

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 252 947 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.10.2002 Patentblatt 2002/44

(51) Int Cl.7: **B21K 1/12, B21J 5/08**

(21) Anmeldenummer: **02008689.8**

(22) Anmeldetag: **18.04.2002**

(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

- **Comte, Bernard**
2852 Courtételle (CH)
- **von Niederhäusern, Vincent**
2942 Alle (CH)
- **Baak, Andreas**
33332 Gütersloh (DE)

(30) Priorität: **23.04.2001 DE 10119839**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH &
Co. KG**
33104 Paderborn (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte Bockermann, Ksoll,
Griepenstroh,
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(72) Erfinder:
• **Heussen, Michael, Dr.**
46569 Hünxe (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Achselementes für Kraftfahrzeuge

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Achselements für Kraftfahrzeuge, insbesondere eines Schwenklagers, dient ein stabförmiges Halbzeug aus Aluminium als Ausgangsmaterial. Es wird auf eine Umformtemperatur erwärmt, wobei das erste Ende (2) des Halbzeugs in einer Gravur (4) eines Umformwerkzeugs (3) von einem ersten Stempel (5) aufgestaucht wird und anschließend das zweite Ende (9) von einem Stempel

(8) in die Gravur (4) gepresst wird, wobei verpresstes Material in eine Abzweigung (10) der Gravur (4) zu einem Schenkel (11) ausgeformt wird. Der Umformvorgang erfolgt in einem einzigen Umformwerkzeug (3) bei einer Umformtemperatur kleiner als 520°C. Das derart zu einem Vorschmiedestück (12) umgeformte Halbzeug (1) wird anschließend auf eine Schmiedetemperatur von etwa 520 °C erwärmt und in einem Schmiedevorgang zu einem Schwenklager endgeformt.

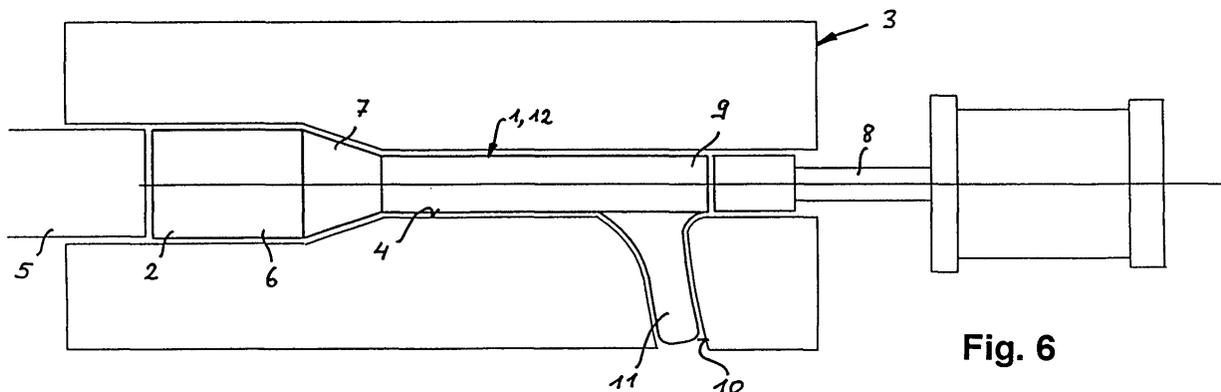


Fig. 6

EP 1 252 947 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Achselements für Kraftfahrzeuge.

[0002] Achselemente von Kraftfahrzeugen, insbesondere Schwenklager für die Vorderachse, sind relativ komplexe gegossene oder geschmiedete einstückig ausgebildete Bauteile, die aus einem Stahlgusswerkstoff oder auch aus Aluminium hergestellt werden. An Schwenklagern greifen erhebliche Kräfte an, weshalb diese Bauteile in der Regel aus einem Vollmaterial gefertigt werden. Aus Gründen der Gewichtsersparnis kommen zunehmend Leichtmetalle, wie Aluminium, zum Einsatz.

