



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.02.2003 Patentblatt 2003/09

(51) Int Cl.7: **B21D 22/14**

(21) Anmeldenummer: **01119866.0**

(22) Anmeldetag: **16.08.2001**

(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:
 • **Hölterhoff, Karl A., Dr.-Ing.**
59269 Beckum (DE)
 • **Jaschka, Rudolf**
59227 Ahlen (DE)

(71) Anmelder: **Leico GmbH & Co.**
Werkzeugmaschinenbau
59229 Ahlen, Westf. (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Weber & Heim
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(54) **Verfahren zur spanlosen Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks sowie Drückwalzmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein verfahren zur spanlosen Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks auf einer Drückwalzmaschine. Bei diesem Verfahren wird eine Vorform (26) des Werkstücks (12) an einer drehbaren Spindel (18) gehalten und in Drehung versetzt, während gleichzeitig eine Umformrolle (28) zumindest zeitweise zwischen einer maximalen und einer minimalen Rollenzustellposition (R1,R2) in

Abhängigkeit vom Drehwinkel der Vorform (26) radial hin und her verfahren wird, um die Vorform (26) in das Werkstück (12) umzuformen. In Abstimmung mit dem radialen Verfahren der Umformrolle (28) wird gleichzeitig die Vorform (26) in Abhängigkeit von ihrem Drehwinkel bezüglich der Spindeldrehachse (S) der Spindel zumindest zeitweise radial verstellbar. Die Erfindung betrifft auch eine Drückwalzmaschine.

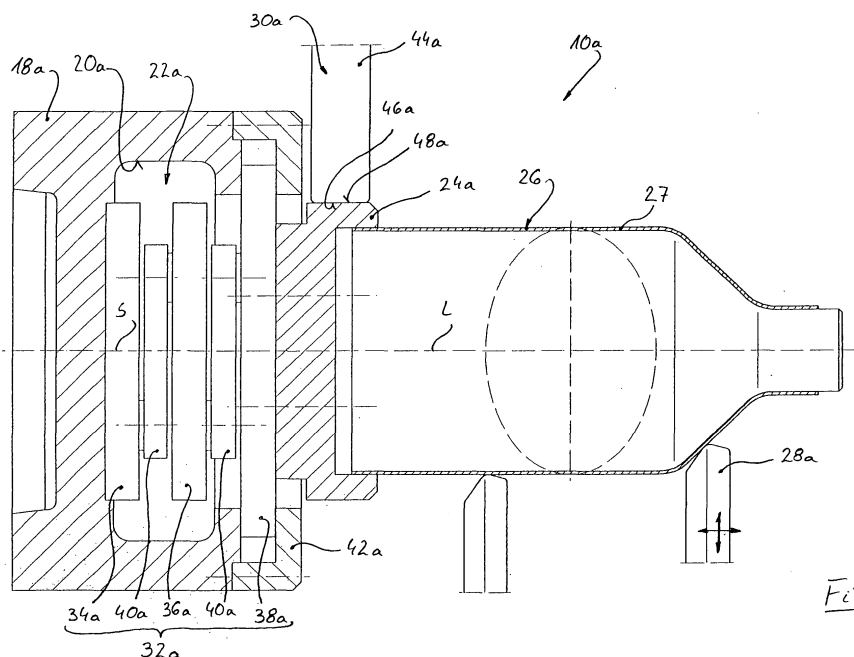


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur spanlosen Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks auf einer Drückwalzmaschine. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Drückwalzmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

[0002] Die spanlose Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks auf einer Drückwalzmaschine ist bekannt. So ist in der DE 196 42 004 C2 ein gattungsgemäßes Verfahren zur spanlosen Fertigung eines nicht rotationssymmetrischen Werkstücks sowie eine Drückwalzmaschine zur Durchführung dieses Verfahrens offenbart. Mit Hilfe dieses bekannten Verfahrens können auf sehr einfache und elegante Art rotationssymmetrische Vorformen zumindest abschnittsweise in nicht-rotationssymmetrische Werkstücke drückgewalzt werden. Alternativ ist es bei diesem bekannten Verfahren auch möglich, nicht-rotationssymmetrische Vorformen als Halbzeug zu verwenden, die abschnittsweise so drückgewalzt werden, dass rotationssymmetrische Bereiche, beispielsweise Anschlussstutzen, an dem im Übrigen nicht-rotationssymmetrischen Werkstück ausgeformt werden können. Zum Ausformen der gewünschten Querschnittsform wird die Umformrolle zwischen einer maximalen Rollenzustellposition und einer minimalen Rollenzustellposition in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Vorform radial hin und her verfahren.

