

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 691 891 A5

⑤ Int. Cl.⁷: B 23 P 015/10
F 16 J 001/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 00562/97

㉒ Anmeldungsdatum: 10.03.1997

㉔ Patent erteilt: 30.11.2001

㉕ Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2001

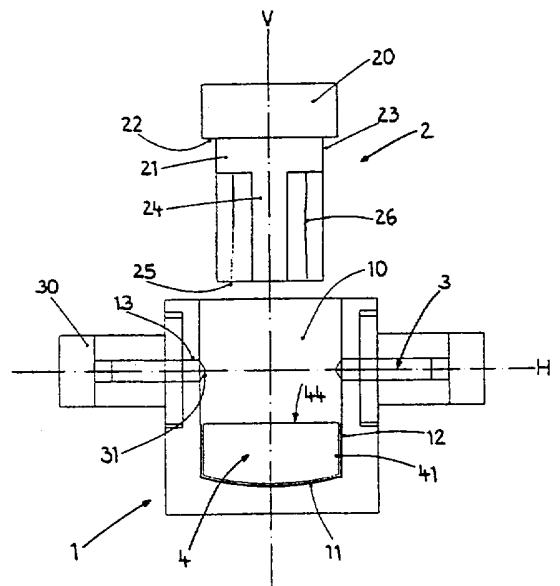
㉗ Inhaber:
Max Wieland, Tüllingerstrasse 38,
4058 Basel (CH)
Daniel Wieland, Burgstrasse 124,
4125 Riehen (CH)

㉘ Erfinder:
Max Wieland, Tüllingerstrasse 38,
4058 Basel (CH)
Daniel Wieland, Burgstrasse 124,
4125 Riehen (CH)

㉙ Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Holbeinstrasse 36-38,
4051 Basel (CH)

㉚ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren.

㉛ Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren wird in der Herstellungsphase I in eine Kavität (10) einer Innenform (1) eine dosierte Menge flüssiger Gussmasse (4) bis zum Ausgangsniveau (44) eingebracht. In der Herstellungsphase II verformt man nach oder schon während des Einbringens der Gussmasse (4) diese mit einem in die Kavität (10) einfahrenden Formstempel (2) und verdrängt hierdurch Gussmasse (4) in eine freie Zone bis zu einem definierten Mittelniveau innerhalb der Kavität (10). Die Gussmasse (4) bildet im Kontakt mit der Innenform (1) und mit dem Formstempel (2) erkaltete Schichten (41), zwischen denen die Gussmasse (4) in die freie Zone abfließt, wodurch ein Phasenverlauf im Gefüge des Kolbens entsteht, der demjenigen beim konventionellen Schmieden ähnlich ist.



Beschreibung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren.

Stand der Technik

Der Kolben stellt ein Maschinenteil dar, das sich im Zylinder des Verbrennungsmotors oszillierend bewegt. Die Explosionsenergie des Kraftstoffs wird auf den Kolben übertragen, sodass der Kolben enormer mechanischer und thermischer Beanspruchung unterliegt. Bei dem heute angestrebten hohen Wirkungsgrad und der geforderten Beschleunigung von Verbrennungsmotoren ist man vehement bemüht, das Gewicht des Kolbens möglichst niedrig zu halten. Somit bestehen die Kolben fast ausschliesslich aus Leichtmetall, nämlich aus siliziumhaltigen Aluminiumlegierungen. Nur sehr grosse Kolben bestehen aus Gusseisen. Für extreme Beanspruchungen setzt man auch geschmiedete Kolben ein (s. Brockhaus Naturwissenschaften und Technik. F. A. Brockhaus, Wiesbaden 1983, Bd. 3, S. 84).

