



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2001 Patentblatt 2001/24

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **00124967.1**

(22) Anmeldetag: **16.11.2000**

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

(72) Erfinder:
• **Streubel, Wolfgang**
32756 Detmold (DE)
• **Harbarth, Thomas**
33102 Paderborn (DE)

(30) Priorität: **01.12.1999 DE 19957888**

(74) Vertreter: **Bockermann, Rolf, Dipl.-Ing.**
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(71) Anmelder: **BENTELER AG**
D-33104 Paderborn (DE)

(54) **Vorrichtung zum hydraulischen Hochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils oder einer Platine**

(57) Die Vorrichtung (1) umfasst ein Formwerkzeug (2) mit einem Untergesenk (3) und einem Obergesenk (4). Das Obergesenk (4) ist über eine ein Hydraulikfluid enthaltende Kolben-Zylinder-Einheit (9) mit einem Pres-

senstößel (12) einer weggebundenen mechanischen Presse (6) begrenzt relativ beweglich koppelbar. Der Zylinderraum (19) der Kolben-Zylinder-Einheit (9) ist mit dem Innenraum des umzuformenden Bauteils (BT) fluidleitend verbindbar.

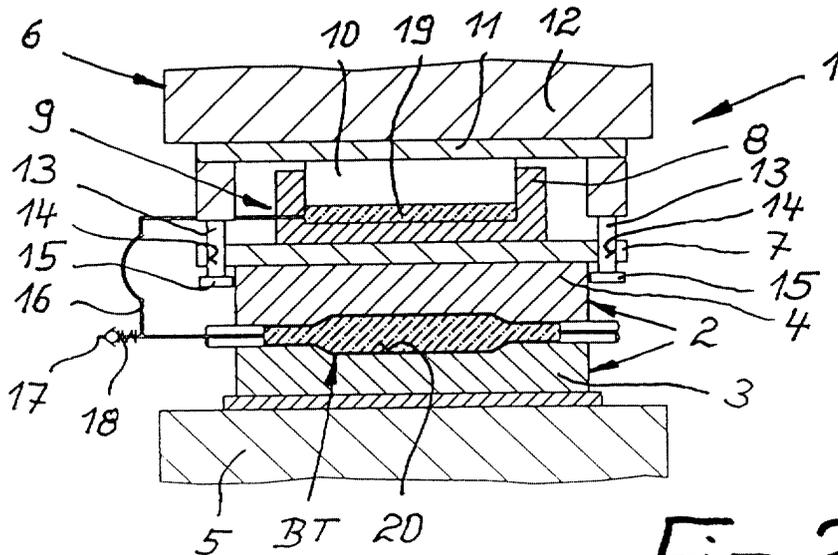


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Zur hydraulischen Umformung eines rohrförmigen Bauteils ist es bekannt, den Bauteil in ein zunächst offenes Formwerkzeug aus Obergesenk und Untergesenk zu legen, es mit flüssigem Wirkmedium zu füllen und die Bauteilenden über Abdichtdorne abzudichten. Nach dem Schließen des Formwerkzeugs wird im Bauteil ein hydraulischer Druck aufgebaut, um den Bauteil den vorgegebenen Konturen im Formwerkzeug entsprechend zu verformen.

[0002] Hierbei wird von einer hydraulischen Zuhaltepresse ausgegangen, die steuerungsmäßig so ausgelegt ist, dass sie während des Hydroformprozesses das Formwerkzeug über längere Zeit zuhält. Die Haltezeit liegt z.B. für Fahrwerkskomponenten, wie Längsträger und Querbrücken, im Bereich von 5 bis 10 Sekunden. Hieraus ergeben sich dann Taktzeiten im Bereich von etwa 30 bis 40 Sekunden zur Herstellung jedes Fertigteils einschließlich des Zutransports des zu verformenden Bauteils in das Formwerkzeug sowie des Abtransports des verformten Bauteils aus dem Formwerkzeug.

[0003] Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum hydraulischen Hochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils oder einer Platine zu schaffen, die bei problemloser Integration in eine weggebundene mechanische Presse konstruktiv einfach gestaltet und leicht handhabbar ist.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2.