[0003] Beim Ausformen von Vorformen oder Werkstücken, bei denen über den Umfang der Vorform bzw. des Werkstücks betrachtet große Unterschiede in den Querschnittsabmessungen bestehen, beispielsweise bei elliptischen Querschnittsformen mit großen Hauptscheitelabmessungen und verglichen mit diesen kleinen Nebenscheitelabmessungen, ist der Verfahrensweg, den die Umformrolle zwischen der maximalen und der minimalen Rollenzustellposition hin und her bewegt werden muss, vergleichsweise groß. Da die Supportanordnung, an der die Umformrolle gelagert ist, möglichst steif ausgebildet sein muss und demzufolge eine entsprechend große Masse aufweist, muss die Drückwalzmaschine zum hin und her Verfahren der Umformrolle folglich mit entsprechend leistungsstarken Antrieben versehen sein, um die Umformrolle mit Hilfe der Supportanordnung beschleunigen, verfahren und auch abbremsen zu können. Des Weiteren hat insbesondere das vergleichsweise langsame Beschleunigen und Abbremsen der zu bewegenden großen Massen zur Folge, dass die Umformgeschwindigkeiten beim Fertigen der nicht-rotationssymmetrischen Werkstücke verglichen mit den Umformgeschwindigkeiten bei rotationssymmetrischen Werkstücken gering sind.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur spanlosen Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks oder eine Drückwalzmaschine anzugeben, durch dessen oder durch deren Einsatz nicht-

rotationssymmetrische Werkstücke vergleichsweise schnell spanlos umgeformt werden können.

[0005] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1. Des Weiteren löst die Erfindung die Aufgabe durch eine Drückwalzmaschine mit den Merkmalen nach Anspruch 8. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung sowie den Unteransprüchen.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine wird nicht nur die Umformrolle sondern zusätzlich auch die Vorform selbst während des Umformvorgangs zumindest zeitweise bezüglich der Spindeldrehachse radial verfahren. Das radiale Verstellen der Vorform erfolgt in Abstimmung mit dem radialen Verfahren der Umformrolle bezüglich der Vorform, so dass durch das relative Verstellen der Vorform und der Umformrolle zueinander eine kombinierte Zustellbewegung zwischen beiden erzeugt wird. Auf diese Weise ist es möglich, die Vorform der Umformrolle entgegen zu bewegen, während die Umformrolle beispielsweise in ihre maximale Rollenzustellposition verfahren wird. Soll dagegen die Umformrolle wieder von der Vorform wegbewegt werden, beispielsweise in ihre minimale Rollenzustellposition, wird diese Rückstellbewegung durch das radiale Verfahren der Vorform weg von der Umformrolle unterstützt. Durch die kombinierte Bewegung der Vorform und der Umformrolle sind die Zustellwege der Umformrolle bezüglich der Vorform, beispielsweise beim spanlosen Fertigen eines nicht-rotationssymmetrischen Querschnitts mit über den Umfang des Werkstücks betrachtet großen Querschnittsunterschieden, verglichen mit den bekannten Verfahren verkürzt, wodurch insgesamt die Hauptzeiten beim spanlosen Fertigen mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. mit Hilfe der erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine reduziert sind.

[0007] Bei einer bevorzugten Variante des Verfahrens wird insbesondere vorgeschlagen, die Vorform während des radialen Verfahrens der Umformrolle zwischen deren maximaler und minimaler Rollenzustellposition radial zu verstellen, um insbesondere den Zustellweg zwischen der maximalen und der minimalen Rollenzustellposition der Umformrolle zu verkürzen.

