

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 273 363 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.7: **B21C 1/00**

(21) Anmeldenummer: **02400031.7**

(22) Anmeldetag: **01.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **02.07.2001 DE 10132990**

(71) Anmelder: **Forschungsgesellschaft**

Umformtechnik m.b.H.

70174 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **Siegert, Klaus**
71063 Sindelfingen (DE)
- **Velde, Alexander**
71679 Asperg (DE)
- **Oh, Se-Young**
70191 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Rumrich, Gabriele**

Limbacher Strasse 305

09116 Chemnitz (DE)

(54) **Axiale Abstützung für eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize, insbesondere zum Draht-, Stagen- oder Rohrziehen**

(57) Die Erfindung betrifft eine axiale Abstützung für eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize, insbesondere zum Draht-, Stangen- oder Rohrziehen, wobei die in einer Werkzeugaufnahme angeordnete Matrize mit Ultraschallschwingungen übertragenden Erregern in Verbindung steht.

Erfindungsgemäß sind ein oder mehrere Lagerungselemente (9, 9.1) vorgesehen, die in der Werkzeugaufnahme (2) lagefixiert sind und mit der Matrize (M) eine lose Verbindung bilden.

Die Lagefixierung der Lagerungselemente (9, 9.1) in der Werkzeugaufnahme (2) befindet sich dabei in einem Schwingungsknoten (K) der Ultraschallschwingungen.

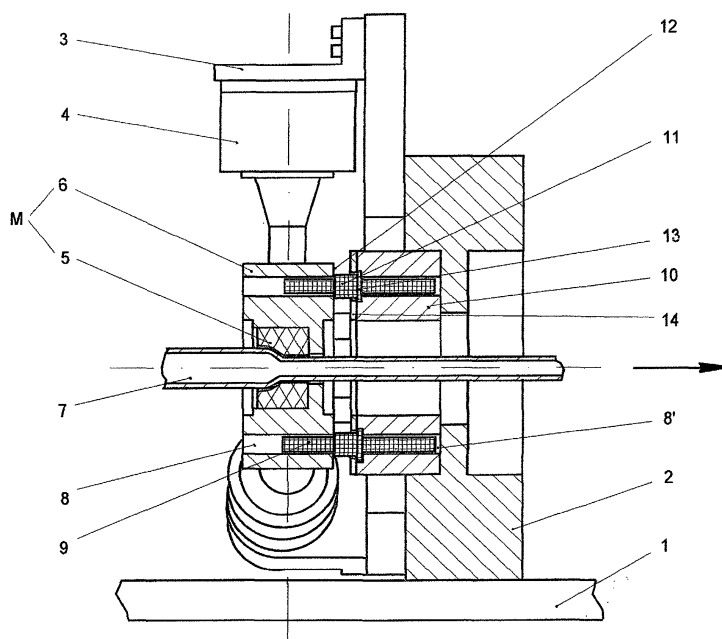


Fig. 1

EP 1 273 363 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine axiale Abstützung für eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize, insbesondere zum Draht-, Stangen- oder Rohrziehen, wobei die in einer Werkzeugaufnahme angeordnete Matrize mit Ultraschallschwingungen übertragenden Erregern in Verbindung steht.

[0002] Durch die Anwendung von Ultraschallschwingungen bei umformtechnischen Prozessen können Effekte wie z.B. Reduzierung der Umform- bzw. Reibungskräfte oder Beeinflussung der Werkstückeigenschaften erzielt werden.

[0003] So lässt sich beim Ziehen von Drähten, Stangen oder Rohren durch eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize eine Verringerung der aufzubringenden Ziehkraft erreichen. In Abhängigkeit von der Anordnung der Erreger in radialer oder axialer Richtung zur Matrize schwingt diese dabei radial oder longitudinal.

[0004] Allerdings kann eine derart in Eigenfrequenz schwingende Matrize auch eine unerwünschte, sich auf die gesamte Zieheinrichtung negativ auswirkende Schwingung aufweisen.

[0005] Um den Umformkräften, in diesem Fall den axialen Ziehkraften, entgegenzuwirken, ist deshalb eine Abstützung der Matrize entgegen der Ziehrichtung notwendig.

[0006] Bekannt sind beispielsweise Abstützungen für eine in Eigenfrequenz schwingende Matrize, bei denen die Matrize in axialer Richtung gegen die Ziehkraften mittels Kugeln, Elastomerfedern oder elastischen Gummimatten, die jeweils unter der Matrize in der Werkzeugaufnahme angeordnet sind, abgestützt wird.

