

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 824 047 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.02.1998 Patentblatt 1998/08(51) Int. Cl.⁶: **B21D 26/02**(21) Anmeldenummer: **97113478.8**(22) Anmeldetag: **05.08.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**(30) Priorität: **14.08.1996 DE 19632776**

(71) Anmelder:

- **HUBER & BAUER GmbH**
D-66763 Dillingen (DE)
- **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:

- **Adamis, Panagiotis, Prof. Dr.**
38442 Wolfsburg (DE)
- **Beier, Alfred**
38108 Braunschweig (DE)
- **Bauer, Anton**
66773 Schwalbach/Elm (DE)

(74) Vertreter:

Bernhardt, Winfrid, Dr.-Ing.
Kobenhüttenweg 43
66123 Saarbrücken (DE)

**(54) Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen einer verhältnismässig scharfkantigen
Einsenkung an einem Werkstück bei der Innenhochdruckumformung**

(57) Zum Erzeugen einer verhältnismässig scharfkantigen Einsenkung an einem Werkstück bei der Innenhochdruckumformung, insbesondere zum Erzeugen einer Paßfeder- oder Scheibenfeder-Nut, insbesondere an einer hohlen Welle, wird das die Einsenkung ausbildende Formwerkzeugteil nach Beaufschlagen des Werkstückes mit einem hydraulischen Druck aus der Formwerkzeugwand vorgeschoben, der bis zu 40% unter dem Enddruck liegt, und anschließend der

hydraulische Druck auf den Enddruck erhöht. Während des Vorschubes des genannten Formwerkzeugteils wird der hydraulische Druck weiter erhöht.

Dazu wird ein Formwerkzeug (1) angewandt, in dem eine Einsenkung (18) in dem Werkstück (4) ausbildendes Formwerkzeugteil (9) als Stempel gesteuert verschiebbar angeordnet ist.

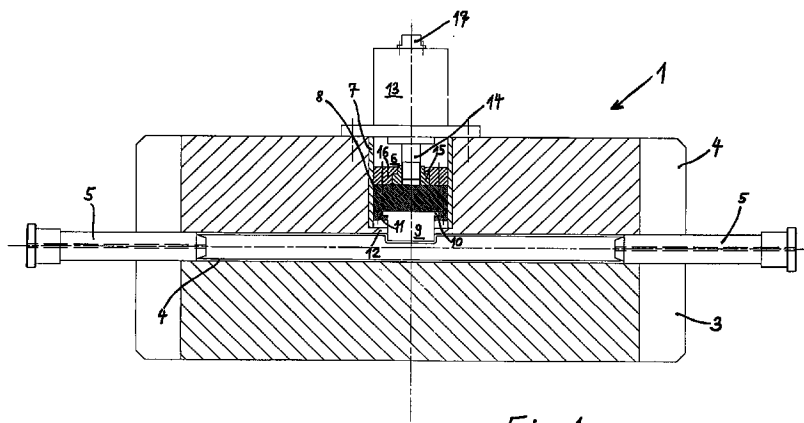


Fig. 1

EP 0 824 047 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer verhältnismäßig scharfkantigen Einsenkung an einem Werkstück bei der Innenhochdruckumformung, insbesondere zum Erzeugen einer Paßfeder- oder Scheibenfeder-Nut, insbesondere an einer hohlen Welle.

Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Beim Innenhochdruckumformen wird ein in ein Formwerkzeug eingelegter rohrförmiger Rohling in seinem Inneren mit einem solchen hydraulischen Druck beaufschlagt, daß er sich aufweitet und an die Wandung des Formwerkzeuges anlegt.

Diese Verfahrensweise wird auch für geringfügige Verformungen benutzt, die in erster Linie oder nur zum Kalibrieren dienen, beispielsweise einer Hohlwelle.

Während sich Ansätze an dem Werkstück in Form von Ausstülpungen recht gut erzeugen lassen, machen Einsenkungen gewisse Schwierigkeiten. Einstülpungen in den ursprünglichen Hohlquerschnitt des Rohlings hinein können nicht primär durch den Innenhochdruck erzeugt werden. Es ist grundsätzlich in irgendeiner Weise ein Prägestempel erforderlich. Die Alternative, von einem Rohling eines so geringen Durchmessers auszugehen, daß er ohne stellenweise eingedrückt zu werden in das Formwerkzeug paßt, ist unter anderen Gesichtspunkten nicht gerechtfertigt.