[0005] Die Erfindung kombiniert in vorteilhafter Weise ein Formwerkzeug mit Untergesenk und Obergesenk zum hydraulischen Innenhochdruckumformen rohrförmiger Bauteile bzw. zum hydraulischen Hochdruckumformen von Platinen mit einer weggebundenen mechanischen Presse, wie sie in Form einer Exzenter-, Kurbel- oder Kniehebelpresse bekannt ist.

[0006] Ein charakterisierendes Merkmal einer solchen mechanischen Presse ist die kontinuierliche Bewegung im Durchlaufbetrieb. Hingegen erfordert das Hochdruckumformen während des Umformvorgangs ein absolut geschlossenes Formwerkzeug mit über den Zeitraum der Umformung ausreichender Zuhaltkraft. Diesen beiden konträren Voraussetzungen trägt die Erfindung dadurch Rechnung, dass das Obergesenk des Formwerkzeugs über mindestens eine ein Hydraulikfluid enthaltende Kolben-Zylinder-Einheit mit dem Pressenstößel einer mechanischen Presse begrenzt relativ beweglich koppelbar ist. Aufgrund einer solchen Kolben-Zylinder-Einheit wird quasi ein hydraulisches Kissen zwischen dem Obergesenk und dem Pressenstößel geschaffen. Dieses hydraulische Kissen erlaubt dann eine Entkopplung der kontinuierlichen Stößelbewegung von dem Formwerkzeug für die Zeit der Hochdruckumformung eines rohrförmigen Bauteils bzw. einer Platine im Bereich des unteren Totpunkts. Gleichzeitig wird die

Kolben-Zylinder-Einheit dazu verwendet, das in der Kolben-Zylinder-Einheit enthaltene Fluid unmittelbar zum Umformen des Bauteils bzw. der Platine zu nutzen. Dazu ist der Zylinder der Kolben-Zylinder-Einheit mit dem Innenraum des Bauteils bzw. mit dem Formraum des Formwerkzeugs fluidleitend verbindbar. Aufgrund dessen können ein separater Druckübersetzer sowie zugehörige hydraulische Aggregate und Komponenten entfallen.

[0007] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Ausbildung sind eine wesentliche Verkürzung der Taktzeiten, eine Verringerung der Investitionskosten für die Komponenten zur Druckerzeugung sowie ein deutlich verringerter Steuerungsaufwand. Darüberhinaus ergibt sich der große Vorteil, dass jetzt in einem Betrieb die vorhandenen Kapazitäten mechanischer Pressen für das Hochdruckumformen insbesondere von kleinen Seriengrößen umzuformender rohrförmiger Bauteile bzw. Platinen genutzt werden können.

[0008] Je nach Art und Konturenverlauf des jeweils umzuformenden rohrförmigen Bauteils bzw. einer Platine wird nur eine Kolben-Zylinder-Einheit oder es werden mehrere Kolben-Zylinder-Einheiten zwischen das Obergesenk und den Pressenstößel eingegliedert. Speziell die Anordnung von mehreren kleineren Kolben-Zylinder-Einheiten entlang einer Bauteil- bzw. Platinenkontur und direkter hydraulischer Verbindung, bei welcher die Kolbenfläche der projizierten Fläche des Bauteils bzw. der Platine entspricht, kann sichergestellt werden, dass in jedem Augenblick der Umformung ein Kräftegleichgewicht zwischen den Kolben-Zylinder-Einheiten und dem Bauteil bzw. der Platine herrscht. Bei dieser Anordnung wird der weitere Vorteil erzielt, dass elastische Verformungen im Formwerkzeug minimiert werden, was zu einer verbesserten Fertigungsgenauigkeit führt.

[0009] Das Füllen eines rohrförmigen Bauteils kann mit konventionellen Hydraulikaggregaten erfolgen. Vorstellbar ist aber auch eine Variante, bei welcher eine Füllung des Bauteils in einem Tauchbecken durchgeführt wird.

[0010] Da die Kolben-Zylinder-Einheit als separate, sowohl vom Oberwerkzeug als auch vom Pressenstößel trennbare Vorrichtung ausgebildet ist, kann sie bei flexibler Gestaltung für unterschiedliche Formwerkzeuge und mechanische Pressen verwendet werden.