[0007] Derartige Abstützungen unterliegen entweder einem schnellen Verschleiß (Kugellager) oder weisen eine hohe Dämpfung der auf die Matrize wirkenden Ultraschallschwingungen auf (Elastomere, Gummimatten), wodurch nur eine relativ geringe Reduktion der Ziehkraften erreicht werden kann.

[0008] Eine größere Reduktion der Ziehkraften bei einer in radialer Richtung in Eigenfrequenz schwingenden Matrize wird durch die Verwendung von vier Zugstäben, die die Lagefixierung der Matrize realisieren, erzielt (V. P. Kariyawasam, M.J.R. Young, D.H. Sansome; University of Aston in Birmingham, UK: "An experimental and design study of fixed-plug tube-drawing with radial ultrasonic vibration of the die"; WIRE INDUSTRY, February 1979, S. 104 bis 106).

[0009] Die Stäbe dienen hier zunächst lediglich der Kraftübertragung und werden nicht mit dem schwingenden System in ihrer Geometrie abgestimmt. Nach der Justierung des gesamten Systems wird die schwingfähige Länge der Stäbe zwischen Matrize und Ziehbank als ungefähr ein Viertel der Wellenlänge eingestellt. Da aber die Matrize mittels Gewinde an den Zugstäben befestigt ist, schwingen diese somit zwangsweise wie die Matrize senkrecht zur Längsachse des Ziehgutes.

[0010] Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit, die Zugstäbe in die Berechnung des Schwingungsverhaltens der Matrize mit einzubeziehen und Stäbe und Matrize gemeinsam auf Eigenfrequenz abzustimmen. Deshalb stellt diese axiale Abstützung der Matrize eine ziemlich zeit- und zudem noch platzaufwendige Ausführung dar.

[0011] Gemeinsam ist allen angeführten Lösungen des Standes der Technik, dass kein Einfluss auf die Schwingungsamplitude der Matrize und damit auf die in das Werkstück einbringbare Ultraschall-Leistung genommen werden kann, die somit auf Grund der relativ großen Masse und Abmessungen der Matrize klein bleibt.

[0012] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine axiale Abstützung für eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize zu schaffen, die eine deutliche Ziehkraftreduktion ohne Dämpfung der Ultraschallschwingungen erzielt und gleichzeitig die Übertragung der Ultraschallschwingungen auf die maschinen-seitige Werkzeugaufnahme auf ein Minimum reduziert sowie bei platzsparender Ausführung eine Erhöhung der in das Werkstück einbringbaren Ultraschall-Leistung bei gleichbleibender Leistung der Erreger ermöglicht.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst.

[0014] In bekannter Weise steht dabei die in einer Werkzeugaufnahme angeordnete Matrize mit Ultraschallschwingungen übertragenden Erregern in Verbindung.

Erfindungsgemäß sind ein oder mehrere Lagerungselemente vorgesehen, die in der Werkzeugaufnahme lagefixiert sind und mit der Matrize eine lose Verbindung bilden.

Die Lagefixierung der Lagerungselemente in der Werkzeugaufnahme befindet sich in einem Schwingungsknoten der Ultraschallschwingungen.

Dabei greifen die Lagerungselemente axial und radial spielbehaftet in Öffnungen der Matrize ein.

Innerhalb der Werkzeugaufnahme sind die Lagerungselemente in einem dort befindlichen, sich in Ziehrichtung an die Matrize anschließenden Hohlzylinder befestigt.

Die Lagerungselemente sind entweder stabförmig ausgebildet und greifen mit einem Ende in koaxial zur Ziehrichtung verlaufende, als Bohrungen ausgebildete Öffnungen der Matrize ein, oder ein ringförmig ausgebildetes Lagerungselement steht mit einer in radialer Richtung ringförmig in der Matrize angeordneten, als Nut ausgebildeten, Öffnung in Eingriff.

Mit ihrem anderen Ende greifen die Lagerungselemente in auf einer Achse mit den Öffnungen der Matrize verlaufende, als Bohrungen oder als Nut ausgebildete, Öffnungen des Hohlzylinders ein.

Dabei können sie, über die Lagefixierung hinaus, mit diesen Öffnungen ebenfalls spielbehaftet in Verbindung stehen oder mittels Gewinde in ihnen befestigt sein.