[0003] Bei der schmiedetechnischen Herstellung von Schwenklagern aus Aluminium dient stranggepresstes Rundmaterial als Rohling. Fertig geschmiedete Schwenklager weisen jedoch eine sehr ungleichmäßige Massenverteilung auf, die nicht mit der zylindrischen Form des Rohlings einhergeht. Um dennoch in Bereichen, in denen mehr Masse vorhanden sein muss als in anderen Bereichen, ausreichend Material für den Schmiedevorgang zur Verfügung zu haben, werden hinreichend große Rohlinge verwendet. Der Nachteil der verwendeten Rohlinge ist, dass eine relativ große Menge Energie erforderlich ist, um den Rohling auf die zur Warmumformung erforderliche Schmiedetemperatur zu erwärmen. Andererseits ist der Abfallanteil in Bereichen mit geringeren Massenanhäufungen relativ hoch. Dies ist insbesondere kostenmäßig nachteilig, weil es sich bei Aluminium um einen vergleichsweise teuren Werkstoff handelt. Die vorstehenden Probleme gelten nicht nur für Schwenklager, sondern für Achselemente im allgemeinen.

[0004] Der Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Achselements für Kraftfahrzeuge aus einem stabförmigen Halbzeug aus Aluminium aufzuzeigen, bei welchem die zur Umformung zuzuführende Energiemenge vermindert ist und herstellungsbedingte Materialverluste reduziert werden.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung liegt in einem Verfahren zur Herstellung eines Achselements für Kraftfahrzeuge, bei welchem ein stabförmiges Halbzeug aus Aluminium auf eine Umformtemperatur erwärmt und das erste Ende des Halbzeugs in einer Gravur eines Umformwerkzeugs von einem ersten Stempel aufgestaucht wird, anschließend das zweite Ende von einem zweiten Stempel in die Gravur gepresst wird, wobei das verpresste Material in eine Abzweigung der Gravur zu einem Schenkel ausgeformt wird. Hieran schließt sich dann ein Schmiedevorgang an, in dem das bereits zu einem Vorschmiedestück umgeformte Halbzeug endgeformt wird.

[0006] Mit der Erfindung wird erreicht, dass die gleichmäßige Massenverteilung des stabförmigen Halbzeugs, insbesondere eines Rundmaterials, im Hinblick auf das zu fertigende Achselement dahingehend verän-

dert wird, dass in Bereichen mit größeren Massenanhäufungen in einer Vorstufe des eigentlichen Schmiedevorgangs mehr Material bereitgestellt wird, als in anderen Bereichen und somit eine Massenverteilung ähnlich der des zu fertigenden Achselement erreicht wird.

[0007] Für das Aufstauchen besitzt das Umformwerkzeug eine Gravur, die eine Materialverdickung in diskreten Bereichen ermöglicht. Hierbei kann je nach Gravur das erste Ende unmittelbar von dem Stempel aufgestaucht werden. Es kann aber auch eine Ausnehmung der Gravur im Abstand vom ersten Ende des Halbzeugs vorgesehen sein, in der sich beim Stauchvorgang eine Materialanhäufung durch verpresstes Material ergibt. Die geometrische Form der Gravur wird unter Berücksichtigung von bestimmten Durchmesser-/Stauchlängenverhältnissen festgelegt. Um Fältelungen an der Oberfläche zu vermeiden, soll die Stauchlänge ein Fünftel des Durchmessers des Halbzeugs nicht überschreiten. Zum Stauchen wird der erste Stempel an das Halbzeug herangefahren und verfährt dann mit einer Geschwindigkeit von bis zu 150 mm/s auf die festgelegte Stauchlänge.