Es erweist sich, daß auch ein in das Formwerkzeug eingebauter, verschiebbarer Prägestempel das Problem nicht ohne weiteres löst. Bei Eindrücken des Prägestempels vor der hydraulischen Verformung wird eine Einwölbung geschaffen, die nur noch mit extrem hohem hydraulischen Druck bis zur Anlage an der Werkzeugwandung herausgetrieben werden kann. Das Eindrücken eines Prägestempels bei dem hydraulischen Druck erzeugt bekanntlich Lochung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit vertretbarem Aufwand im Rahmen der Innenhochdruckumformung eine möglichst scharfkantige Einsenkung zu erzeugen.

Gemäß der Erfindung wird dieser Zweck in der Weise erfüllt, daß das die Einsenkung ausbildende Formwerkzeugteil nach Beaufschlagen des Werkstücks mit einem hydraulischen Druck aus der Formwerkzeugwand vorgeschoben wird, der bis zum 40% unter dem Enddruck liegt, und anschließend der hydraulische Druck auf den Enddruck erhöht wird.

Bei dieser Verfahrensweise biegt das als Stempel verschiebbare Formwerkzeugteil das Rohr nicht einfach nur ein. Die Hydraulikflüssigkeit läßt für eine solche Verformung nicht den freien Raum. Der Stempelhub wird vielmehr genutzt, das Material über der Hydraulikflüssigkeit als Gegenlager auszuziehen; die Verformungsenergie wird weitgehend durch den Stempel eingebracht. Es entsteht im Anschluß an die Umfangswand des rohrförmigen Rohlings nur eine kleine Bie-

gung, die anschließend durch den vollen hydraulischen Druck noch ausreichend herausgedrückt und genügend scharfkantig gemacht werden kann.

Die günstigsten Parameter im einzelnen müssen je nach Werkstück durch Routineversuche ermittelt werden. In der Regel wird das genannte Formwerkzeugteil am besten bei 75 bis 98% des Enddruckes vorgeschoben werden.

Vorzugsweise wird während des Vorschubs des genannten Formwerkzeugteils der hydraulische Druck weiter erhöht.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens ist gekennzeichnet durch ein Formwerkzeug, in dem eine Einsenkung in dem Werkstück ausbildendes Formwerkzeugteil als Stempel gesteuert verschiebbar angeordnet ist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist in dem Formwerkzeug, vorzugsweise in einem Werkzeugoberenteil, eine verschiebbare Halterung für das genannte Formwerkzeug geführt.

Dies ist eine stabile Konstruktion, vor allem in der weiteren Ausgestaltung, daß die Halterung als Kolben in einem prismischen oder zylindrischen, vorzugsweise mit einer Buchse aus einem Gleitmaterial ausgekleideten, Hohlraum angeordnet ist.

Im Anschluß an den Hohlraum kann in zweckmäßiger Weise eine, vorzugsweise mit einem Wegmesser versehene, Hydraulikzylindereinheit an der Außenseite des Formwerkzeuges angesetzt sein, an deren Kolbenstange der genannte Kolben sitzt.

Die Zeichnungen geben ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wieder.

Fig. 1 zeigt einen senkrechten Längsschnitt durch ein Formwerkzeug,

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus Fig. 1 in größerem Maßstab und

Fig. 3 zeigt einen Schnitt nach Linie III-III in Fig. 2.

Das mit 1 bezeichnete Formwerkzeug ist in seiner waagerechten Mittelebene geteilt; es setzt sich zusammen aus einem Werkzeugunterteil 2 und einem Werkzeugoberenteil 3.

In dem Formhohlraum ist ein bereits verformtes Werkstück 4 dargestellt. Zwei in das Formwerkzeug 1 und die Enden des rohrförmigen Werkstückes 4 eingreifende Druckmittelanschlüsse 5 sind von bekannter Art.

In dem Werkzeugoberenteil 3 ist ein zylindrischer Hohlraum 6 ausgefräst und mit einer Buchse 7 aus Gleitmaterial ausgekleidet.

Der Hohlraum 6 mit der Buchse 7 dient als Führung für einen Kolben 8, der eine Halterung für ein in dem Formwerkzeug 1 bewegliches Formwerkzeugteil 9 darstellt: Das Formwerkzeugteil 9 wird an einem Bund 10 von einer an der Unterseite des Kolbens 8 angeschraubten, ringförmigen Halteplatte 11 übergriffen. Ein unterer Abschnitt des Formwerkzeugteils 9 ragt in der Form eines länglichen Quaders durch einen diesem ange-

paßten Ausschnitt im Boden 12 des Hohlraums 6. In zurückgezogener Stellung liegt die Unterseite des Formwerkzeugteils 9 annähernd bündig in der Wand des Formhohlraums.