Die Öffnungen sowohl der Matrize als auch des Hohlzylinders sind in radialer Richtung auf einem mit seinem Mittelpunkt im Zentrum der Matrize und des Hohlzylinders liegenden Umkreis angeordnet.

Die Lagerungselemente weisen bevorzugt in ihrem mittleren Teil eine Durchmessererweiterung auf, die sich sowohl auf der dem Hohlzylinder zugewandten Außenfläche der Matrize lose abstützt als auch am Hohlzylinder lagefixiert ist.

Jedes Lagerungselement besitzt hohlzylinderseitig einen Flansch, in dem es durch eine Platte am Hohlzylinder im Schwingungsknoten lagefixiert ist. Der Flansch kann sich dabei direkt an die Durchmessererweiterung anschließen.

Die Länge der Lagerungselemente beträgt dabei vorzugsweise eine halbe Wellenlänge, $\lambda/2$, der Ultraschallfrequenz, wobei die Lagefixierung generell bei $\lambda/4$ erfolgt.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit einer im Ultraschallbereich radial in Eigenfrequenz schwingender Matrize und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen axialen Abstützung der Matrize innerhalb der Ziehrichtung mit stabförmigen Lagerungselementen;

Fig. 2: eine Vorderansicht der Matrize mit stabförmigen Lagerungselementen;

Fig. 3: ein Schnitt A-A nach Fig. 2 (ohne Erreger) mit Lagefixierung der Lagerungselemente am Hohlzylinder durch eine Platte;

Fig. 4: ein Schnitt A-A nach Fig. 2 mit Lagefixierung der Lagerungselemente im Hohlzylinder mittels Gewinde;

Fig. 5: eine schematische Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen axialen Abstützung mit einem ringförmig ausgebildeten Lagerungselement;

Fig. 6: ein Schnitt B-B nach Fig. 5

[0016] Die in Fig. 1 dargestellte Ziehrichtung weist eine auf einem Maschinenbett 1 befindliche Werkzeugaufnahme 2 sowie drei an entsprechenden Halterungen 3 befestigte Erreger 4 auf. Letztere greifen radial am Umfang eines die Matrize 5 umfassenden Schrumpfringes 6 an. In bekannter Weise bildet beim Ziehen mit Ultraschallüberlagerung der Schrumpfring 6 zusammen mit der Matrize 5 eine schwingungsfähige Einheit. Deshalb wird im folgenden diese Einheit nur noch als Matrize M bezeichnet.

[0017] Das umzuformende Werkstück 7, in diesem Fall ein Rohr, wird von der Matrize M aufgenommen. Durch den Pfeil soll die Ziehrichtung des Werkstückes

7 aufgezeigt werden.

[0018] Dabei weist die Matrize M Bohrungen 8 zur Aufnahme von stabförmigen Lagerungselementen 9 auf (Fig. 1 bis 4). Diese befinden sich auf einem mit seinem Mittelpunkt im Zentrum der Matrize M liegenden Umkreis. Jede dieser koaxial zur Ziehrichtung verlaufenden Bohrungen 8 nimmt ein stabförmiges Lagerungselement 9 auf, wobei zwischen Letzterem und der Wand der Bohrung 8 ein Spiel vorhanden ist. Außerdem ragen diese Lagerungselemente 9 in ebenfalls als Bohrungen 8' ausgebildete Öffnungen eines sich in Ziehrichtung an die Matrize M anschließenden Hohlzylinders 10 hinein.

[0019] Die Bohrungen 8' befinden sich dabei auf einer Achse mit den Bohrungen 8 der Matrize M.

[0020] Im aufgezeigten Beispiel wurden sechs stabförmige Lagerungselemente 9 verwendet, die in sechs in einem Abstand von 30° in radialer Richtung auf der Matrize M und dem Hohlzylinder 10 angeordneten Bohrungen 8 und 8' eingreifen.

[0021] Denkbar ist bei entsprechender Berechnung auch eine andere Anzahl Bohrungen 8, 8' bzw. Lagerungselemente 9.

[0022] Dabei können die Lagerungselemente 9 sowohl spielbehaftet mit den Bohrungen 8' des Hohlzylinders 10 in Eingriff stehen (Fig. 1 und 3) als auch mittels Gewinde in diesen befestigt sein (Fig. 4).