[0008] Im Anschluss an das Aufstauchen des ersten Endes wirkt ein zweiter Stempel auf das zweite Ende des Halbzeugs ein und presst dieses in die Gravur. Das verpresste Material fließt dabei rückwärts in eine Abzweigung der Gravur, die im Winkel zur Mittellängsachse des stabförmigen Halbzeugs steht. Hier wird das verpresste Material zu einem Schenkel ausgeformt. Die Abzweigung kann dabei auf halber Stauchlänge ausgebildet sein. Vorteilhaft ist die Gravur derart ausgelegt, dass eine neutrale Faser im Bereich der Mittellängsebene des ausgeformten Schenkels gebildet wird. Dadurch ist gewährleistet, dass in der anschließenden Fertigschmiedung im Gesenk diese neutrale Faser in den Grat fließt und dadurch eine einwandfreie gerichtete Gefügestruktur im Bauteil ermöglicht wird. Die neutrale Faser wird durch die Parameter Stempelgeschwindigkeit, Temperatur des Umformwerkzeugs und des Halbzeugs, Geometrie der Gravur und Friktion an der Oberfläche der Gravur in ihrem Rekristallisationsverhalten beeinflusst. Durch die optimale Wahl dieser Parameter ist die Rekristallisation auf ein Minimum reduzierbar.

[0009] Mit dieser Erfindung werden in einem einzigen Umformwerkzeug zwei verschiedene Verfahren miteinander kombiniert. Einerseits das endseitige Aufstauchen des Halbzeugs und andererseits ein Fließpressen zur Ausbildung eines Schenkels, ohne dass das stabförmige Halbzeug zwischen diesen beiden Fertigungsschritten einem weiteren Umformwerkzeug zugeführt werden müsste.

[0010] Das derart zu einem Vorschmiedestück umgeformte Halbzeug wird anschließend in einem Schmiedevorgang endgeformt.

[0011] Die Vorteile des Verfahrens sind darin zu sehen, dass Halbzeuge, wie beispielsweise stranggepresstes Rundmaterial mit geringerem Ausgangsquerschnitt zum Einsatz kommen kann und dennoch eine

zum Schmieden günstige Massenverteilung durch die Vorformung erreicht wird. Gleichzeitig ist zum Erwärmen des Halbzeugs aufzubringende Energie durch die geringere Masse des Halbzeugs niedriger. Schließlich fallen durch die endformnahe Konturgebung des Vorschmiedestücks geringere Gratverluste beim Schmiedevorgang an, so dass von vornherein weniger Ausgangsmaterial eingesetzt werden muss.

[0012] Aus anlagentechnischer Sicht ist die sinnvolle Aufteilung der Kräfte für das Stauchen und das Rückwärtsfließpressen notwendig, wobei diese Vorgänge vorteilhafterweise in horizontaler Richtung ausgeführt werden. Um das Umformwerkzeug während des Umformprozesses geschlossen zu halten, muss die an dem Umformwerkzeug angreifende Zuhaltekraft ca. ein Zehnfaches der von dem ersten Stempel und dem zweiten Stempel aufgebrauchten Kraft betragen.

[0013] Gemäß den Maßnahmen des Anspruchs 2 wird das zweite Ende des Halbzeugs gegen die Haltekraft des ersten Stempels in die Gravur gepresst. Das bedeutet, dass nach dem Aufstauvorgang des ersten Stempels dieser als Gegenhalter fungiert und ohne Zeitverlust oder Umsetzung des Werkstücks der Fließpressvorgang durch den zweiten Stempel initiiert werden kann. Umgekehrt dient der zweite Stempel während des Aufstauvorgangs ebenfalls als Gegenhalter.

[0014] Während Rohteile beim Warmschmieden auf eine Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt werden, damit keine bleibende Verfestigung des Werkstückwerkstoffs auftritt, genügt es für die Fertigung eines Vorschmiedestücks aus Aluminium, dass die Umformtemperatur niedriger ist als 520 °C (Anspruch 3). Vielmehr kann eine Umformtemperatur zwischen 420 °C und 480 °C für die Umformung des Halbzeugs ausreichen (Anspruch 4). Eine Umformung bei zu niedriger Temperatur kann eine nicht abgebaute Versetzungsdichte verursachen, die bei der nachfolgenden Erwärmung auf die Schmiedetemperatur zu einer unkontrollierten und unerwünschten Grobkornbildung durch Rekristallisationsvorgänge führt.