[0011] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht in den Merkmalen des Anspruchs 3, gemäß welchen der Kolben der Kolben-Zylinder-Einheit über eine Kolbenplatte an dem Pressenstößel und der Zylinder über eine Zylinderplatte an dem Obergesenk lösbar befestigt sind. Die Kolbenplatte weist darüberhinaus ihr fest zugeordnete Rückholmittel auf, die mit dem Zylinder oder der Zylinderplatte relativ beweglich verbunden sind. Diese Rückholmittel können beispielsweise aus Führungsstangen bestehen, welche Konsolen am Zylinder oder an der Zylinderplatte relativ beweglich durchsetzen und am freien Ende mit Mitnahmeköpfen verse-

hen sind, die unter die Konsolen oder die Zylinderplatte fassen und bei der Aufwärtsbewegung des Pressenstößels den Zylinder bzw. die Zylinderplatte und damit das Obergesenk anheben.

[0012] Wird gemäß Anspruch 4 in eine Leitung zwischen der Kolben-Zylinder-Einheit und dem Formwerkzeug ein Fluidtrenner eingegliedert, so kann im Bereich der Kolben-Zylinder-Einheit in vorteilhafter Weise ein Hydrauliköl, gegebenenfalls mit geeigneten Additiven angewendet und zum Umformen eines rohrförmigen Bauteils bzw. einer Platine ein wässriges Fluid mit nur geringen Schmierzusätzen verwendet werden. In diesem Zusammenhang kann es gegebenenfalls zweckmäßig sein, den Fluidtrenner als Druckübersetzer mit einem nur geringen Übersetzungsverhältnis auszubilden. Aufgrund dessen ergeben sich zusätzliche Freiräume bei der Auslegung und Anpassung der Kolben-Zylinder-Einheit an einen rohrförmigen Bauteil bzw. an eine Platine.

[0013] Um beim Umformen eine vollständige Anpassung eines rohrförmigen Bauteils bzw. einer Platine an den Formraum zu gewährleisten, wird die Kolben-Zylinder-Einheit so ausgelegt, dass das von ihr verdrängte Volumen größer ist als das, was zur Umformung erforderlich wäre. Um dieses überschüssige Volumen aufzunehmen, ist nach Anspruch 5 an eine Leitung zwischen der Kolben-Zylinder-Einheit und dem Formwerkzeug ein Druckuntersetzer mit nachgeordnetem Druckbegrenzungsventil angeschlossen. Das auf der Niederdruckseite des Druckuntersetzers angeordnete Druckbegrenzungsventil bewirkt, dass erst bei Erreichen eines bestimmten Innendrucks im Bauteil bzw. im Formraum das von der Kolben-Zylinder-Einheit verdrängte Volumen über den Druckübersetzer abgeführt wird. Dieser bestimmte Druck entspricht dem Druck, der zum vollständigen Ausfüllen des Formraums durch den Bauteil bzw. Anpassung der Platine an die Konturen des Formraums erforderlich ist. Eine derartige Lösung der Druck- bzw. Volumenbegrenzung ist aufgrund der beim Hydroformen vorkommenden sehr hohen Drücke im Bereich 600 bar bis 3000 bar vorteilhaft, weil für diese Anwendung eine direkte Druckbegrenzung durch handelsübliche Druckbegrenzer nicht möglich ist.

[0014] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figuren 1 bis 3 im vertikalen Längsschnitt im Schema eine mechanische Presse zum Innenhochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils in verschiedenen Betriebsstellungen;

Figur 4 eine Darstellung ähnlich derjenigen der Figuren 1 bis 3 gemäß einer weiteren Ausführungsform und

Figur 5

einen schematischen Querschnitt durch die Darstellung der Figur 4 entlang der Linie V in Richtung der Pfeile Va.

[0015] In den Figuren 1 bis 3 ist mit 1 allgemein eine Vorrichtung zum hydraulischen Innenhochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils BT bezeichnet. Die Vorrichtung 1 umfasst ein Formwerkzeug 2 mit einem Untergesenk 3 und einem Obergesenk 4. Das Untergesenk 3 ist auf dem Pressentisch 5 einer weggebundenen mechanischen Presse 6 in Form einer Kurbelpresse lösbar festgelegt. Das Obergesenk 4 ist über eine Zylinderplatte 7 mit dem Zylinder 8 einer Kolben-Zylinder-Einheit 9 lösbar verbunden. Der Kolben 10 der Kolben-Zylinder-Einheit 9 ist über eine Kolbenplatte 11 mit dem Pressenstößel 12 der mechanischen Presse 6 lösbar verbunden.