[0023] Jedes dieser stabförmigen Lagerungselemente 9 weist in seinem mittleren Teil eine Durchmessererweiterung 11 auf, deren eine Seite sich an der dem Hohlzylinder 10 zugewandten Außenfläche 12 der Matrize M lose abstützt.

[0024] Im Ausführungsbeispiel mit spielbehaftetem Eingriff der Lagerungselemente 9 in die Bohrungen 8' des Hohlzylinders 10 besitzt die Durchmessererweiterung 11 hohlzylinderseitig einen am Umfang vorspringenden Flansch 13. Dieser wird von einer am Hohlzylinder 10 mittels hier nicht näher gezeigten Befestigungselementen angebrachten Platte 14 an den Hohlzylinder gepresst und dadurch an ihm lagefixiert. Mit der schwingenden Matrize M bilden die Lagerungselemente 9 dagegen eine lose Verbindung.

[0025] Dabei sind die Lagerungselemente 9 so angeordnet, dass am Ort ihrer Lagefixierung im Hohlzylinder 10, d.h. in Höhe des Flansches 13, ein Schwingungsknoten K der auf die Matrize M wirkenden Ultraschallschwingungen vorliegt, und somit die Schwingungsamplitude gleich Null ist.

[0026] Die wirksame Länge der stabförmigen Lagerungselemente 9 ist so gewählt, dass sie $\lambda/2$, d.h. eine halbe Wellenlänge der Erregerfrequenz λ , beträgt, während die Lagefixierung bei $\lambda/4$ erfolgt.

[0027] In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel mit der mittels Gewinde durchgeführten Befestigung der Lagerungselemente 9 befindet sich der Schwingungsknoten K an der der Matrize M zugewandten Außenfläche des Hohlzylinders 10.

[0028] In Fig. 5 und Fig. 6 ist die Möglichkeit des Einsatzes eines ringförmigen Elementes als Lagerungsele-

ment 9.1 dargestellt, das in als ringförmige Nut 8.1 bzw. 8.1' ausgebildete Öffnungen der Matrize M bzw. des Hohlzylinders 10 eingreift.

[0029] Die Lagefixierung dieses ringförmigen Lagerungselementes 9.1 erfolgt analog dem weiter oben beschriebenen Beispiel mit den stabförmigen Lagerungselementen 9: Über den Flansch 13 wird das ringförmige Lagerungselement 9.1 durch die radial am Hohlzylinder 10 befestigte Platte 14 an diesem lagefixiert. Der Eingriff des Lagerungselementes 9.1 in die Nut 8.1' des Hohlzylinders 10 erfolgt ebenso wie der Eingriff in die Nut 8.1 der Matrize M spielbehaftet.

[0030] Wenn nun die Matrize M in radialer Richtung schwingt, wird ein kleiner Anteil der axialen Schwingung in Ziehrichtung durch die dem Hohlzylinder 10 zugewandte Seite der Matrize M in die Lagerungselemente 9 übertragen. Diese schwingen somit gleichzeitig in Eigenfrequenz in longitudinaler Richtung. Auf Grund ihrer Lagerung im Schwingungsknoten K überträgt sich ihre Schwingung aber nicht auf die Zieheinrichtung.

[0031] Durch die für die axiale Abstützung in der Matrize M vorgesehenen Öffnungen (Bohrungen 8 oder Nut 8.1) können die äußeren Abmessungen und somit auch die schwingende Masse kleiner gehalten werden. Dadurch ist es möglich, bei gleicher Leistung des Erregers 4 eine höhere Ultraschalleistung in das Werkstück 7 einzubringen, da die Matrize M auf Grund der geringeren Masse mit einer größeren Amplitude schwingen kann.

[0032] Neben dieser massenoptimierten Matrize M weist die Erfindung weitere Vorteile auf:

Die gewollte radiale Schwingung der Matrize M wird durch die axiale Abstützung nicht beeinflusst - es ergibt sich keine Schwingungsdämpfung. Die Ultraschallübertragung auf die Zieheinrichtung bzw. Maschine ist minimal.

Diese Matrizenlagerung ist verschleißfrei.

Der Wechsel der Aktivteile ist einfach und schnell ohne Werkzeuge möglich.

Da die Lagerungselemente 9, 9.1 einfach herzustellen sind, ist durch deren Veränderung eine Abstimmung der schwingenden Komponenten leicht möglich. Das bedeutet gleichzeitig eine einfachere Herstellung der Matrize M, da die Problematik der Abstimmung auf die Eigenfrequenz mittels Variation der Größe und der Art der Lagerungselemente 9, 9.1 möglich ist.

