom Druckfluidführungs-kanal (14) der Sonde (13) jeweils ein diesen mit der jeweiligen Austrittsöffnung (17,18) verbindender Querkanal (15,16) abzweigt, wobei im Querkanal (15), der zum Aufweitungsabschnitt (21) der Hohlwelle (7) am Nocken (4) führt, ein Druckbegrenzungsventil (37) angeordnet ist. 20

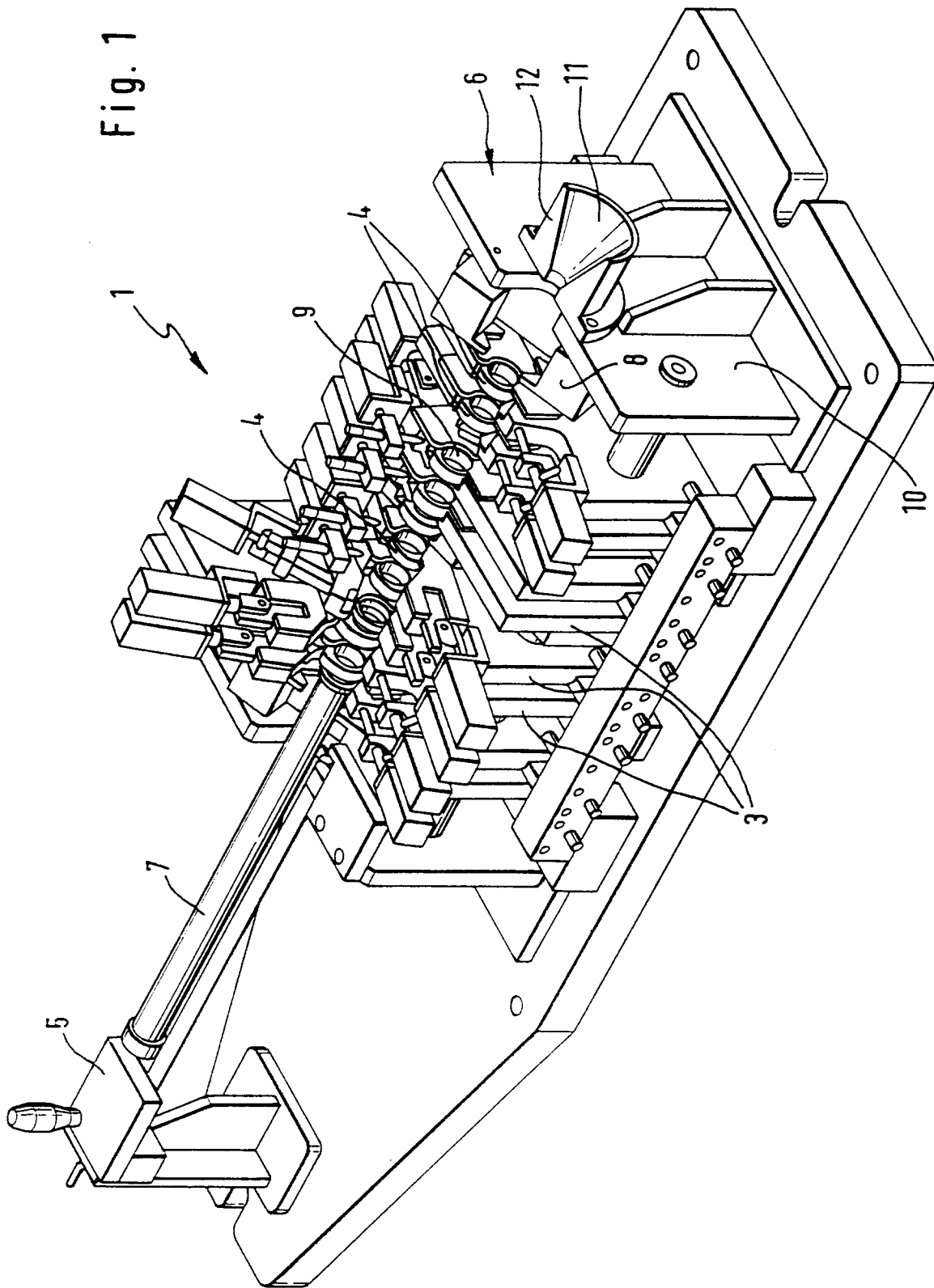


Fig. 2

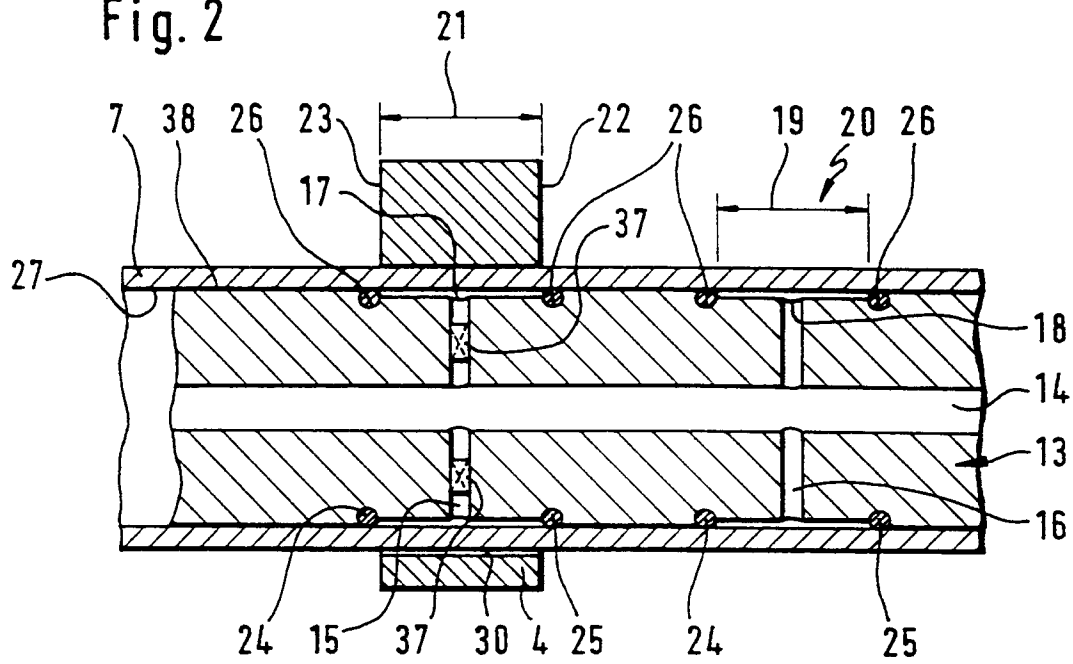


Fig. 3a

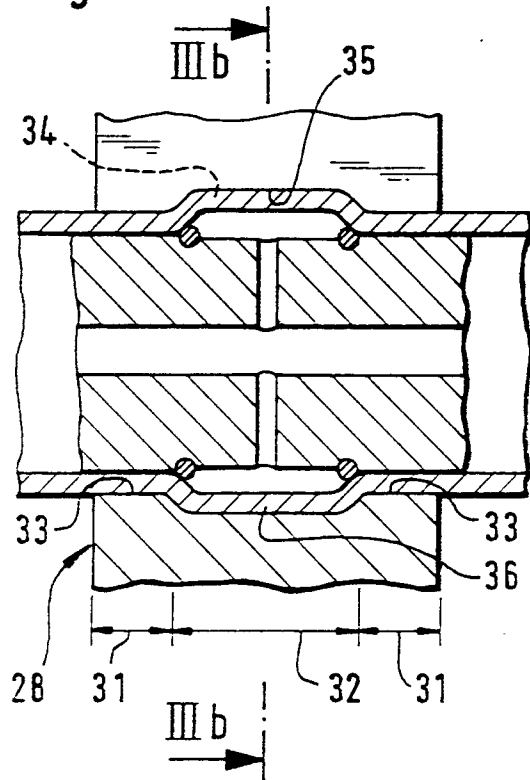


Fig. 3b

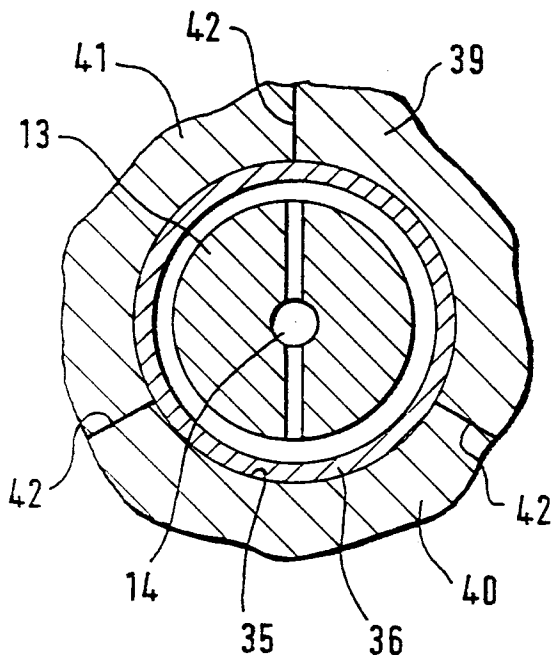


Fig. 4a

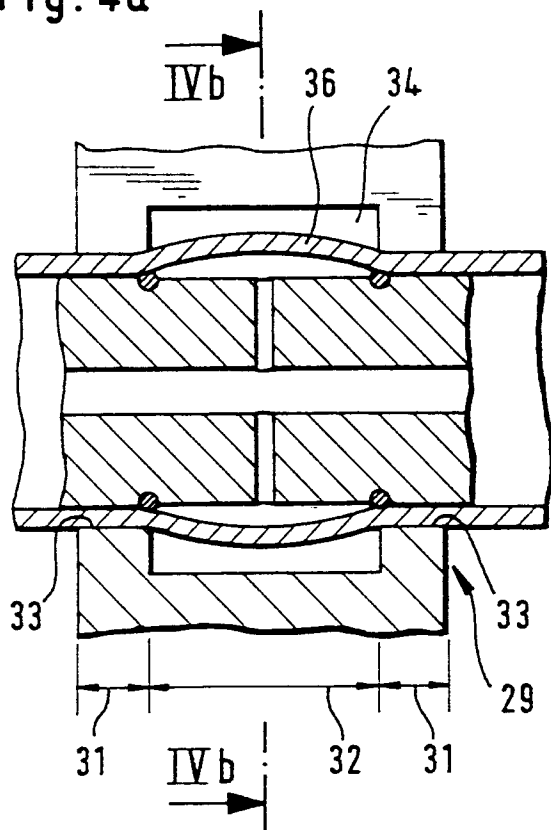


Fig. 4b

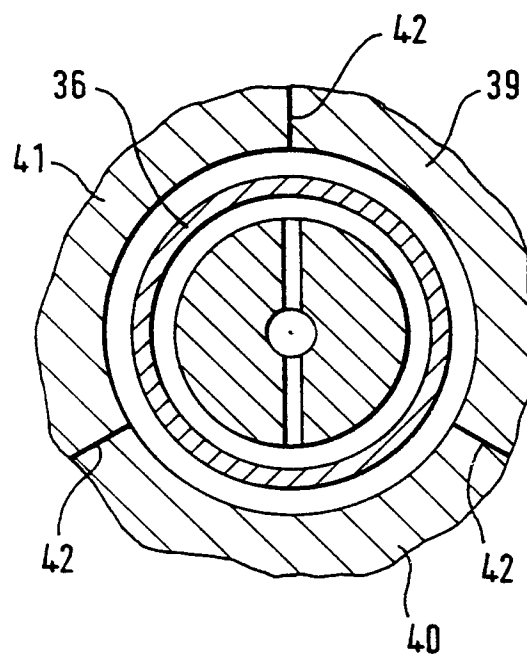
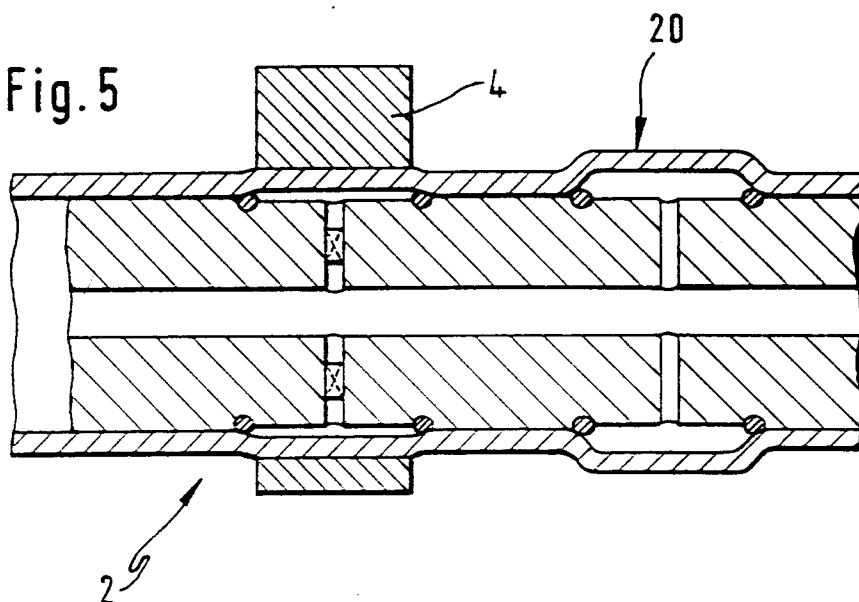