[0016] Ferner lassen die Figuren 1 bis 3 erkennen, dass an der Zylinderplatte 7 stangenförmige Rückholmittel 13 befestigt sind, die Bohrungen 14 in der Zylinderplatte 7 relativ beweglich durchfassen. Am freien Ende weisen die Rückholmittel 13 Mitnahmeköpfe 15 auf.

[0017] Zur Einhaltung der zeichnerischen Übersichtlichkeit sind in den Figuren 1 bis 3 alle konventionellen Hydraulikaggregate nicht eingezeichnet, die für den Betrieb der Vorrichtung 1 erforderlich sind. Lediglich eine Leitung 16 zwischen der Kolben-Zylinder-Einheit 9 und dem Formwerkzeug 2 ist schematisch angedeutet, die durch ihre spezielle Ausbildung auch eine Relativverlagerung der Kolben-Zylinder-Einheit 9 zum Formwerkzeug 2 erlaubt. Außerdem sind eine Zuleitung 17 für das die Umformung bewirkende Umformfluid sowie ein Rückschlagventil 18 eingezeichnet.

[0018] Der Umformvorgang eines Bauteils BT läuft etwa wie folgt ab:

[0019] Gemäß der Darstellung der Figur 1 befindet sich der Pressenstößel 12 zusammen mit dem Obergesenk 4 im oberen Totpunkt der Presse 6. Die Mitnahmeköpfe 15 der Rückholmittel 13 fassen unter die Zylinderplatte 7. Umformfluid wird über die Leitungen 17 und 16 in den Zylinderraum 19 der Kolben-Zylinder-Einheit 9 und in den Bauteil BT eingefüllt.

[0020] Durch die Drehung der nicht näher veranschaulichten Kurbel der Presse 6 wird der Pressenstößel 12 abwärts verlagert.

[0021] Die Situation gemäß Figur 2 zeigt die Vorrichtung 1 bei geschlossenem Formwerkzeug 2. Die Kurbel der Presse 6 hat aber noch nicht den unteren Totpunkt erreicht.

[0022] Folglich wird der Pressenstößel 12 weiter abwärts verlagert, wodurch bei geschlossenem Formwerkzeug 2 mittels des Kolbens 10 Umformfluid aus dem Zylinderraum 19 der Kolben-Zylinder-Einheit 9 über die Leitung 16 in den Bauteil BT überführt wird, so dass dieser aufgrund des auf dem Umformfluid lastenden Drucks beginnt, sich gemäß Figur 3 in den Formraum 20 des Formwerkzeugs 2 zu verformen. Das

Rückschlagventil 18 verhindert ein Abfließen des Umformfluids.

[0023] Hat die Kurbel den unteren Totpunkt gemäß Figur 3 erreicht, ist die Umformung des Bauteils BT beendet.

[0024] Nunmehr beginnt die sich weiter drehende Kurbel den Pressenstößel 12 wieder anzuheben. Das Formwerkzeug 2 bleibt noch geschlossen. Der Pressenstößel 12 bewegt sich relativ zum Zylinder 8 der Kolben-Zylinder-Einheit 9 aufwärts. Die stangenförmigen Rückholmittel 13 gleiten durch die Zylinderplatte 7.

[0025] Erreichen die Mitnahmeköpfe 15 der Rückholmittel 13 die Zylinderplatte 7, wird bei weiterer Aufwärtsbewegung des Pressenstößels 12 auch der Zylinder 8 der Kolben-Zylinder-Einheit 9 und über die Zylinderplatte 7 auch das Obergesenk 4 angehoben.

[0026] Ist zwischen dem Obergesenk 4 und dem Untergesenk 3 ein ausreichend großer Abstand erreicht, kann der umgeformte Bauteil BT gegen einen neu umzuformenden Bauteil BT ausgetauscht werden.

[0027] Hat die Kurbel der Presse 6 den oberen Totpunkt wieder erreicht, ist ein Umformtakt beendet.