[0033] Die Erfindung wurde am Beispiel einer im Ultraschallbereich radial in Eigenfrequenz schwingender Matrize erläutert.

[0034] Die erfindungsgemäße axiale Abstützung kann aber auch bei im Ultraschallbereich longitudinal in Eigenfrequenz schwingender Matrize, d.h. bei einer Anordnung des schwingungsübertragenden Erregers auf einer Achse mit der Matrize, sowie bei einer Kombination aus beiden Anordnungen Anwendung finden.

Patentansprüche

1. Axiale Abstützung für eine im Ultraschallbereich in Eigenfrequenz schwingende Matrize (M), insbesondere zum Draht-, Stangen- oder Rohrziehen, wobei die sich in einer Werkzeugaufnahme (2) befindende Matrize (M) mit Ultraschallschwingungen übertragenden Erregern (4) in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Werkzeugaufnahme (2) ein oder mehrere Lagerungselemente (9, 9.1) lagefixiert angeordnet sind, auf die die Matrize (M) lose aufschiebbar ist.
2. Axiale Abstützung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Lagefixierung der Lagerungselemente (9, 9.1) in der Werkzeugaufnahme (2) in einem Schwingungsknoten (K) der Ultraschallschwingungen befindet.
3. Axiale Abstützung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) axial und radial spielbehaftet in Öffnungen der Matrize (M) eingreifen.
4. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) an einem innerhalb der Werkzeugaufnahme (2) befindlichen, sich in Ziehrichtung an die Matrize (M) anschließenden, Hohlzylinder (10) befestigt sind.
5. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9) stabförmig ausgebildet sind und mit einem Ende in coaxial zur Ziehrichtung verlaufende, als Bohrungen (8) ausgebildete, Öffnungen der Matrize (M) eingreifen.
6. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerungselement (9.1) ringförmig ausgebildet ist und mit einem Ende in eine in radialer Richtung ringförmig in der Matrize (M) angeordnete, als Nut (8.1) ausgebildete, Öffnung eingreift.
7. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) mit ihrem anderen Ende in auf einer Achse mit den Öffnungen der Matrize (M) verlaufende Öffnungen des Hohlzylinders (10) eingreifen.
8. Axiale Abstützung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) spielbehaftet in die als Bohrungen (8') oder als Nut (8.1') ausgebildeten Öffnungen des Hohlzylinders (10) eingreifen.

9. Axiale Abstützung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9) mittels Gewinde in den als Bohrungen (8') ausgebildeten Öffnungen des Hohlzylinders (10) befestigt sind. 5
10. Axiale Abstützung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Bohrungen (8,8') bzw. Nut (8.1, 8.1') ausgebildeten Öffnungen in radialer Richtung auf einem mit seinem Mittelpunkt im Zentrum der Matrize (M) und des Hohlzylinders (10) liegenden Umkreis angeordnet sind. 10
11. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) in ihrem mittleren Teil eine Durchmessererweiterung (11) aufweisen, die sich sowohl auf der dem Hohlzylinder (10) zugewandten Außenfläche (12) der Matrize (M) lose abstützt als auch am Hohlzylinder (10) lagefixiert ist. 15
20
12. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) hohlzylinderseitig einen Flansch (13) aufweisen, in dem die Lagerungselemente (9) am Hohlzylinder (10) im Schwingungsknoten (K) lagefixiert sind. 25
13. Axiale Abstützung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerungselemente (9, 9.1) am Hohlzylinder (10) im Schwingungsknoten (K) durch eine gegen den Flansch (13) drückende Platte (14) lagefixiert sind. 30
14. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagefixierung der Lagerungselemente (9, 9.1) bei einem Viertel der Wellenlänge der Ultraschallfrequenz erfolgt. 35
40
15. Axiale Abstützung nach einem der Ansprüche von 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (1) der Lagerungselemente (9, 9.1) eine halbe Wellenlänge der Ultraschallfrequenz beträgt. 45

