

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 91100805.0

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **B21D 41/00**

(22) Anmeldetag: **23.01.91**

Die Bezeichnung der Erfindung wurde geändert  
 (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-III, 7.3).

(30) Priorität: **09.02.90 DE 4004008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.08.91 Patentblatt 91/33**

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

(71) Anmelder: **Metallwarenfabrik Schelklingen GmbH**  
**Ehinger Strasse 28**  
**W-7933 Schelklingen(DE)**

(72) Erfinder: **Blumentritt, Rainer**  
**Konradi Strasse 22**  
**W-7933 Schelklingen(DE)**  
 Erfinder: **Herzog, Rolf**  
**Schlosserstrasse 9**  
**W-7933 Schelklingen-Hütten(DE)**

(74) Vertreter: **Liebau, Gerhard, Dipl.-Ing.**  
**Birkenstrasse 39 Postfach 22 02 29**  
**W-8900 Augsburg 22(DE)**

(54) **Verfahren und Formwerkzeug zum Anformen eines Nippels.**

(57) Bei dem Verfahren zur Herstellung eines geformten Nippels an einem dünnwandigen, kleinkalibrigen Metallrohr für den Kraftfahrzeugbau wird der Nippel an seiner Außenkontur durch Stauchen des Rohrendes mit mehreren ringförmig umlaufenden Verdickungen versehen, von denen jede im Axialschnitt eine radial nach außen flach ansteigende Flanke und eine radial nach innen steil abfallende Flanke aufweist, die möglichst scharfkantig ineinander übergehen. Das Stauchen erfolgt in einer zwei Formhälften aufweisenden, das Rohrende im Bereich des Nippels umgebenden, axial zusammenschiebbaren, mehrteiligen Form, deren Innenkontur im zusammengeschobenen Zustand der gewünschten Außenkontur des Nippels entspricht. Während des Stauchens wird ein an der Rohrinnenwand anliegender, sich über die ganze Länge des Nippels erstreckender, zylindrischer Dorn eingesetzt. Es wird ein so großer Axialdruck auf das Rohrende ausgeübt, daß das Metall zumindest im Bereich der Verdickungen zu fließen beginnt, in die Hohlräume der zusammengezogenen Form verdrängt wird und diese vollständig ausfüllt.

**VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ANGEFORMTEN NIPPELS AN EINEM DÜNNWANDIGEN, KLEINKALIBRIGEN METALLROHR, FORMWERKZEUG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS UND NIPPEL.**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines angeformten Nippels an einem dünnwandigen, kleinkalibrigen Metallrohr für den Kraftfahrzeugbau, insbesondere an einer Kraftstoff-, Brems- oder Hydraulikleitung, wobei der Nippel an seiner Außenkontur durch Stauchen des Rohrendes mit mehreren, in axialen Abständen voneinander angeordneten, ringförmig umlaufenden Verdickungen versehen wird, von denen jede im Axialschnitt eine radial nach außen flach ansteigende Flanke und eine radial nach innen steil abfallende, gegebenenfalls radial oder auch hinterschnitten abfallende Flanke aufweist, und wobei beide Flanken möglichst scharfkantig ineinander übergehen. Die Erfindung betrifft ferner ein Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens und einen nach dem Verfahren hergestellten Nippel.

Derartige dünnwandige, kleinkalibrige Metallrohre werden als Kraftstoff-, Brems- oder Hydraulikleitungen im Kraftfahrzeugbau eingesetzt. Hierbei wird auf den angeformten Nippel ein Schlauch aus elastischem Kunststoff bzw. aus Gummi aufgesteckt. Damit der Schlauch ohne Schlauchklemme auf dem Nippel sicher gehalten wird und auch Dichtheit zwischen Nippel und Schlauch gewährleistet ist, muß die dem freien Ende des Nippels abgekehrte Flanke in radialer Richtung möglichst steil zur Rohrachse hin abfallen und der Übergang zwischen beiden Flanken sollte möglichst scharfkantig sein.