[0028] Die Figuren 4 und 5 zeigen eine Vorrichtung 1a zum hydraulischen Innenhochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils BT, bei welcher ein Obergesenk 4a eines Formwerkzeugs 2a über insgesamt drei ein Hydraulikfluid enthaltende Kolben-Zylinder-Einheiten 9a mit einem Pressenstößel 12a einer weggebundenen mechanischen Presse 6a in Form einer Kurbelpresse begrenzt relativ beweglich koppelbar ist. Auch bei dieser Ausführungsform sind die Kolben 10a der Kolben-Zylinder-Einheiten 9a über eine Kolbenplatte 11a mit dem Pressenstößel 12a lösbar verbunden, wohingegen die Zylinder 8a der Kolben-Zylinder-Einheiten 9a über eine Zylinderplatte 7a mit dem Obergesenk 4a des Formwerkzeugs 2a lösbar verbunden sind. Das Untergesenk 3a des Formwerkzeugs 2a ist über eine Gesenkplatte 21 auf dem Pressentisch 5a der mechanischen Presse 6a lösbar befestigt. Hierbei ist ferner dargestellt, dass sich das Untergesenk 3a mit der Gesenkplatte 21 in einer Auffangwanne 22 für das Umformfluid befindet.

[0029] Die Kolbenplatte 11a ist mit stangenförmigen Rückholmitteln 13a versehen, welche Bohrungen 14a in der Zylinderplatte 7a relativ beweglich durchfassen und an den freien Enden Mitnahmeköpfe 15a aufweisen. Die Mitnahmeköpfe 15a liegen wie bei der Ausführungsform der Figuren 1 bis 3 neben dem Obergesenk 4a.

[0030] Die Zylinderräume 19a der Kolben-Zylinder-Einheiten 9a sind über eine Leitung 23 an einen Fluidtrenner 24 angeschlossen. In dem Gehäuse 25 des Fluidtrenners 24 befindet sich ein axial verlagerbarer Kolben 26, der das in den Zylinderräumen 19a befindliche Fluid, z.B. ein Hydrauliköl, von dem Umformfluid, beispielsweise mit Schmierzusätzen versehenes Wasser, trennt.

[0031] Der Fluidtrenner 24 ist über eine Leitung 27 so-

wie über eine Leitung 28 mit dem Formwerkzeug 2a verbunden. Die an das Formwerkzeug 2a angeschlossene Leitung 28 steht über ein Rückschlagventil 29 mit einem Schaltventil 30 in Verbindung, das seinerseits an eine Zuführleitung 31 für das Umformfluid angeschlossen ist.

[0032] An die Leitung 28 zum Formwerkzeug 2a ist ferner eine Leitung 32 angeschlossen, die zu einem Druckuntersetzer 33 führt. Der Druckuntersetzer 33 ist andererseits über eine Leitung 34 mit einem Rückschlagventil 35 verbunden, das vor einem Schaltventil 36 liegt, welches in die Zuführleitung 31 eingegliedert ist. An die Leitung 34 zwischen dem Rückschlagventil 35 und dem Druckuntersetzer 33 ist ein Druckbegrenzungsventil 37 angeschlossen, das andererseits über eine Leitung 38 mit einem nicht näher veranschaulichten Vorratsbehälter verbunden ist.

[0033] Um eine vollständige Ausformung des umzuformenden Bauteils BT in dem Formraum 20a des Formwerkzeugs 2a sicherzustellen, muss das von den Kolben-Zylinder-Einheiten 9a verdrängbare Volumen größer sein als das Volumen, was zur Ausformung benötigt wird. Das überschüssige verdrängte Volumen wird dann dem Druckuntersetzer 33 zugeführt. Dessen Kolben 39 verlagert sich nach links. Bei einem vorbestimmten Druck, der zum vollständigen Ausfüllen des Formraums 20a notwendig ist, tritt das in dem größeren Raum 40 des Druckuntersetzers 33 befindliche Umformfluid über das Druckbegrenzungsventil 37 in den Vorratsbehälter über.

[0034] Die Figur 5 zeigt anschaulich die Verteilung der Kolben-Zylinder-Einheiten 9a entlang des beim Ausführungsbeispiel in der Draufsicht trapezförmig gekrümmten Bauteils BT.