Bekannt ist das Giessen von flüssigem Aluminium in Sandformen oder Kokillen. Dieses Verfahren bietet die Möglichkeit zur Verstärkung des Kolbens, Stahlteile – z.B. Ringe als Kolbenringträger bei Dieselmotoren – einzugiessen. Nachteilig allerdings ist, dass man zur Erzielung kurzer Verarbeitungszeiten gute Fliesseigenschaften des Metalls benötigt und deshalb Silizium zusetzen muss. Durch den Siliziumzusatz verschlechtern sich jedoch die Wärmeableitung und die Bruchfestigkeit, was zu grösseren Wandstärken zwingt.

Ein herkömmliches Verfahren ist das Schmieden von Aluminium in Formen, womit man sehr kurze Bearbeitungszeiten und im Vergleich zu gegossenen Kolben auch eine verbesserte Bruchfestigkeit sowie Wärmeableitung erreicht. Für dieses Verfahren kommen jedoch nur Legierungen in Betracht, die in warmem Zustand verformbar sind und keine Brüche bei der Verformung erleiden. Derart hergestellte Kolben weisen nachteiligerweise eine geringere Oberflächenhärte als die gegossenen Kolben auf. Zudem verbleiben im verformten Material unerwünschte hohe innere Spannungen.

Schliesslich ist das Druckgussverfahren bekannt, wo man die Gussmasse – vorrangig Aluminium oder -Legierungen – unter Druck in geeignete Formen presst. Zusätzlich zum einfachen Gussverfahren ist hier das relativ hohe spezifische Gewicht der Druckgusslegierungen nachteilig.

Eine besonders beanspruchte und damit kritische Zone sind die spanend erzeugten Löcher für den Kolbenbolzen. Vom Material, welches die Löcher umgibt, müssen die wirkenden Kräfte aufgenommen werden. Somit ist im Umfeld der Löcher eine grössere Materialstärke erforderlich, was an sich dem Ziel eines minimalen Gewichts des Kolbens entgegensteht.

Aufgabe der Erfindung

Im Resümee ist festzustellen, dass die bis dato bekannten Herstellungsverfahren für Kolben allesamt nicht zu einem optimalen Erzeugnis hinsichtlich Haltbarkeit, Gewicht und Fertigungsaufwand führen. Der Erfindung liegt daher das Problem zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren vorzuschlagen, wobei man als Gusswerkstoff Leichtmetall, eine Legierung oder Kunststoff verwenden kann und der erhaltene Kolben sich durch ein minimales Gewicht sowie hervorragende Festigkeitseigenschaften – speziell auch im Bereich der Löcher für den Kolbenbolzen – auszeichnet. Überdies muss sich der Kolben in der Massenfertigung zu effizienten Kosten herstellen lassen und ermöglichen, dass Stahlteile zur Verstärkung eingearbeitet werden können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung vorzuschlagen.

Wesen der Erfindung

Das erfindungsgemässe Verfahren ist in Patentanspruch 1 und die zugehörige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens in Patentanspruch 7 definiert. Vorteilhafte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren wird mit Vorteil folgendermassen vorgegangen:

1. In eine Innenform wird die flüssige Gussmasse eingebracht. Als Gussmasse kommen ein Leichtmetall, vorzugsweise Aluminium, eine Leichtmetall-Legierung oder auch Spezialkunststoffe in Betracht.

2. Nach oder während des Einbringens der Gussmasse in die Innenform wird die Gussmasse mit einem in die Innenform einfahrenden Formstempel verformt und hierdurch Gussmasse in eine freie Zone verdrängt.

3. Die Löcher für den Kolbenbolzen können jetzt konventionell spanend erzeugt werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, den Formstempel unterhalb des Kopfes mit einer radial umlaufenden Aussparung zu versehen, sodass beim maximal in die Gussmasse eingefahrenen Formstempel zwischen der Oberfläche der Gussmasse und dem Formstempel ein Freiraum verbleibt, welcher der Bildung des oberen Randes des Kolbens dient.