In der DE 38 03 709 C1 ist ein derartiges kleinkalibriges, dünnwandiges Rohr aus Metall für den Kraftfahrzeugbau beschrieben, wobei angegeben ist, daß die ringförmigen Verdickungen nach spanlosen Formgebungsverfahren hergestellt sind. Die Verdickungen sollen gewalzt, gerollt, gehämmert oder gestaucht sein. Das Stauchen von Rohren ist zwar ein verhältnismäßig billiges Arbeitsverfahren, jedoch können mit dem bisherigen Stauchverfahren und Stauchwerkzeugen die genannten ringförmigen Verdickungen nicht so hergestellt werden, daß die eine Flanke möglichst steil zur Rohrachse hin abfällt und außerdem der Übergang zwischen beiden Flanken möglichst scharfkantig ist. Beim üblichen Stauchen wird das Rohr in Form einer nach außen gerichteten Falte ausgewölbt, wobei die Falte außen einen verhältnismäßig großen Radius aufweist, der mindestens so groß ist wie die Wanddicke des Rohres. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um einen Biegevorgang ohne Veränderung der Wanddicke. Infolge der Abrundung einer auf diese Weise erzeugten Verdickung wird keine ausreichend große Abzugskraft und auch keine genügende Dichtigkeit zwischen Rohrnippel und

Schlauch erreicht. Werden die Verdickungen, wie es auch in der DE 37 41 446 A1 angegeben ist, durch Hämmern erzeugt, dann sind hierzu sehr teuere Hämmemaschinen erforderlich. Außerdem muß das Hämmern unter Ölfluß erfolgen. Durch das Hämmern bildet sich am Rohrende ein Draht, der in einem zusätzlichen spanabhebenden Bearbeitungsgang wieder entfernt werden muß. Die hierbei entstehenden Späne und das beim Hämmern verwendete Öl verunreinigen das Rohr, so daß es nicht den Sauberkeitsanforderungen im Kraftfahrzeugbau entspricht. Es muß also noch zusätzlich gereinigt werden, was besonders bei langen Rohren aufwendig ist. Das Hämmern ist nur bei geraden und blanken Rohren möglich und bei kunststoffbeschichteten Rohren nicht anwendbar. Das Rollen kann wirtschaftlich nur durchgeführt werden, wenn sich das Werkstück dreht. Da jedoch die im Kraftfahrzeugbau verwendeten Rohre Längen bis zu 4 m und mehr aufweisen und da außerdem beim Rollen Metallabrieb entsteht, der das Rohr verunreinigen würde, ist auch dieses Verfahren, ebenso wie das Walzen für den genannten Zweck nicht einsetzbar.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines angeformten Nippels an einem dünnwandigen, kleinkalibrigen Metallrohr für den Kraftfahrzeugbau der eingangs genannten Art aufzuzeigen, mit dem sich die Nippel in der geforderten Qualität möglichst preiswert und ohne wesentliche Verunreinigung des Rohres herstellen lassen.

Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignetes Formwerkzeug sowie vorteilhafte Ausgestaltungen eines nach dem Verfahren hergestellten Nippels aufzuzeigen.

Das Verfahren ist nach der Erfindung gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- 40 a) Einbringen des Rohrendes in ein mehrteiliges, das Rohrende umfassendes Formwerkzeug, wobei die einzelnen Formteile des Formwerkzeuges axial gegeneinander verschiebbar sind und ihre Innenkontur in zusammengeschobenem Zustand der Außenkontur des fertigen Nippels entspricht;
- 45 b) Einbringen eines an der Innenwand des Rohres anliegenden, zylindrischen Dornes an das Rohrende zumindest auf der Länge des herzustellenden Nippels;
- 50 c) Aufbringen eines Axialdruckes auf das Rohrende mittels eines Stauchstempels, wodurch bei gleichzeitigem axialen Zusammenschieben der einzelnen Formteile des Formwerkzeuges

das Metall zumindest im Bereich der Verdickungen des Nippels zum Fließen gebracht wird, in die durch die Innenkontur der vollständig zusammengeschobenen Formteile gebildeten Hohlräume fließt und diese vollständig ausfüllt.