Der Kolben 8 ist verschiebbar durch einen auf der Außenseite des Formwerkzeugs 1 aufgesetzten Hydraulikzylinder 13, dessen Kolbenstange 14 mit einem aufgeschraubten Bundring 15 versehen ist, der wiederum durch eine ringförmige, den Bund übergreifende, mit dem Kolben 8 verschraubte Halteplatte 16 mit dem Kolben 8 verbunden ist. Bei 17 ist ein Wegmesser für den Kolbenhub des Hydraulikzylinders 16 dargestellt.

Durch Verschieben des Formwerkzeugteils 9 nach Beaufschlagung des Werkstücks 4 mit Druck und bei Steigerung des Druckes während des Verschiebens sowie durch anschließende nochmalige Druckerhöhung ist in dem rohrförmigen Werkstück 4 eine Paßfedernut 18 eingeformt worden.

Die Ausformung der Rohrwandung in den in Fig. 2 und 3 durch die Pfeile 19 bezeichneten Winkel hinein ist in der Zeichnung im wesentlichen vollständig. Die verbleibende Rundung 20 ergibt sich aus der Dicke der Rohrwandung. Die Paßfedernut 18 ist insofern scharfkantig im Gegensatz zu einer in Fig. 2 bei 21 gestrichelt ange deuteten Biegung. Die Biegungstiefe, um die die Seitenwandtiefe der Nut sich - unerwünscht - verringert, ist in Fig. 2 links durch geschweifte Klammern verdeutlicht und mit 22 bezeichnet.

Das Werkstück 4 ist schematisch dargestellt. Im konkreten Fall handelt es sich beispielsweise um eine Nockenwelle zur Steuerung von Motorventilen, die in dem Formwerkzeug 1 kalibriert wird und z.B. zehn Paßfedernuten 18 erhält zur Anbringung von zehn Nocken.

Je nach Werkstück läßt sich durch Versuche ermitteln, bei welchen Parametern, wie Wanddicke, Tiefe der Einsenkungen, hydraulische Drucke usw., gearbeitet werden muß.

Beispiel:

Ein aus St. 52, NKB, nahtlos gezogenes Rohr von 20 mm Durchmesser und 3,5 mm Wanddicke wird durch Innenhochdruckumformung kalibriert und mit einer Nut versehen.

1) Das die Nut bildende Formwerkzeugteil wird, während der hydraulische Druck von 2050 auf 2100 bar gesteigert wird, um 4,7 mm vorgeschoben. Anschließend wird der Druck auf 2500 bar gesteigert. Ergebnis: Der Nutboden ist abgerissen.

2) Das Formwerkzeugteil wird bei sonst gleichen Parametern nur um 3,7 mm vorgeschoben. Ergebnis: Es ist eine Nut gebildet mit 1,4 mm Biegungstiefe an der Seitenwand.

3) Das Formwerkzeugteil wird wiederum um 3,7 mm vorgeschoben, aber bei einem von 3050 auf 3100 bar gesteigerten Druck. Anschließend wird

ein Druck von 3200 bar eingestellt. Ergebnis: Es ist eine Nut gebildet mit einer Biegungstiefe an der Seitenwand von 0,9 mm. Das Ergebnis ist brauchbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer verhältnismäßig scharfkantigen Einsenkung an einem Werkstück bei der Innenhochdruckumformung, insbesondere zum Erzeugen einer Paßfeder- oder Scheibenfeder-Nut, insbesondere an einer hohlen Welle, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsenkung ausbildende Formwerkzeugteil nach Beaufschlagen des Werkstückes mit einem hydraulischen Druck aus der Formwerkzeugwand vorgeschoben wird, der bis zu 40% unter dem Enddruck liegt, und anschließend der hydraulische Druck auf den Enddruck erhöht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Formwerkzeugteil bei 75 bis 98% des Enddruckes vorgeschoben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß während des Vorschubes des genannten Formwerkzeugteils der hydraulische Druck weiter erhöht wird.
4. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch ein Formwerkzeug (1), in dem ein eine Einsenkung (18) in dem Werkstück (4) ausbildendes Formwerkzeugteil (9) als Stempel gesteuert verschiebbar angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Formwerkzeug (1), vorzugsweise in einem Werkzeugoberteil (2), eine verschiebbare Halterung (8, 11) für das genannte Formwerkzeugteil (9) geführt (6, 7) ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung als Kolben (8) in einem prismatischen oder zylindrischen, vorzugsweise mit einer Buchse (7) aus Gleitmaterial ausgekleideten, Hohlraum (6) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an den Hohlraum (6) eine, vorzugsweise mit einem Wegmesser (17) versehene, Hydraulikzylindereinheit (13) an der Außenseite des Formwerkzeuges (1) angesetzt ist, an deren