4. Ist der Formstempel maximal in die Innenform und die Gussmasse eingefahren – er hat seinen Ruhezustand erreicht –, werden zur Erzeugung der Kolbenbolzenlöcher in die vorverdichtete Gussmasse zwei gegenüberliegende Verdrängerstösse senkrecht zur Hubachse des Formstempels eingedrückt. Hierdurch füllt sich der verbliebene Freiraum mit Gussmasse auf.

Dank der Erfindung erhält man einen Kolben, mit einem ähnlichen Phasenverlauf, wie er beim konventionellen Schmieden entsteht. Besonders vorteilhaft wirkt sich dies auch im Bereich der Kolbenbolzenlöcher aus, welche nur mehr nachbearbeitet werden müssen, wobei die Grundstruktur des die höhere Festigkeit gewährleistenden Phasenverlaufs

völlig erhalten bleibt. Während beim konventionellen Schmieden ein nahezu vertikaler Phasenverlauf im Bereich der Kolbenbolzenlöcher entsteht, erhält man beim erfindungsgemässen Verfahren einen mit den Löchern fluchtenden Phasenverlauf.

Kurzbeschreibung der beigefügten Zeichnungen

Mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen erfolgt nachstehend die detaillierte Beschreibung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren. Abschliessend werden mögliche Modifikationen erwähnt. Es zeigten:

Fig. 1 die gefüllte Innenform mit ausgefahrenem Formstempel und ausgefahrenem Verdrängerbolzen als Prinzipdarstellung in Frontansicht (Herstellungsphase I);

Fig. 2A der in die gefüllte Innenform voll eingefahrene Formstempel als Prinzipdarstellung in der Draufsicht (Herstellungsphase II);

Fig. 2B die Frontansicht gemäss Fig. 2A;

Fig. 3A der in die gefüllte Innenform voll eingefahrene Formstempel und die voll eingefahrenen Verdrängerbolzen als Prinzipdarstellung in der Draufsicht (Herstellungsphase III); und

Fig. 3B die Frontansicht gemäss Fig. 3A.

Figur 1

Die Innenform 1 besitzt eine zylindrische Kavität 10 mit einer konvexen Bodenfläche 11 und der aufsteigenden Seitenwand 12, welche ein Abbild der Aussenkontur des zu erzeugenden Kolbens sind.

Über der Kavität 10 ist der in die Kavität 10 entlang der Vertikalachse V einfahrbare Formstempel 2 angeordnet, welcher ein Abbild der Innenkontur des Kolbens ist. Der Formstempel 2 besteht aus dem oberen zylindrischen Kopfteil 20, welches in die obere Zone der Kavität 10 einfahrbar ist. Zentrisch an das Kopfteil 20 schliesst sich ein im Querschnitt reduziertes, zylindrisches nach unten erstreckendes Zwischenstück 21 an, sodass sich am Übergang vom Zwischenstück 21 zum Kopfteil 20 eine Ringschulter 22 und unterhalb dieser ein radial umlaufender Freiraum 23 ergibt. Der Freiraum 23 ist für den oberen Rand des herzustellenden Kolbens vorgesehen. Das Zwischenstück 21 setzt sich nach unten weiter als Prägezapfen 24 fort, wobei sich von der zuunterst gelegenen Stirnfläche 25 des Prägezapfens 24 bis an das Zwischenstück 21 zwei diametral gegenüberliegende Nuten 26 erstrecken. Diese Nuten 26 stellen den Raum für die am zu erzeugenden Kolben verstärkten Bereiche der Kolbenbolzenlöcher dar.

Im maximal eingefahrenen Zustand dichtet das Kopfteil 20 die Kavität 10 quasi nach oben ab, während zwischen der Stirnfläche 25 des Prägezapfens 24 und der Bodenfläche 11 ein Zwischenraum verbleibt, welcher der lokalen Materialstärke des erzeugten Kolbens entspricht. Zwischen dem Prägezapfen 24 und der Seitenwand 12 der Kavität 10 verbleibt ein Zwischenraum gemäss der konzipierten lokalen Wandstärke des Kolbens.