Die Erfindung geht also von dem Gedanken aus, das Stauchen mit einem Pressen zu kombinieren, bei welchem die Fließgrenze des Metalls überschritten wird, so daß es in die entsprechend ausgestalteten Hohlräume des den Nippel umgebenden Formwerkzeuges verdrängt wird und diese Hohlräume vollständig ausfüllt. Der an der Rohrinnenwand anliegende Dorn stützt hierbei die Innenwand ab, so daß das Metall nur radial nach außen verdrängt werden kann. Da die Innenkontur der zusammengeschobenen Formteile der gewünschten Außenkontur des Nippels entspricht und da das Metall infolge des angewendeten hohen Axialdrucks auch in die äußersten Ecken der Hohlräume der Formteile verdrängt wird, haben die Flanken der Verdickungen den gewünschten scharfkantigen Übergang und auch jede gewünschte Neigung zur Rohrachse. Man kann die dem Nippelende abgewandte Flanke so ausgestalten, daß sie senkrecht zur Achse verläuft oder erforderlichenfalls auch eine Hinterschneidung bildet. Es wird damit die geforderte Dichtheit und Abzugskraft zwischen Nippel und dem aufgesteckten Schlauch gewährleistet. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß nach diesem Verfahren auch geschweißte Rohre mit den gewünschten Nippeln versehen werden können und daß es auch möglich ist, die Verdickungen anzubringen, ohne daß der ursprüngliche Innendurchmesser des Rohres verengt wird. Auch bleibt das Rohr im Bereich des Nippels innen im wesentlichen glatt, so daß Strömungsveränderungen im Bereich des Nippels vermieden werden. Im Gegensatz zu dem eingangs beschriebenen Verfahren erfolgt während der Nippelherstellung kein Materialabtrag und es ist auch kein Öl erforderlich. Verunreinigungen des Rohres werden damit vermieden. Auch kann die Wanddicke des Rohres über die gesamte Nippellänge im wesentlichen erhalten bleiben. Zur Durchführung des Verfahrens können kostengünstige Formwerkzeuge und Maschinen verwendet werden, wobei die Werkzeuge eine hohe Standzeit aufweisen. Der Nippel kann in einem Arbeitsgang geformt werden und ein späteres Entgraten entfällt. Bei gleichem Außendurchmesser der Verdickungen ist es möglich, schwächere Rohre zu verwenden. Das Verfahren ist großserientauglich, einfach, automatischer und unabhängig von der Rohrlänge.

Ein vorteilhaftes Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1 besteht aus mehreren, jeweils einen halben Rohrumfang umgrenzenden, axial zusammenschiebbaren Formteilen, deren Innenkontur in zusammenge-

schobenem Zustand der Außenkontur des fertigen Nippels entspricht und von denen sich jedes von dem größten Durchmesser einer ringförmigen Verdickung des Nippels bis zum größten Durchmesser der benachbarten Verdickung des Nippels erstreckt, und besteht ferner aus einem axial gegenüber den Formteilen und dem Rohrende beweglichen Stauchstempel, sowie einem in das Rohrende, zumindest auf der Länge des herzustellenden Nippels einschiebbaren und an der Innenwand des Rohres anliegenden Dorn.

Vorteilhafte Ausgestaltungen eines nach dem Verfahren hergestellten Nippels sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird in folgendem, anhand eines für die Durchführung des Verfahrens besonders geeigneten Formwerkzeuges näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Axialschnitt des Formwerkzeuges und des Rohrendes vor Beginn der Verformung,

Figur 2 einen Axialschnitt am Ende der Verformung.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist für kleinkalibrige, dünnwandige Metallrohre, insbesondere Stahlrohre, im Durchmesserbereich D von 6 bis 15 mm und einer Wanddicke d von 0,7 bis 1 mm geeignet. Hierbei kann das Metallrohr ein gezogenes Metallrohr, ein längsgeschweißtes oder auch nach dem Bundy-Verfahren aus Streifen gewickeltes Metallrohr sein. An das Ende dieses Metallrohres 1 soll ein Nippel 1a angeformt werden, der mehrere in axialen Abständen voneinander angeordnete, ringförmige Verdickungen 2 aufweist. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel sind drei derartige Verdickungen 2 angeformt. Jede dieser Verdickungen weist im Axialschnitt eine dem Nippelende 1b zugekehrte, radial nach außen flach ansteigende Flanke 2a auf, die einen Winkel  $\alpha$  von beispielsweise etwa  $15^\circ$  mit der Rohrachse A einschließt. Außerdem weist jede Verdickung 2 an ihrer dem Nippelende 1b abgewandten Seite eine radial nach innen steil abfallende Flanke 2b auf, die einen Winkel  $\beta$  von wenigstens  $70^\circ$  mit der Rohrachse A einschließt. Der Winkel  $\beta$  kann jedoch auch  $90^\circ$  betragen. Ist der Winkel  $\beta$  größer als  $90^\circ$ , dann bildet die Flanke 2b eine Hinterschneidung. Der Übergang von der flach ansteigenden Flanke 2a zur steil abfallenden Flanke 2b soll möglichst scharfkantig sein. Kleine Abrundungsradien von etwa 0,15 mm sind jedoch zulässig.