[0015] Nach Anspruch 5 wird das erste Ende des vorgeformten Halbzeugs vor dem Schmiedevorgang in einem zweiten Umformwerkzeug ein weiteres Mal gestaucht. Dies kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn die vom ersten Stempel aufgebrauchten Kräfte zum Aufstauen ein bestimmtes Maß nicht überschreiten dürfen, damit Material nicht unkontrolliert in die Abzweigung der Gravur fließt, sondern erst durch den Fließpressvorgang durch den zweiten Stempel kontrolliert in die Abzweigung eingebracht wird. Ein zweites Umformwerkzeug ermöglicht somit eine noch endformnähere Konturgebung des Vorschmiedestücks.

[0016] Um eine bleibende Verfestigung des Werkstückwerkstoffs zu verhindern, ist gemäß Anspruch 6 vorgesehen, das Vorschmiedestück vor dem Schmiedevorgang auf eine Schmiedetemperatur zu erwärmen, die zweckmäßig oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt wird. Hier sind etwa 520 °C zweckmäßig

(Anspruch 7).

[0017] Das vorstehend geschilderte Verfahren eignet sich für die Herstellung unterschiedlich konfigurierter Achselemente, insbesondere aber für die Herstellung von Schwenklagern (Anspruch 8).

[0018] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
- Figur 1 ein stabförmiges Halbzeug aus Aluminium;
 - Figur 2 das Halbzeug aus Figur 1 mit einem aufgestauchten ersten Ende;
 - Figur 3 das zu einem Vorschmiedestück umgeformte Halbzeug gemäß Figur 2 mit einem angeformten Schenkel an seinem anderen Ende;
 - Figur 4 ein aus dem Vorschmiedestück gemäß Figur 3 endgeformtes Schwenklager;
 - Figur 5 im Schnitt eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, wobei in einem ersten Verfahrensschritt das erste Ende des Halbzeugs aufgestaucht wird, und
 - Figur 6 die Vorrichtung gemäß Figur 5, wobei der Schenkel ausgeformt wird.

[0019] Figur 1 zeigt ein stabförmiges Halbzeug 1 aus Aluminium, konkret ein stranggepresstes Rundmaterial. Dieses Halbzeug 1 wird in einem nicht näher dargestellten Fertigungsschritt auf eine Temperatur von 450 °C erwärmt und anschließend in zwei Schritten umgeformt.

[0020] Der erste Fertigungsschritt ist ein Aufstauen des ersten Endes 2 des Halbzeugs 1 auf einen Durchmesser D2, der gegenüber dem Durchmesser D1 des Halbzeugs 1 annähernd doppelt so groß ist. Die verbleibende ungestauchte Länge L2 des Halbzeugs 1 beträgt etwas mehr als die Hälfte der Ausgangslänge L1 des ungestauchten Halbzeugs 1.

[0021] Das Aufstauen des Halbzeugs 1 erfolgt in einem Umformwerkzeug 3 gemäß Figur 5. Hierzu wird das Halbzeug 1 in eine Gravur 4 des Umformwerkzeugs 3 eingelegt und von dem Umformwerkzeug 3 umschlossen. Ein erster Stempel 5 wirkt auf das erste Ende 2 des Halbzeugs 1 ein und staucht dieses entsprechend der Konturierung der Gravur 4 des Umformwerkzeugs 3 auf. Das erste Ende 2 erfährt eine Umformung zu einem zylindrischen Endabschnitt 6 mit dem Durchmesser D2 (vgl. Fig. 2), der über einen konischen Zwischenabschnitt 7 zu dem Durchmesser D1 des Halbzeugs 1 verjüngt wird.

[0022] Damit beim Aufstauen das Halbzeug 1 sicher in dem Umformwerkzeug 3 gehalten ist, bringt ein weiterer Stempel 8 eine Gegenhaltekraft auf das zweite Ende 9 des Halbzeugs 1 auf.