Seitlich an der Innenform 1 sind in der Höhe der zu erzeugenden Kolbenbolzenlöcher zwei diametral gegenüberliegende Durchgangsbohrungen 13 vorhanden, in denen Verdrängerstössel 3 sitzen, die vorzugsweise von Hydraulikzylindern 30 betätigt werden. Die Verdrängerstössel 3 sind entlang der Horizontalachse H – d.h. senkrecht zur Vertikalachse V – in die Kavität 10 einfahrbar. Es ist zweckmässig, die Verdrängerstössel 3 vorn mit einer kegigen Spitze 31 zu versehen und den in die Gussmasse einfahrenden Teil der Verdrängerstössel 3 zur Spitze 31 hin sich konisch verjüngend zu gestalten, um das Zurückziehen der Verdrängerstössel 3 aus der erstarrten Gussmasse 4 zu erleichtern.

In der Herstellungsphase I wird eine dosierte Menge an Gussmasse 4 – z.B. Aluminium – in die Kavität 10 eingefüllt. Die Gussmasse 4 kann in die Kavität 10 eingegossen, eingespritzt oder mittels Vakuum auch eingesaugt werden, sodass sich ein Ausgangsniveau 44 einstellt, das unterhalb der völlig zurückgezogenen Verdrängerstössel 3 liegt. Die Gussmasse 4 bedeckt die Bodenfläche 11 und einen aufsteigenden Teil der Seitenwand 12 bis zum Ausgangsniveau 44. Völlig hochgefahren ist auch der Formstempel 2. Die kühlere Bodenfläche 11 und die Seitenwand 12 bewirken durch die Erstarrung eine sich in das Innere der Gussmasse 4 – d.h. in das Innere des Kolbens, der sich in der Herstellungsphase I befindet – aufbauende Schichtbildung 41.

Figuren 2A und 2B

Nach dem Einbringen der Gussmasse 4 in die Kavität 10, möglicherweise aber schon während des Einbringens der Gussmasse 4, setzt die Herstellungsphase II mit dem Niederfahren des Formstempels 2 entlang der Vertikalachse V ein. Beim Niederfahren des Formstempels 2 taucht der Prägezapfen 24 mit den durch die Nuten 26 frei gebliebenen Räumen in die Gussmasse 4 ein. Der Formstempel 2 fährt so weit in die Kavität 10 ein, dass das Kopfteil 20 die Kavität 10 quasi nach oben abdichtet. Während des Einfahrens des Prägezapfens 24 wird Gussmasse 4 verdrängt, wodurch diese in der Kavität 10 vom Ausgangsniveau 44 zum Mittelniveau 45 ansteigt; hier bis über das Niveau der Verdrängerstössel 3 und bis zum oberen Abschluss der Nuten 26. Dabei setzt sich die Schichtbildung 40 an der Seitenwand 12 nach oben und nach innen fort. Zugleich setzt auch um den kühleren Prägezapfen 24 herum die Schichtbildung 42 ein.

Infolge der Abkühlung der Gussmasse 4 an der Innenwand 12 und am Prägezapfen 24 geht die Gussmasse 4 lokal in den festen Aggregatzustand über und bildet die Schichten 41 und 42, zwischen denen bei fortschreitendem Eindringen des Prägezapfens 24 die weiter verdrängte Gussmasse in den vorhandenen Freiraum bis zum Mittelniveau 45 aufsteigt. Die festen Schichten 41 und 42 haben einen ähnlichen Phasenverlauf, wie er beim konventionellen Schmieden entsteht.

Figuren 3A und 3B

An die Herstellungsphase II, welche beendet ist, sobald der Formstempel 2 die unterste Position erreicht hat, schliesst sich die Herstellungsphase III mit dem Einfahren der Verdrängerstößel 3 auf der Horizontalachse H in die Gussmasse 4 an, was durch Beaufschlagung der Hydraulikzylinder 30 erfolgt. Die gegenüberliegenden Verdrängerstößel 3 durchstossen die Schicht 41 und dringen, voran mit ihren Spitzen 31, in die vorverdichtete Gussmasse 4 ein, um die Kolbenbolzenlöcher zu bilden. Die Bewegungsrichtung der Verdrängerstößel 3 auf der Horizontalachse H verläuft auf den Prägezapfen 24 des Formstempels 2 zu.