Das zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Formwerkzeug besteht aus einem Klemmbacken 3, einem Stauchstempel 4, mehreren Stauchscheiben 5 und einem Dorn 6. Der Stauchstempel 4 und die Stauchscheiben 5 sind senkrecht zur Zeichenebene in Axialrichtung längsgeteilt, so daß sie von der Seite her an das Roh-

rende 1 angelegt und von diesem wieder seitlich entfernt werden können. Der Stauchstempel 4 und der Dorn 6 können jeweils einteilig ausgebildet sein. Der Außendurchmesser des zylindrischen Dornes 6 entspricht dem Innendurchmesser D1 des unverformten Rohrendes 1. Der Dorn weist eine so große axiale Länge auf, daß er sich während des Verformungsvorganges über den gesamten Nippelbereich erstreckt.

Der Stauchstempel 4 ist mit einer zylindrischen Eindrehung 7 versehen, die zur Aufnahme des Rohrendes 1 bestimmt ist. Außerdem weist der Stauchstempel 4 eine kegelstumpfförmige Eindrehung 8 auf, deren Neigung zur Rohrachse und deren Ausdehnung in radialer Richtung genau der Flanke 2a der hiermit herzustellenden Verdickung 2 entspricht. Die Stauchscheibe 5 ist an ihrem dem Stauchstempel 4 zugekehrten Ende mit einer Eindrehung 9 versehen, die zur Formgebung der Flanke 2b dient und die Negativform dieser Flanke 2b bildet. Weiterhin ist die Stauchscheibe 5 mit einer Ausdrehung 10 versehen, die zur Formgebung der flach ansteigenden Flanke 2a der nächsten Verdickung 2 dient. Die darunterliegende Stauchscheibe 5 ist genauso ausgebildet, wie die vorhergehend beschriebene. Es sind deshalb auch die gleichen Bezugssymbole für Teile gleicher Funktion verwendet worden. Der Klemmbaum 3 weist eine kegelstumpfförmige Eindrehung 11 auf, die zur Formgebung der steil abfallenden Flanke 2b bestimmt ist. Mittels Federn 14 werden die beiden Stauchscheiben 5 bei geöffnetem Werkzeug in axialem Abstand voneinander gehalten, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Wenn die Formteile 3, 4, 5 des Formwerkzeuges axial vollständig zusammengeschoben sind, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, dann entspricht die Innenkontur der Formteile 3, 4, 5 mit den durch die Eindrehungen 8 bis 11 gebildeten Hohlräumen genau der Außenkontur des herzustellenden Nippels 1a. Die beiden Stauchscheiben 5 erstrecken sich jeweils von dem größten Durchmesser D2 einer ringförmigen Verdickung 2 bis zum größten Durchmesser der benachbarten Verdickung 2.

Vor Beginn der Anformung des Nippels 1a sind die beiden, die Klemmbaum 3 und die Stauchscheiben 5 enthaltenden Formhälften etwas voneinander entfernt, so daß das Rohrende 1 in die geöffnete Form eingesteckt oder eingelegt werden kann. Die Formhälften werden dann einander genähert, wobei sich die Klemmbaumhälften 3 fest an das Rohrende 1 anlegen und dieses gegen axiale Verschiebung sichern. Der Stauchstempel 4 und der Dorn 6 werden in Axialrichtung B zum Rohrende hin bewegt, wobei der Dorn 6 in das Metallrohr 1 eintritt. Bei weiterer Bewegung des Stauchstempels 4 nach unten kommt zunächst dessen untere Stirnfläche an der oberen Stauchscheibe 5 zur Anlage und schließlich auch das Nippelende 1b an

den Absatz 12 des Stauchstempels 4. Hierdurch wird im folgenden Verlauf das Rohrende 1 in axialer Richtung gestaucht. Da der an der Innenwand des Rohrendes 1 anliegende Dorn 6 ein Ausweichen der Rohrwandung nach innen unmöglich macht, weicht das Metall der Rohrwandung nach außen in die kegelstumpfförmigen Eindrehungen 8 bis 11 aus. Die Stauchscheiben 5 kommen schließlich aneinander zur Anlage und die untere Stauchscheibe 5 an der Radialfläche 13 des Klemmbaums 3. Damit ist das Formwerkzeug vollständig geschlossen und die Formteile 3, 4, 5 nehmen die in Fig. 2 dargestellte Stellung ein. Der Druck des Stauchstempels 4 sowie auch die ursprünglich über den Klemmbaum 3 nach oben hinausragende Länge des Rohrendes 1 sind so aufeinander abgestimmt, daß das Metall des gestauchten Rohrendes 1 zu fließen beginnt, in die durch die Eindrehungen 8 bis 11 gebildeten Hohlräume der zusammengeschobenen Formteile 3, 4, 5 verdrängt wird und diese vollständig ausfüllt, wie es in Fig. 2 dargestellt ist. Damit ist der eigentliche Anformvorgang beendet. Die Formhälften werden dann wieder radial auseinanderbewegt und der Stauchstempel 4 zusammen mit dem Dorn 6 entgegen der Pfeilrichtung B axial nach oben bewegt.