[0023] Nach dem Aufstauen dient der erste Stem-

pel 5 als Gegenhalter, während der zweite Stempel 8 das zweite Ende 9 des Halbzeugs 1 in die Gravur 4 presst. Hierbei wird das verpresste Material einer endseitig offenen Abzweigung 10 der Gravur 4 zugeführt, wobei ein Schenkel 11 am zweiten Ende 9 des Halbzeugs 1 ausgeformt wird, wie er an dem aus dem Halbzeug 1 hergestellten Vorschmiedestück 12 gemäß Figur 3 zu erkennen ist. Der Schenkel 11 ist entsprechend der Kontur der Abzweigung 10 so ausgebildet, dass sich durch das Fließpressen ein günstiger Faserverlauf im Vorschmiedestück ergibt, das heißt, dass die Abzweigung 10 bzw. der Schenkel 11 im Übergang an die das Halbzeug 1 aufnehmende Längsgravur mit Radien versehen ist, so dass sich ein fließender Übergang ergibt. **[0024]** In einem nicht näher dargestellten weiteren Verfahrensschritt wird das zu dem Vorschmiedestück 12 umgeformte Halbzeug 1 aus dem Umformwerkzeug 3 entnommen und auf eine Schmiedetemperatur von etwa 520 °C erwärmt. Anschließend wird das in Figur 3 dargestellte Vorschmiedestück 12 zu dem in Figur 4 gezeigten Schwenklager schmiedetechnisch endgeformt.

Bezugszeichenaufstellung

[0025]

- 1 - Halbzeug
- 2 - erstes Ende v. 1
- 3 - Umformwerkzeug
- 4 - Gravur in 3
- 5 - erster Stempel
- 6 - zylindrischer Endabschnitt v. 2
- 7 - konischer Zwischenabschnitt v. 2
- 8 - zweiter Stempel
- 9 - zweites Ende v. 1
- 10 - Abzweigung v. 4
- 11 - Schenkel
- 12 - Vorschmiedestück
- 13 - Schwenklager

- L1 - Länge v. 1
- L2 - Länge v. 2
- D1 - Durchmesser v. 1
- D2 - Durchmesser v. 2, 6

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Ende (9) des Halbzeugs (1) gegen die Haltekraft des ersten Stempels (5) in die Gravur (4) gepresst wird.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformtemperatur niedriger ist als 520 °C.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformtemperatur zwischen 420 °C und 480 °C liegt.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ende (2) des vorgeformten Halbzeugs (1) vor dem Schmiedevorgang in einem zweiten Umformwerkzeug ein weiteres Mal gestaucht wird.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorschmiedestück (12) vor dem Schmiedevorgang auf eine Schmiedetemperatur erwärmt wird.
- 30 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiedetemperatur etwa 520 °C beträgt.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Achselement ein Schwenklager (13) ist.

40

45

Patentansprüche

- 1. Verfahren zur Herstellung eines Achselementes für Kraftfahrzeuge, bei welchem ein stabförmiges Halbzeug (1) aus Aluminium auf eine Umformtemperatur erwärmt und das erste Ende (2) des Halbzeugs (1) in einer Gravur (4) eines Umformwerkzeugs (3) von einem ersten Stempel (5) gestaucht wird, anschließend das zweite Ende (9) von einem zweiten Stempel (8) in die Gravur (4) gepresst wird, wobei verpresstes Material in eine Abzweigung (10) der Gravur (4) zu einem Schenkel