Mit dem Eindringen der Verdrängerstößel 3 in die Gussmasse 4 wird zunächst die durch die Abkühlung eingetretene volumetrische Kompensation erreicht und anschliessend die Gussmasse 4 weiter verdichtet. Um die eindringenden, kühleren Verdrängerstößel 3 herum setzt eine Schichtbildung 43 ein, und es entsteht hier im Bereich der Kolbenbolzenlöcher ein quasi schmiedeähnlicher Phasenverlauf. Die Schichtbildung 41 und 42 an der Innenform 1 bzw. am Prägezapfen 24 sowie an der Unterseite des Zwischenstückes 21 des Formstempels 2 schreitet voran. Mit dem weiteren Eindringen der Verdrängerstößel 3 wird Gussmasse 4 in die Höhe, nämlich in den unterhalb der Ringschulter 22 vorhandenen Freiraum 23 bis zum Maximalniveau 46 gepresst. Hierdurch entsteht der obere Rand des Kolbens und zugleich wird der Bereich der Kolbenbolzenlöcher nach oben hin verstärkt. Beim Eindringen der Gussmasse 4 in den Freiraum 23 setzt auch hier im Kontakt mit der Seitenwand 12 und dem Zwischenstück 21 die Schichtbildung 41 und 42 ein.

Nach Beendigung der Herstellungsphase III entfernt man sowohl den Formstempel 2 als auch die Verdrängerstößel 3 aus dem vorgefertigten Kolben, der dann den Folgearbeiten unterzogen wird. Zu diesen Folgearbeiten gehört z.B. das völlige Durchbohren der von den Verdrängerstößeln 3 gebildeten Kolbenbolzenlöcher. Zweckmässig wird es sein, zuerst die Verdrängerstößel 3 zurückzufahren und mit dem Hochfahren des Formstempels 2 den Kolbenrohling aus der Innenform 1 herauszuziehen.

Zu den vorbeschriebenen Vorrichtungen sind weitere konstruktive Variationen realisierbar. Hier ausdrücklich erwähnt seien noch:

– Als Gussmasse 4 kommen Leichtmetalle, wie Aluminium, Leichtmetall-Legierungen, aber auch Kunststoffe, z.B. Carbonfiber, in Betracht. Schliesslich sind hierfür auch Kombinationen der vorgenannten sowie geeignete Verbundwerkstoffe einsetzbar.

– Massgeblich sind die Herstellungsphasen I und II, sodass bei entsprechender Konstruktion der Innenform 1, des Formstempels 2 und des gewünschten Kolbens, auf die Herstellungsphase III mit dem Einbringen der Verdrängerstößel 3 verzichtet werden kann. Je nach Konstruktion des Kolbens und der konzipierten Nachbearbeitung kann man einen oder mehrere Verdrängerstößel 3 auch an anderen Positionen einführen.

– Der Verdrängerstößel 3 kann auch dazu benutzt

werden, die seitlichen Partien des Kolbens zu verformen und eventuell gleichzeitig die Kolbenbolzenlöcher zu erzeugen.