Bezugszeichenaufstellung

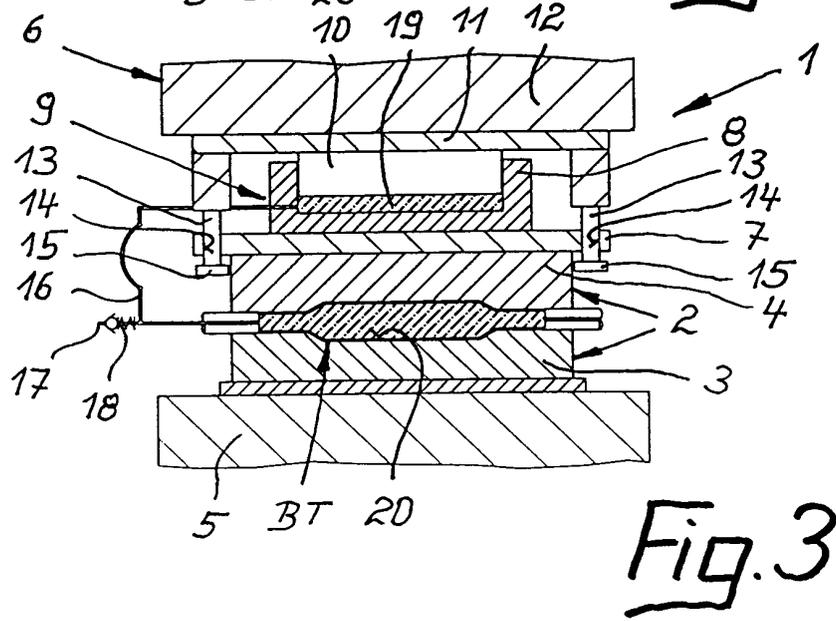
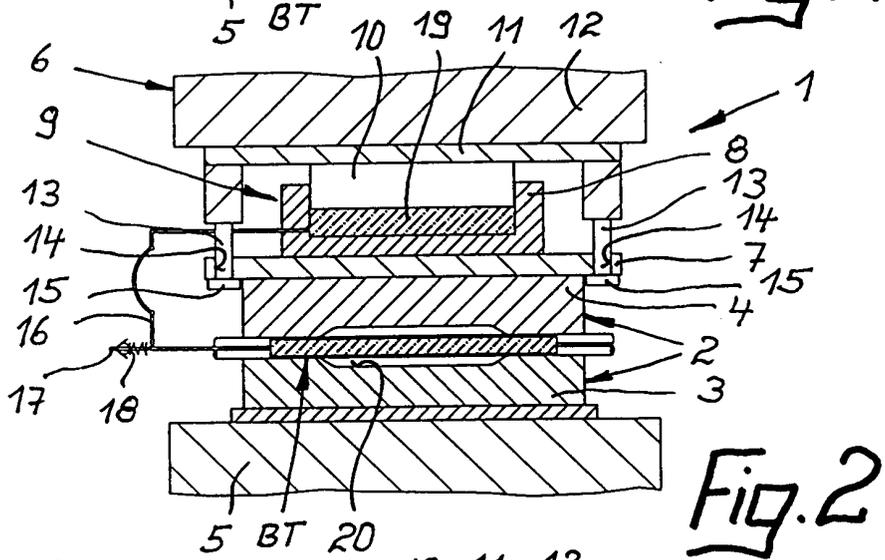
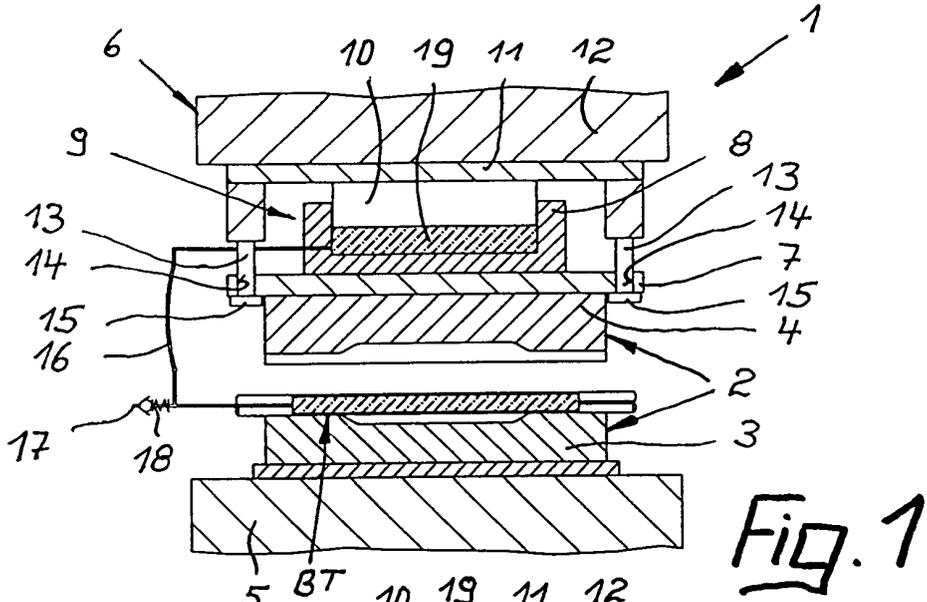
[0035]