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 12 3711

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,Y	DE 37 04 092 C (GESENKSCHMIEDE SCHNEIDER GMBH) 26. Mai 1988 * Spalte 4, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 52; Abbildung 1 *	1,2,6	B21D53/84 F16C3/10
Y	US 4 867 004 A (INTERATOM GMBH) 19. September 1989 * Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 3, Zeile 31; Abbildung 1 *	1,2,6	
Y	US 5 201 247 A (MANNESMANN AKTIENGESELLSCHAFT) 13. April 1993 * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 67; Abbildungen 1,2 *	1,2,6	
A	EP 0 389 070 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 26. September 1990 * Spalte 4, Zeile 44 - Spalte 5, Zeile 26; Abbildungen 6,9 *	6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D F16C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 18. Mai 1999	Prüfer Vinci, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 98 12 3711

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-05-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3704092 C	26-05-1988	AT 55812 T	15-09-1990
		WO 8806248 A	25-08-1988
		EP 0278292 A	17-08-1988
		JP 1502685 T	14-09-1989
		JP 2685561 B	03-12-1997
		US 5259268 A	09-11-1993
US 4867004 A	19-09-1989	DE 3717517 A	15-12-1988
		DE 3865242 A	07-11-1991
		EP 0293652 A	07-12-1988
		JP 1628408 C	20-12-1991
		JP 2051687 B	08-11-1990
		JP 63309331 A	16-12-1988
US 5201247 A	13-04-1993	DE 3800912 A	27-07-1989
		CA 1326768 A	08-02-1994
		EP 0324499 A	19-07-1989
		IN 170886 A	06-06-1992
		JP 1216113 A	30-08-1989
		JP 2862884 B	03-03-1999
		MX 174534 B	24-05-1994
EP 0389070 A	26-09-1990	CA 1290596 A	15-10-1991
		DE 3850503 D	04-08-1994
		DE 3850503 T	13-10-1994
		DE 3864856 A	24-10-1991
		EP 0282166 A	14-09-1988
		JP 1954782 C	28-07-1995
		JP 6086803 B	02-11-1994
		JP 63235607 A	30-09-1988
		US 4835832 A	06-06-1989
		US 4922785 A	08-05-1990
		US 4841627 A	27-06-1989

EPO FORM P0461

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