– Der Formstempel 2 könnte auch vertikal mehrfach geteilt sein, sodass die einzelnen Stempelsegmente zeitlich versetzt aus der Gussmasse 4 ausziehbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren, dadurch gekennzeichnet, dass

a) in der Herstellungsphase I in eine Kavität (10) einer Innenform (1) eine dosierte Menge flüssiger Gussmasse (4) bis zum Ausgangsniveau (44) eingebracht wird; und

b) in der Herstellungsphase II man nach oder schon während des Einbringens der Gussmasse (4) diese mit einem in die Kavität (10) einfahrenden Formstempel (2) verformt und hierdurch Gussmasse (4) in eine freie Zone bis zum definierten Mittelniveau (45) innerhalb der Kavität (10) verdrängt, wobei

c) die Gussmasse (4) im Kontakt mit der Innenform (1) und mit dem Formstempel (2) erkaltete Schichten (41, 42) bildet, zwischen denen die Gussmasse (4) in die freie Zone abfließt, wodurch ein beim konventionellen Schmieden ähnlicher Phasenverlauf im Gefüge des Kolbens entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gussmasse (4) in die Kavität (10) durch Eingiessen, Einspritzen oder mittels Vakuum eingebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

a) sich an die Herstellungsphase II eine Herstellungsphase III anschliesst, während der man zumindest ein Verdrängerstößel (3) in die vorverdichtete Gussmasse (4) eindrückt, wobei

b) die somit verdrängte Gussmasse (4) eine volumetrische Kompensation der Abkühlung bewirkt und einen vorgesehenen Freiraum (23), der Volumenbestandteil des herzustellenden Kolbens ist, bis zum definierten Maximalniveau (46) auffüllt, während sich die Bildung der an der Innenform (1) und am Formstempel (2) entstehenden Schichten (41, 42) fortsetzt und zugleich im Umfeld des Verdrängerstößels (3) ebenfalls eine erkaltete Schicht (43) entsteht, wodurch auch hier ein beim konventionellen Schmieden ähnlicher Phasenverlauf im Gefüge des Kolbens entsteht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

a) simultan zwei sich diametral gegenüberliegende Verdrängerstößel (3) senkrecht zur Vertikalachse (V), auf der der Formstempel (2) bewegt wird, d.h. auf der Horizontalachse (H), in die vorverdichtete Gussmasse (4) eingedrückt werden, wobei

b) die beiden Verdrängerstößel (3) zur Formung der Seitenpartien des Kolbens und/oder der Kolbenbolzenlöcher vorgesehen sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einbringen der flüssigen Gussmasse (4) in die Kavität (10) dort Verstärkungselemente eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Gussmasse (4) Aluminium, eine Leichtmetall-Legierung, ein Kunststoff – z.B. Carbonfiber – oder eine aus den vorgenannten Materialien bestehende Werkstoffkombination eingesetzt wird. 5

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vorgesehen sind:

a) eine Innenform (1) mit einer Kavität (10), welche die Bodenfläche (11) und die Seitenwand (12) aufweist, wobei die Bodenfläche (11) und die Seitenwand (12) im Wesentlichen der Aussenkontur des herzustellenden Kolbens entsprechen; 10

b) ein Formstempel (2) mit einem Kopfteil (20), einem Zwischenstück (21) sowie mit einem Prägezapfen (24), wobei 15

ba) das Kopfteil (20) dichtend von oben in die Kavität (10) einfahrbar ist;

bb) das Zwischenstück (21) im Querschnitt gegenüber dem Kopfteil (20) im Durchmesser reduziert ist und zentrisch an das Kopfteil (20) ansetzt, so dass am Übergang eine Ringschulter (22) und darunter ein Freiraum (23) entsteht; 20

bc) sich von der Stirnfläche (25) des Prägezapfens (24), welcher sich an das Zwischenstück (21) anschliesst, bis zum Zwischenstück (21) zwei diametral gegenüberliegende Nuten (26) für die verstärkten Bereiche der Kolbenbolzenlöcher erstrecken; 25 30

bd) der Formstempel (2) auf der Vertikalachse (V) so weit in die Kavität (10) einfahrbar ist, dass die Stirnfläche (25) des Prägezapfens (24) im Abstand der gewünschten Bodendicke des Kolbens vor der Bodenfläche (11) der Innenform (1) zu stehen kommt; 35

c) seitlich an der Innenform (1) zwei diametral gegenüberliegende Verdrängerstößel (3), welche durch Durchgangsbohrungen (13) die Seitenwand (12) durchdringen und auf der Horizontalachse (H) zumindest bis nahe an den Prägezapfen (24) heran bewegbar sind. 40