50

55

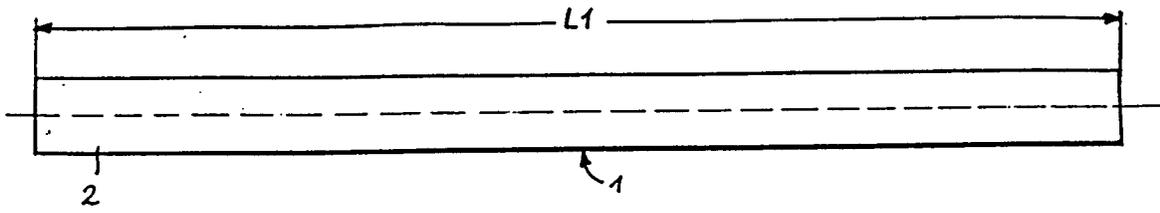


Fig. 1

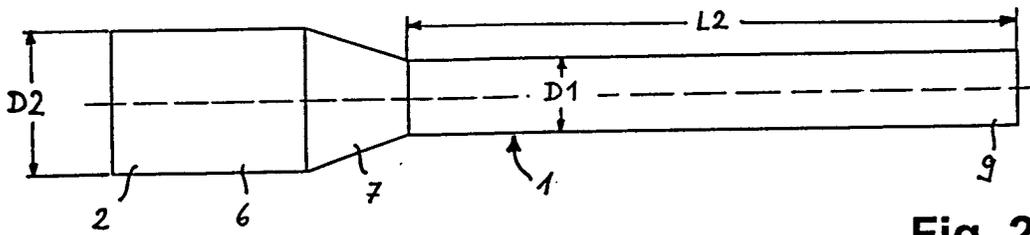


Fig. 2

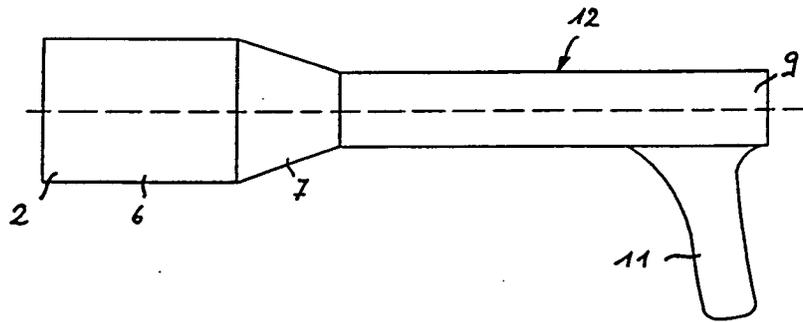