Das Anformen der Verdickungen 2 kann gegebenenfalls auch nacheinander in einem mehrstufigen Verfahren mit sogenannten Folgewerkzeugen erfolgen. Jedes dieser Folgewerkzeuge weist einen geteilten Klemmbaum, einen Stauchstempel und einen Dorn auf. Mit dem ersten Folgewerkzeug wird zunächst die vom Nippelende 1b am weitesten entfernt liegende Verdickung angeformt und dann nacheinander in zwei weiteren Folgewerkzeugen die übrigen Verdickungen.

Damit das Metall des Rohrendes 1 die Hohlräume der Form vollständig ausfüllt und somit die Außenkontur des angeformten Nippels 1a der Innenkontur der Form entspricht, sollte das Rohrende 1 nur so weit verformt werden, daß das Durchmesserverhältnis des Außendurchmessers D3 des Nippels 1a im Bereich zwischen zwei ringförmigen Verdickungen 2 zu dem größten Durchmesser D2 der Verdickung 2 gleich oder kleiner 1,15, vorzugsweise gleich oder kleiner 1,12, ist.

### Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zur Herstellung eines angeformten Nippels an einem dünnwandigen, kleinkalibrigen Metallrohr für den Kraftfahrzeugbau, insbesondere an einer Kraftstoff-, Brems- oder Hydraulikleitung, wobei der Nippel an seiner Außenkontur durch Stauchen des Rohrendes mit mehreren, in axialen Abständen voneinander angeordneten, ringförmig umlaufenden Verdickungen versehen wird, von denen jede im Axi-

- alschnitt eine radial nach außen flach ansteigende Flanke und eine radial nach innen steil abfallende, gegebenenfalls radial oder auch hintschnitten abfallende Flanke aufweist, und wobei beide Flanken möglichst scharfkantig ineinander übergehen, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
- a) Einbringen des Rohrendes (1) in ein mehrteiliges, das Rohrende umfassendes Formwerkzeug, wobei die einzelnen Formteile (3 bis 5) des Formwerkzeuges axial gegeneinander verschiebbar sind und ihre Innenkontur (7 bis 11) in zusammengeschobenem Zustand der Außenkontur des fertigen Nippels (1a) entspricht;
  - b) Einbringen eines an der Innenwand des Rohres anliegenden, zylindrischen Dornes (6) in das Rohrende (1) zumindest auf der Länge des herzustellenden Nippels (1a);
  - c) Aufbringen eines Axialdruckes auf das Rohrende mittels eines Stauchstempels (4), wodurch bei gleichzeitigem axialen Zusammenschieben der einzelnen Formteile (3 bis 5) des Formwerkzeuges das Metall zumindest im Bereich der Verdickungen (2) des Nippels (1a) zum Fließen gebracht wird, in die durch die Innenkontur der vollständig zusammengeschobenen Formteile (3 bis 5) gebildeten Hohlräume fließt und diese vollständig ausfüllt.
2. Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, bestehend aus mehreren, jeweils einen halben Rohrumfang umgrenzenden, axial zusammenschiebbaren Formteilen (3 bis 5), deren Innenkontur (7 bis 11) in zusammengeschobenem Zustand der Außenkontur des fertigen Nippels (1a) entspricht und von denen sich jedes von dem größten Durchmesser (D2) einer ringförmigen Verdickung (2) des Nippels (1a) bis zum größten Durchmesser (D2) der benachbarten Verdickung (2) des Nippels (1a) erstreckt, und bestehend ferner aus einem axial gegenüber den Formteilen (3 bis 5) und dem Rohrende beweglichen Stauchstempel (4), sowie einem in das Rohrende (1), zumindest auf der Länge des herzustellenden Nippels (1a) einschiebbaren und an der Innenwand des Rohres anliegenden Dorn (6).
3. Nippel hergestellt nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohrende (1) so weit verformt wird, daß das Durchmesser-Verhältnis des Außendurchmessers (D3) des Nippels (1a) im Bereich zwischen zwei ringförmigen Verdickungen (2) zu dem größten Durchmesser (D2) der Verdickung (2) gleich oder kleiner 1,15 ist.
4. Nippel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Durchmesser-Verhältnis gleich oder kleiner 1,12 ist.
5. Nippel nach mindestens einem der Ansprüche 1, 3, 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die steil abfallende Flanke (2b) einen Winkel ( $\beta$ ) von minimal  $70^\circ$  mit der Rohrachse (A) einschließt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