- 1 - Vorrichtung
- 1a - Vorrichtung
- 2 - Formwerkzeug v. 1
- 2a - Formwerkzeug v. 1a
- 3 - Untergesenk v. 2
- 3a - Untergesenk v. 2a
- 4 - Obergesenk v. 2
- 4a - Obergesenk v. 2a
- 5 - Pressentisch v. 6
- 5a - Pressentisch v. 6a
- 6 - Presse
- 6a - Presse
- 7 - Zylinderplatte
- 7a - Zylinderplatte
- 8 - Zylinder v. 9
- 8a - Zylinder v. 9a
- 9 - Kolben-Zylinder-Einheit
- 9a - Kolben-Zylinder-Einheiten
- 10 - Kolben v. 9
- 10a - Kolben v. 9a

11 - Kolbenplatte			
11a - Kolbenplatte			
12 - Pressenstößel			
12a - Pressenstößel			
13 - Rückholmittel	5		
13a - Rückholmittel			
14 - Bohrungen in 7			
14a - Bohrungen in 7a			
15 - Mitnahmeköpfe an 13			
15a - Mitnahmeköpfe an 13a	10		
16 - Leitung zw. 9 u. 2			
17 - Zuleitung zu 16			
18 - Rückschlagventil			
19 - Zylinderraum v. 9			
19a - Zylinderräume v. 9a	15		
20 - Formraum v. 2			
20a - Formraum v. 2a			
21 - Gesenkplatte			
22 - Auffangwanne			
23 - Leitung zw. 19a u. 24	20		
24 - Fluidtrenner			
25 - Gehäuse v. 24			
26 - Kolben v. 24			
27 - Leitung zw. 24 u. 28			
28 - Leitung zw. 29 u. 2a	25		
29 - Rückschlagventil			
30 - Schaltventil			
31 - Zuführleitung			
32 - Leitung zw. 28 u. 33			
33 - Druckuntersetzer	30		
34 - Leitung zw. 3 u. 35			
35 - Rückschlagventil			
36 - Schaltventil			
37 - Druckbegrenzungsventil			
38 - Leitung	35		
39 - Kolben v. 33			
40 - Raum v. 33			
BT - Bauteil			
	40		

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum hydraulischen Innenhochdruckumformen eines rohrförmigen Bauteils (BT) in einem ein Untergesenk (3, 3a) und ein Obergesenk (4, 4a) aufweisenden Formwerkzeug (2, 2a), bei welcher das Obergesenk (4, 4a) über mindestens eine ein Hydraulikfluid enthaltende Kolben-Zylinder-Einheit (9, 9a) mit dem Pressenstößel (12, 12a) einer weggebundenen mechanischen Presse (6, 6a) begrenzt relativ beweglich koppelbar und der Zylinderraum (19, 19a) der Kolben-Zylinder-Einheit (9, 9a) mit dem Innenraum des Bauteils (BT) fluidleitend verbindbar ist. 45
50
55
2. Vorrichtung zum hydraulischen Hochdruckumformen einer Platine in einem Formwerkzeug (2, 2a)