Kolbenstange (14) der genannte Kolben (8) sitzt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

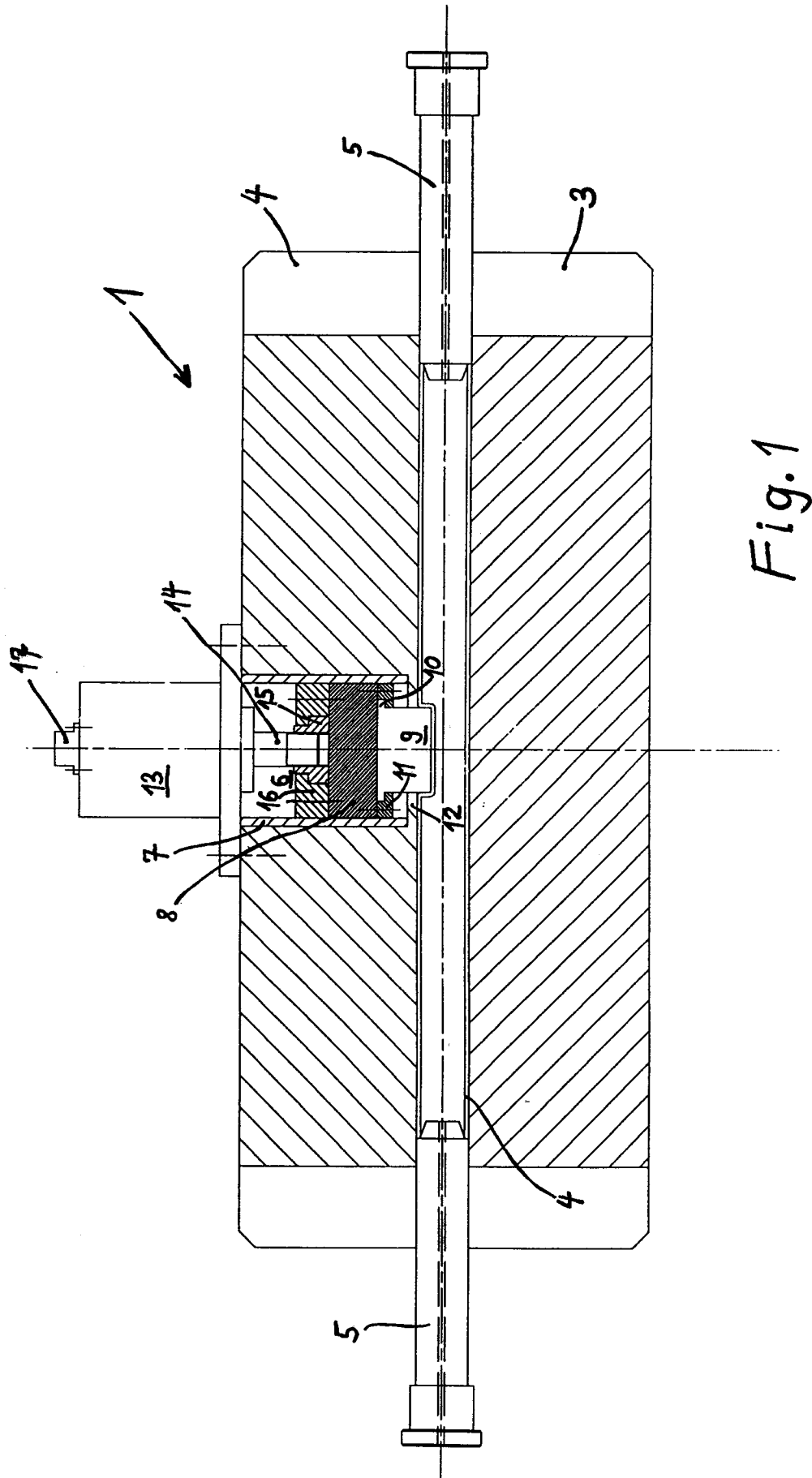
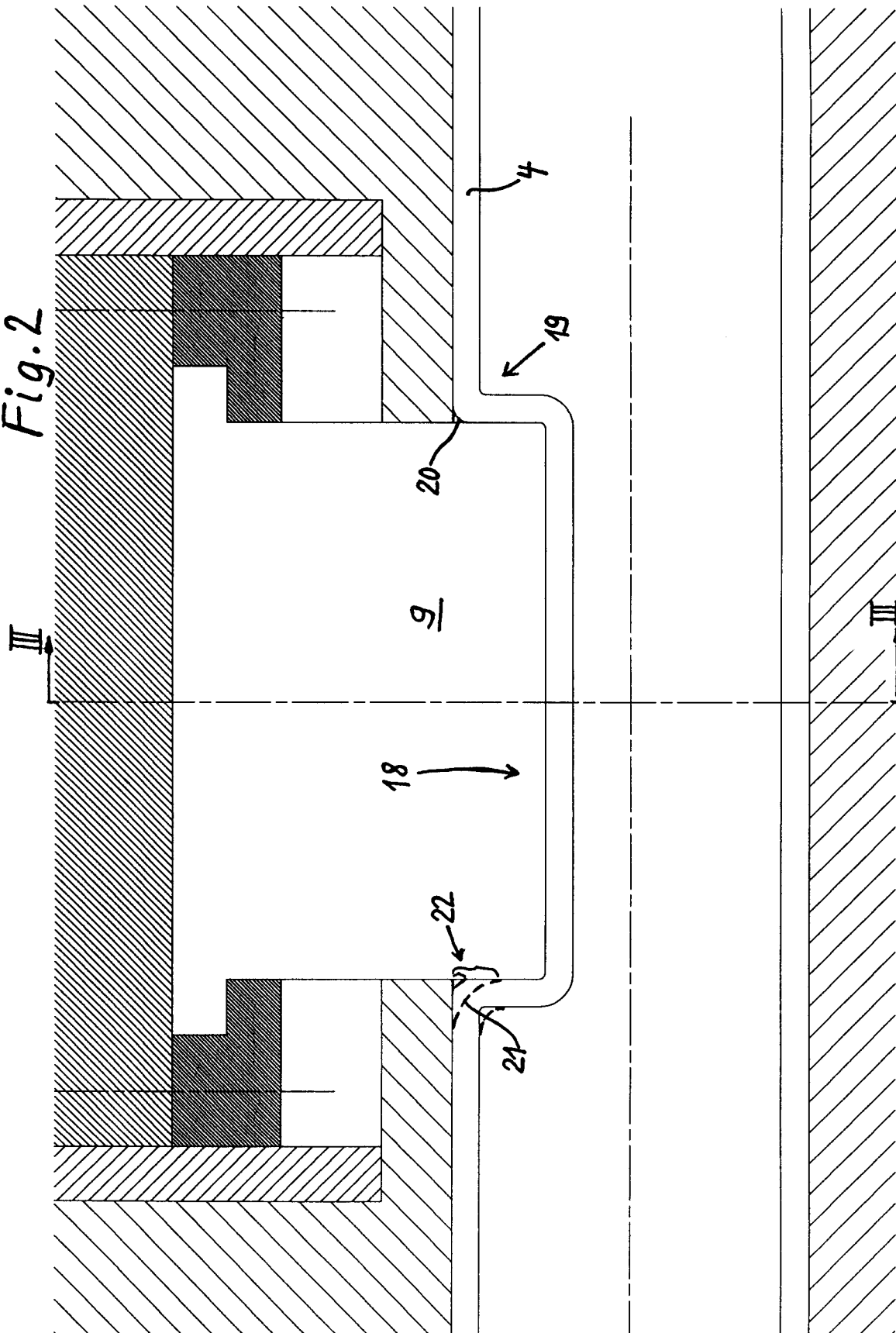
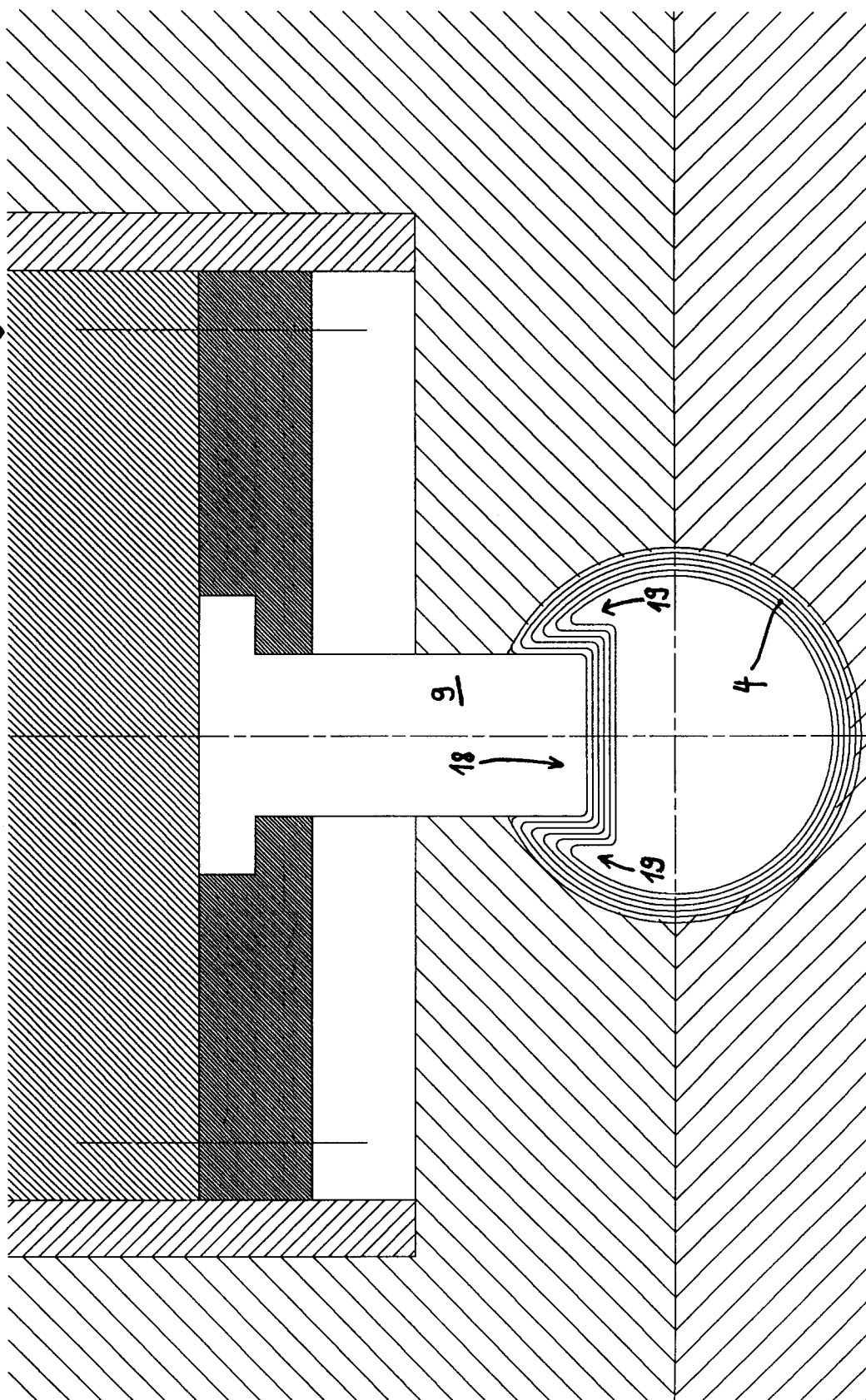
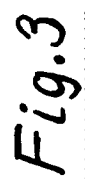


Fig. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 3478

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 209 (M-407), 27.August 1985 & JP 60 068124 A (TOUKAI RIKI DENKI SEISAKUSHO : KK), 18.April 1985, * Zusammenfassung *	1,4	B21D26/02
A,P	DE 195 18 252 A (WILHELM SCHÄFER MASCHINENBAU GMBH & CO) * Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 42; Abbildungen 1-3,8,9 *	1-7	
A,P	EP 0 758 565 A (SCHÄFER HYDROFORMING GMBH & CO.) * Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 51; Abbildungen 1-3C *	1-7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 258 (M-340), 27.November 1984 & JP 59 130632 A (MASANOBU NAKAMURA), 27.Juli 1984, * Zusammenfassung *	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 10.November 1997	Prüfer Cuny, J-M
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 : mündliche 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 03.92 (P04C03)