50

55

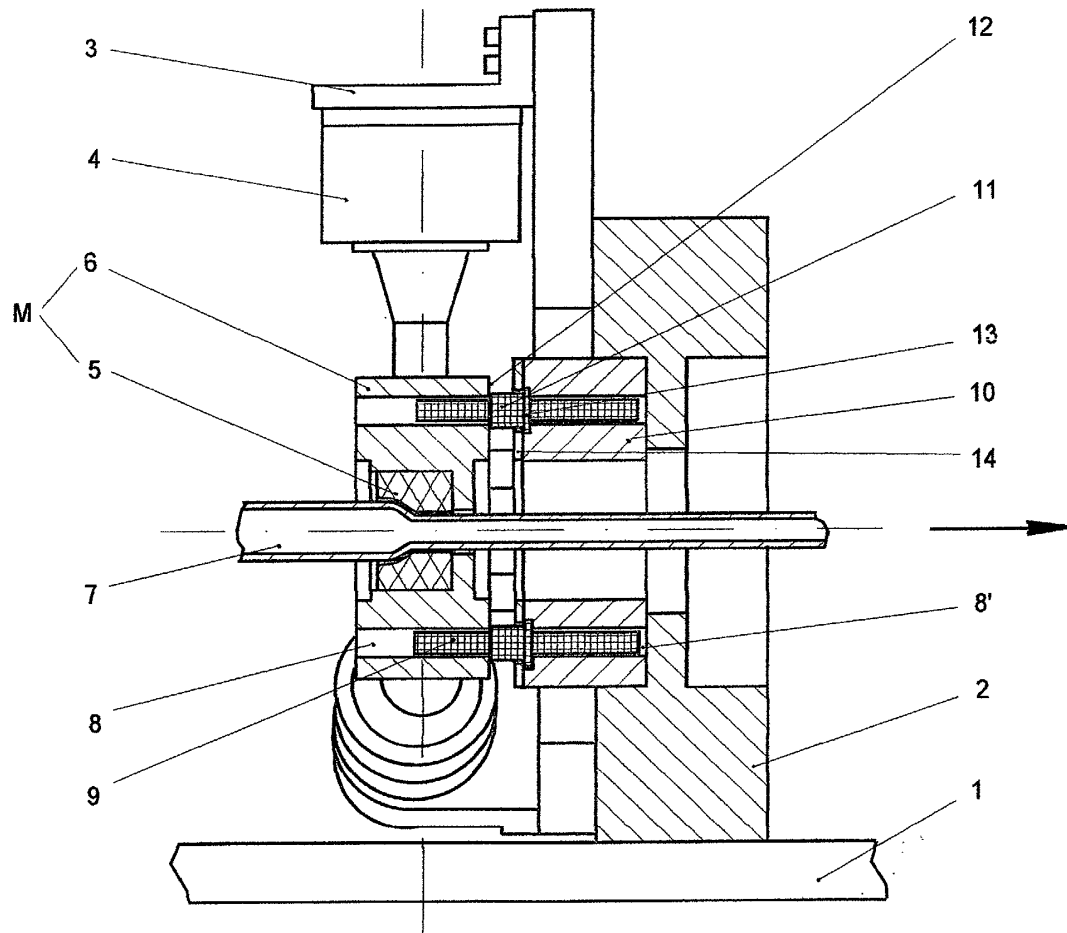


Fig. 1

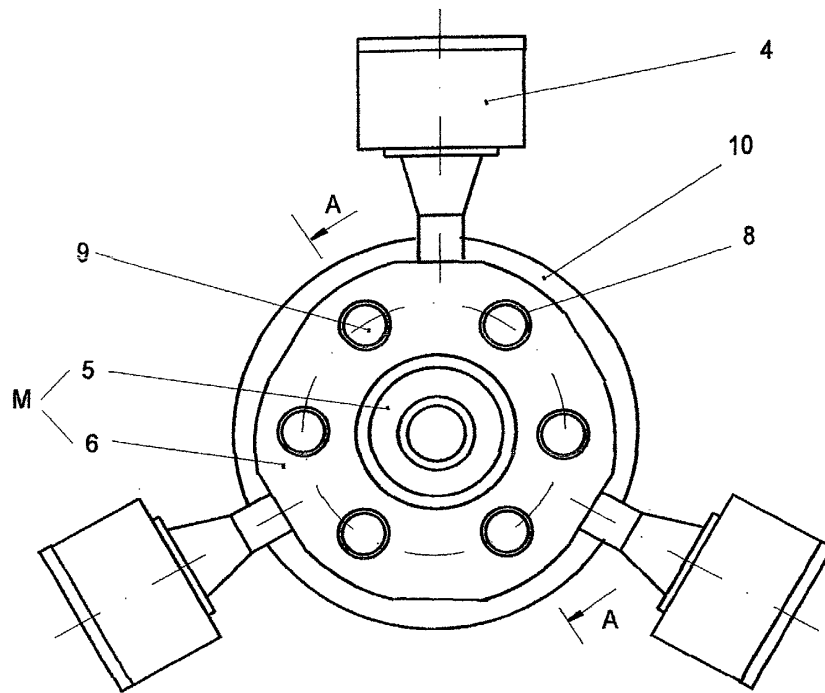


Fig. 2