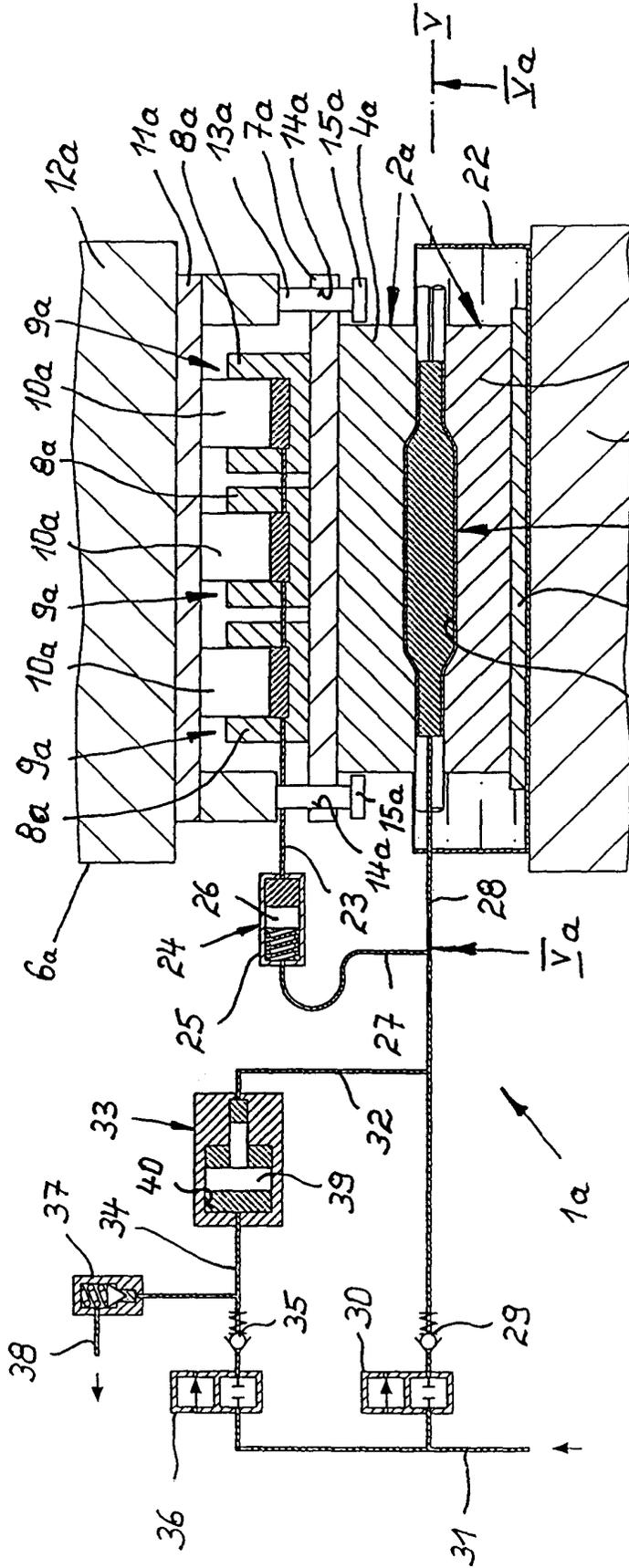


Fig. 4

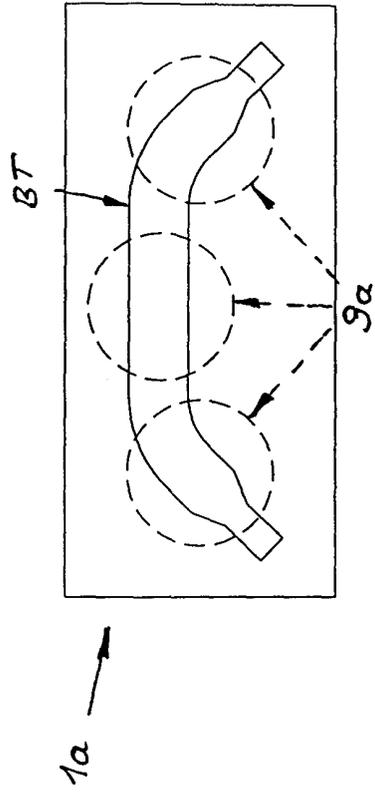


Fig. 5