Fig. 3

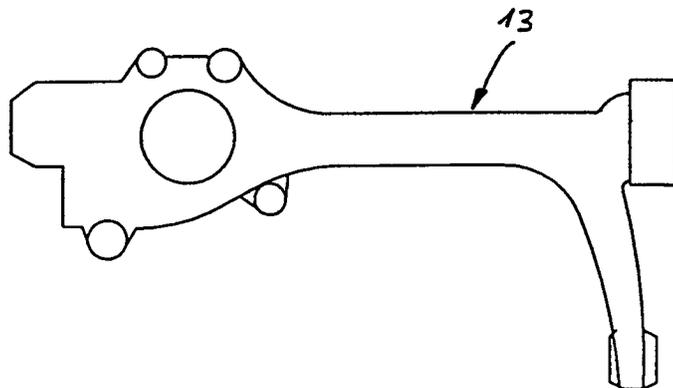


Fig. 4

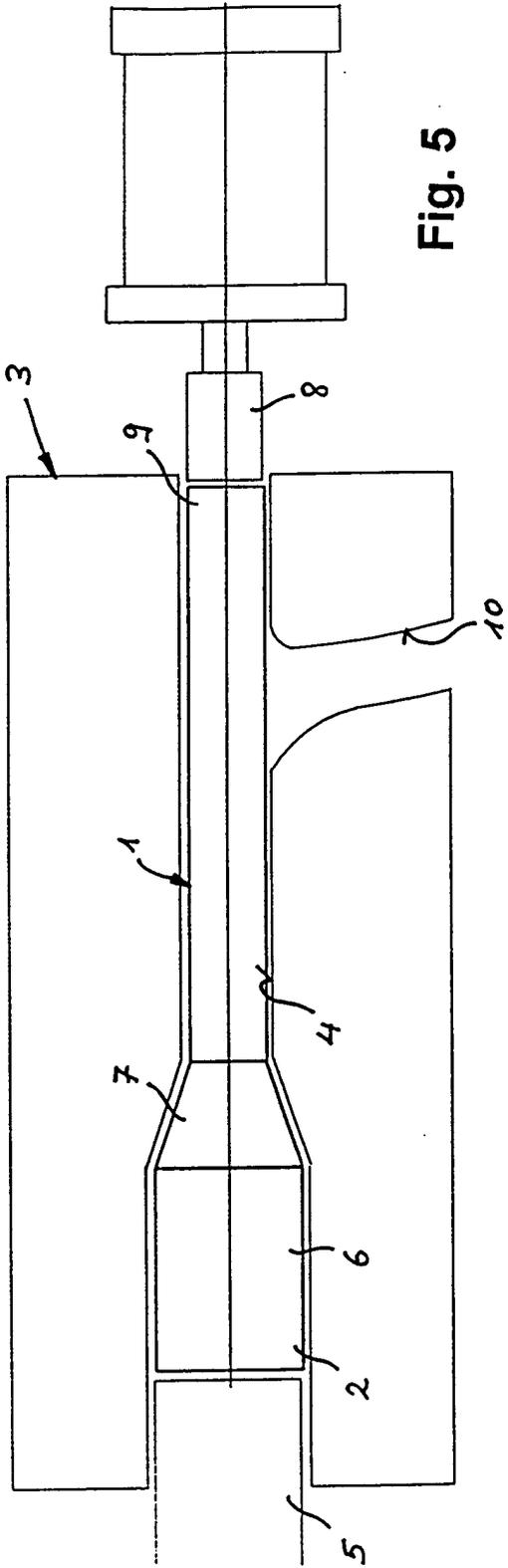


Fig. 5

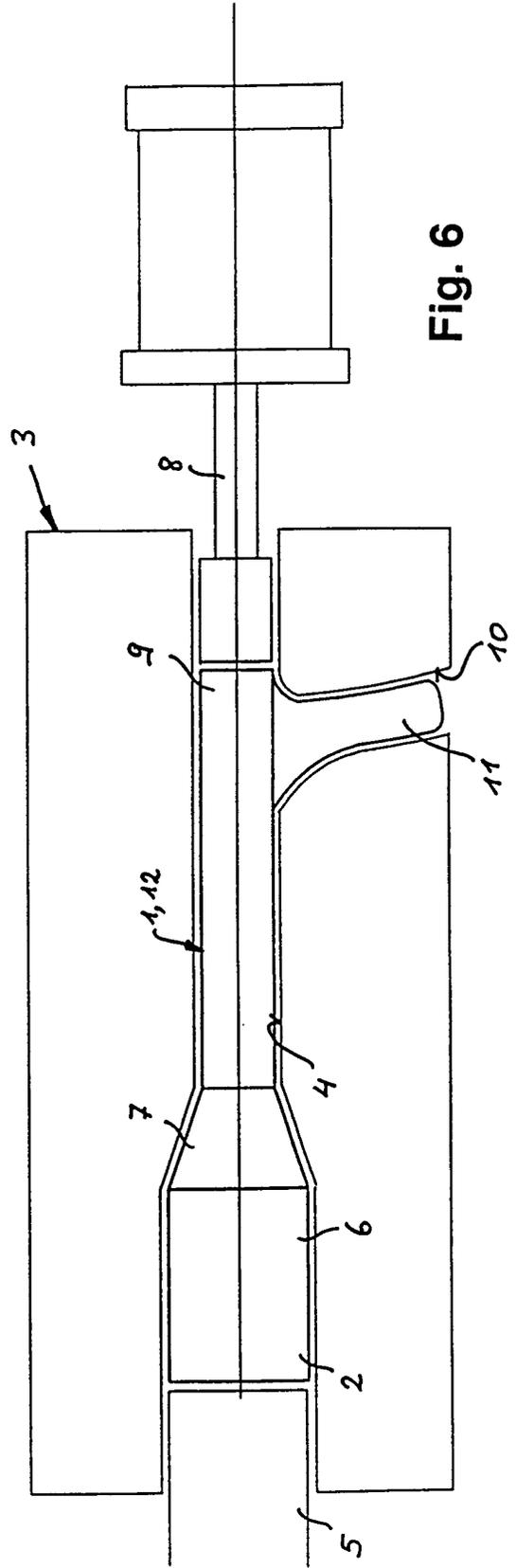


Fig. 6