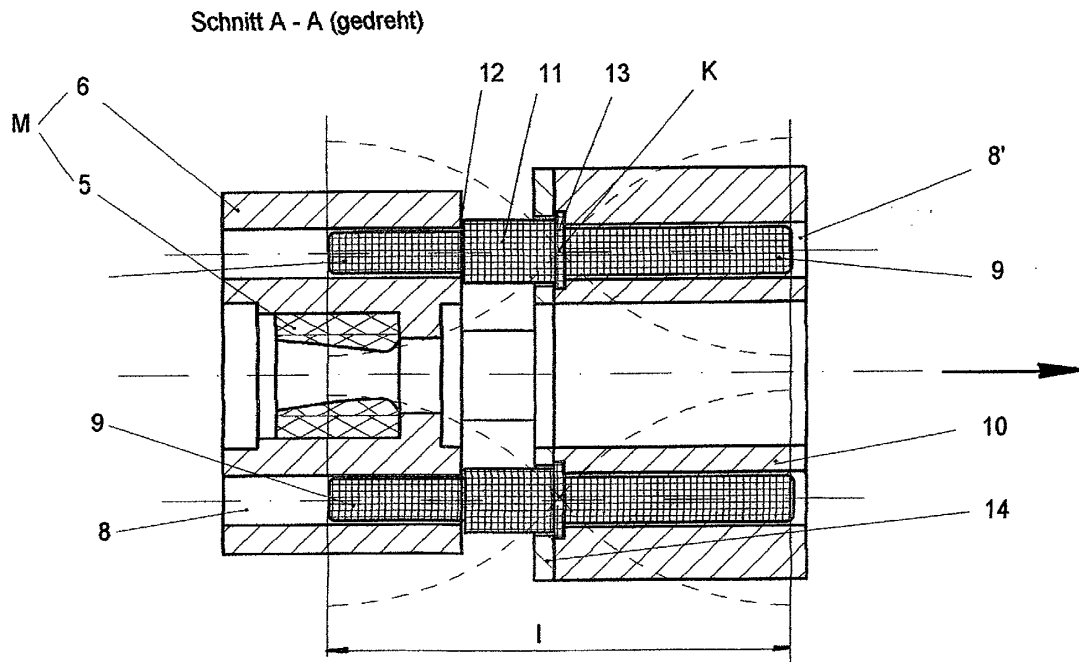


Fig. 3

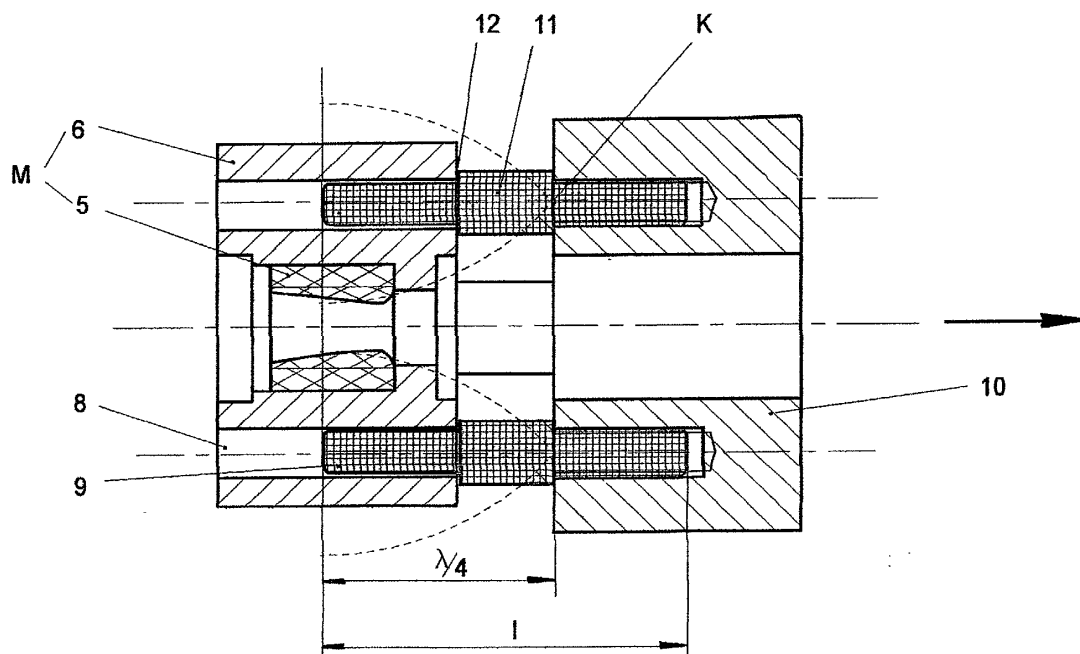


Fig. 4