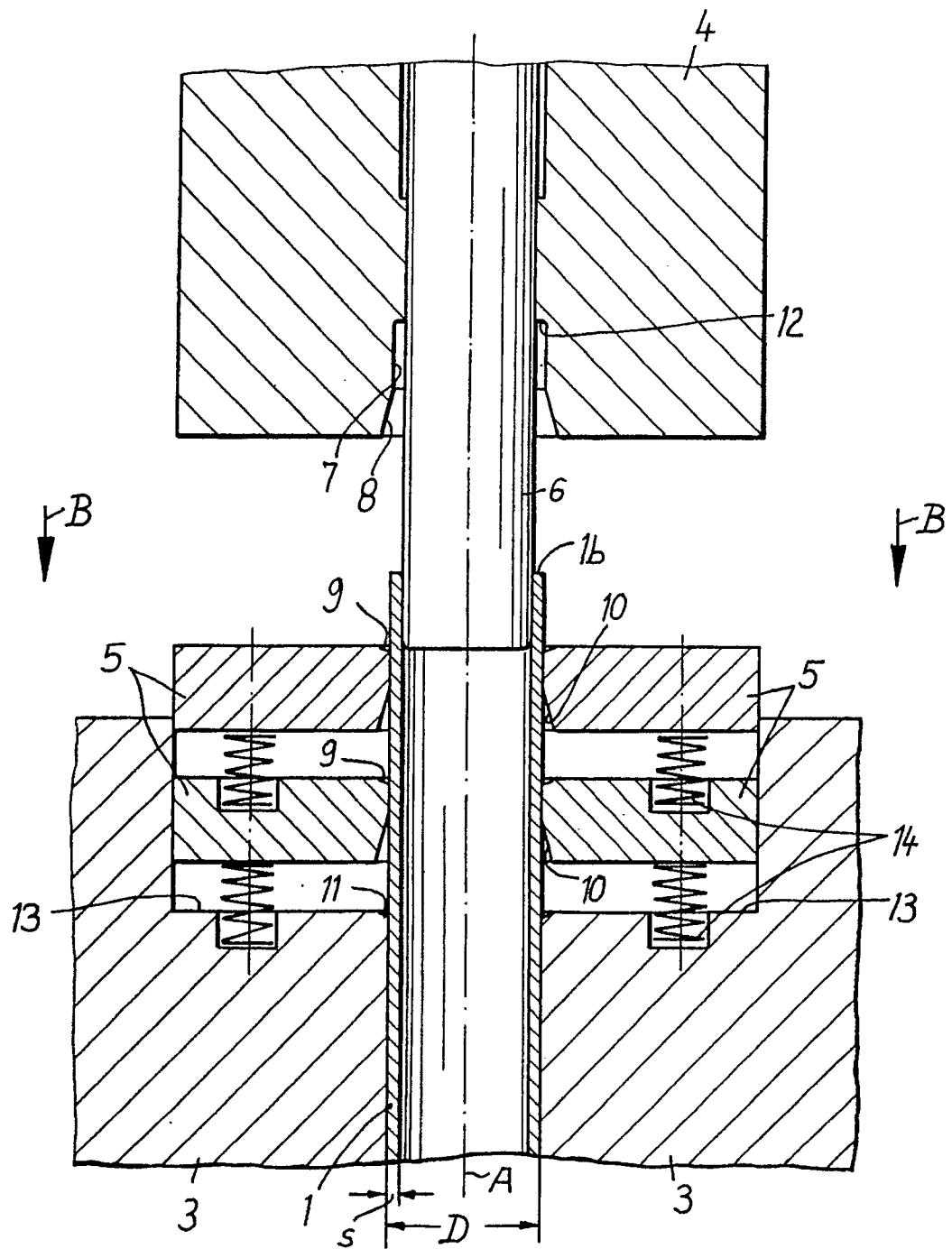


Fig.2