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die Verdrängerstößel (3) zuvorderst eine kegelige Spitze (31) aufweisen und zur Spitze (31) sich konisch verjüngen; und 45

b) von Hydraulikzylindern (30) angetrieben werden. 50

55

60

65

5

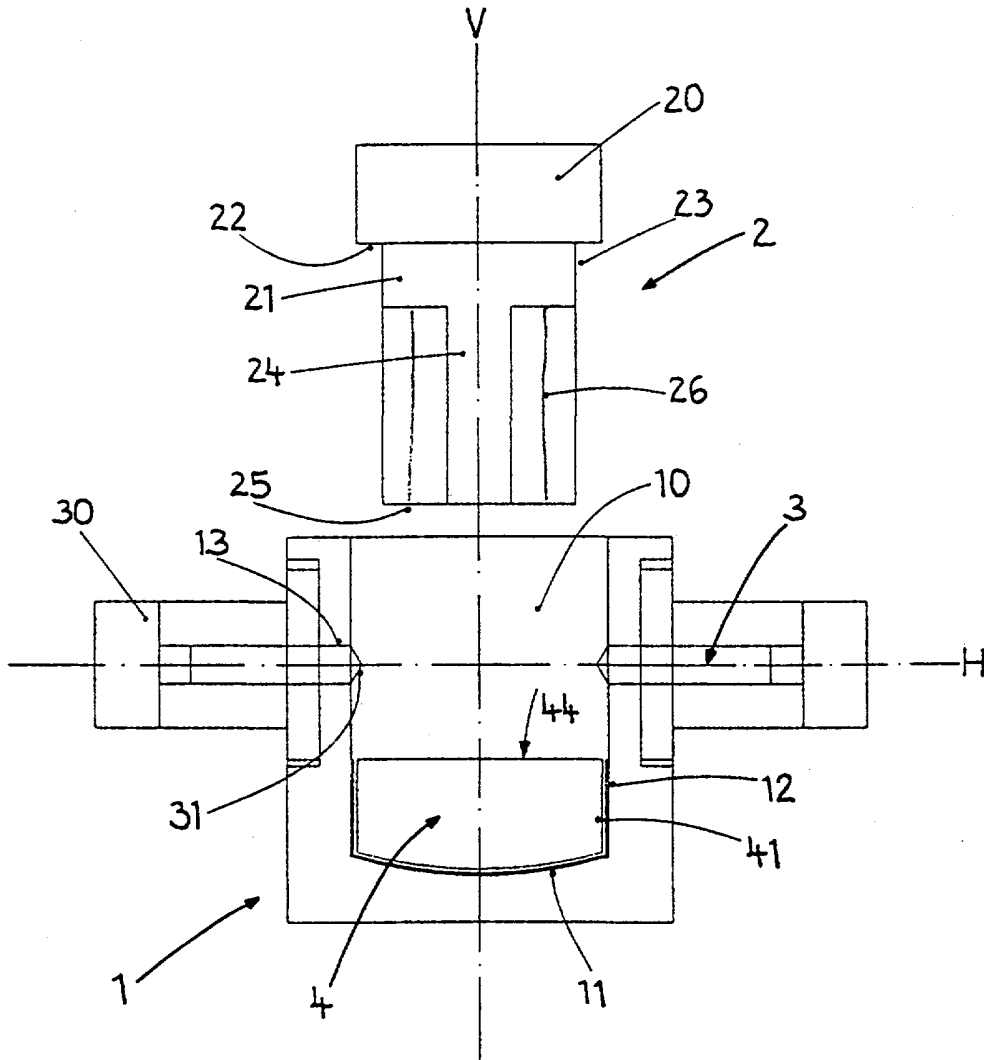


Fig. 1