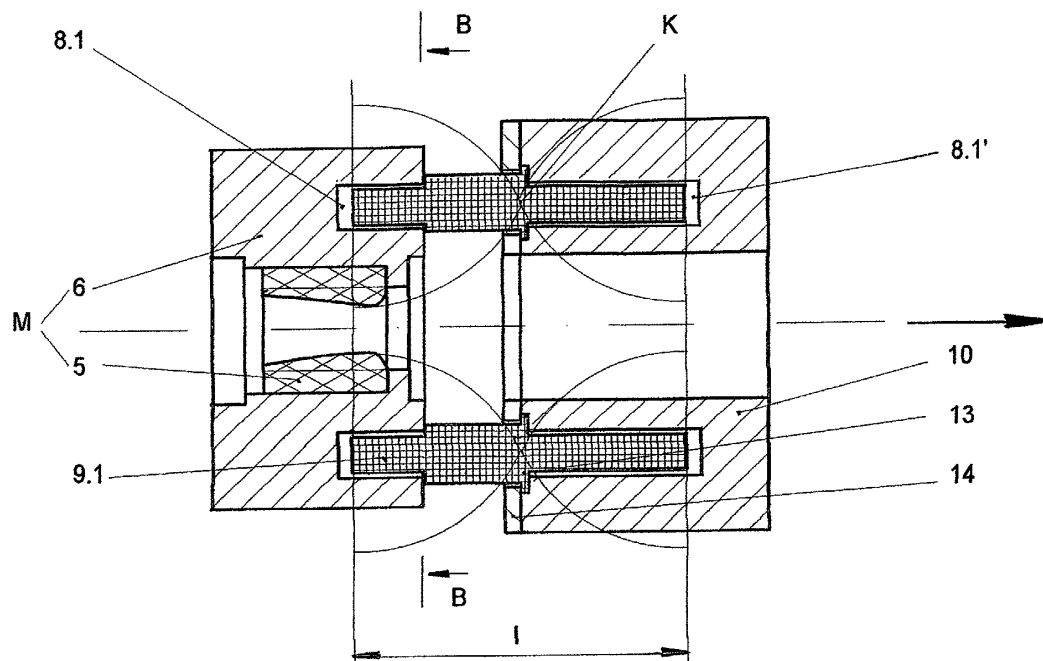


Fig. 5

Schnitt B - B

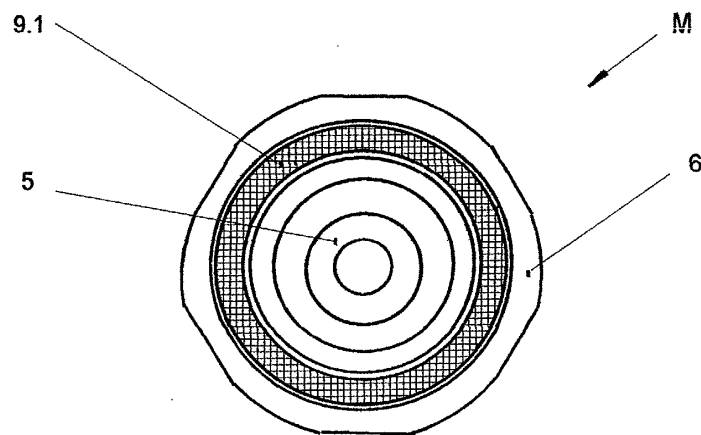


Fig. 6