[0008] Des Weiteren wird vorgeschlagen, in radialer Richtung zur Umformrolle hin gesehen die Vorform zwischen zwei definierten Positionen bezüglich der Spindeldrehachse hin und her zu bewegen. So ist es von Vorteil, die Vorform in radialer Richtung zur Umformrolle hin gesehen in eine erste Position mit größtem radialen Abstand zur Spindeldrehachse und einer zweiten Position radial zu verstellen, welche in radialer Richtung zur Umformrolle hin gesehen einen geringeren radialen Abstand zur Spindeldrehachse aufweist als die erste Position. Der Abstand, den die Vorform in ihrer zweiten Position zur Spindeldrehachse einnimmt, kann gegebenenfalls auch gegen Null gehen, so dass die Vorform in ihrer zweiten Position konzentrisch zur Spindeldrehach-

se angeordnet ist. Dabei ergibt sich für die Umformrolle der geringste Zustellweg, wenn die Vorform in ihre erste Position mit größtem radialen Abstand zur Spindeldrehachse bewegt ist, während sich die Umformrolle gleichzeitig in ihrer maximalen Rollenzustellposition befindet, und die Vorform in ihre zweite Position bewegt ist, wenn sich die Umformrolle in ihrer minimalen Rollenzustellposition befindet. Insbesondere wenn die Vorform und die Umformrolle bei dieser Verfahrenführung mit gleichen Verstellwegen radial hin und her bewegt werden, kann auf diese Weise eine Halbierung der Zustellbewegung der Umformrolle und damit insgesamt auch eine Halbierung der Hauptzeit während dieses Umformvorgangs erreicht werden.

[0009] Bei einer weiteren Variante des Verfahrens wird vorgeschlagen, die Vorform bezüglich der Spindeldrehachse während des Umformens zu neigen. Durch das Neigen der Vorform verläuft diese mit ihrer Längsachse unter einem vorgegebenen Winkel bezüglich der Spindeldrehachse, so dass beim Umformen am Werkstück Abschnitte ausgeformt werden können, welche bezüglich der Längsachse der Vorform unter einem definierten Winkel geneigt verlaufen.

[0010] Die Vorform wird bei einer bevorzugten Verfahrensvariante durch spanlose Formgebung aus einer Blechrunde geformt. Hierzu kann die Blechrunde beispielsweise in die Drückwalzmaschine eingespannt und durch die Umformrolle zu einer Vorform mit rotations-symmetrischem Querschnitt ausgeformt werden. Ferner ist es denkbar, die Vorform durch andere spanlose Formgebungsverfahren, wie beispielsweise Tiefziehen, aus der Blechrunde zu fertigen und die Vorform erst anschließend in die Drückwalzmaschine einzuspannen.

[0011] Ferner wird vorgeschlagen, die Vorform durch spanlose Formgebung zumindest abschnittsweise zu einem nicht-rotationssymmetrischen Querschnitt zu formen, bevor sie in die Drückwalzmaschine zum Ausformen des Werkstücks eingespannt wird. Bei dieser Verfahrensvariante können aus dem vorab nicht-rotationssymmetrischen Querschnittsabschnitten durch das erfindungsgemäße Verfahren gezielt Bereiche drückgewalzt werden, die eine rotationssymmetrische oder auch eine abgewandelte nicht-rotationssymmetrische Querschnittsform besitzen.

[0012] Bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, eine rohrförmige Vorform mit rotationssymmetrischer oder auch nicht-rotationssymmetrischer Querschnittsform zu verwenden, die mit ihren beiden Enden zwischen zwei Spindeln an der Drückwalzmaschine gehalten wird. Die Vorform ist bei dieser Weiterbildung in ihrer Länge so bemessen, dass aus ihr ein Doppelwerkstück gefertigt werden kann. Zu diesem Zweck wird die Vorform an einem Zwischenabschnitt zwischen den beiden Enden durch die Umformrolle eingezogen und die Vorform in dem eingezogenen Zwischenabschnitt anschließend abgetrennt, wobei zwei Werkstücke entstehen. Durch diese Verfahrensvariante ist es möglich, in einem

einigen Umformschritt gleichzeitig an zwei Werkstücken definiert Bereiche umzuformen, wodurch die Fertigungszeit bei jedem der beiden Werkstücke insgesamt verkürzt wird.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Drückwalzmaschine vorgeschlagen, wie sie in Anspruch 8 definiert ist. Bei dieser erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine ist die Werkstückaufnahme, die zum Halten der Vorform des zu fertigenden Werkstücks dient, einerseits drehfest mit der Spindel verbunden, andererseits jedoch bezüglich der Spindeldrehachse an der Spindel radial beweglich befestigt. Des Weiteren wird bei dieser erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine vorgeschlagen, ein Stellorgan vorzusehen, dass zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme bezüglich der Spindeldrehachse mit der Werkstückaufnahme gekoppelt ist.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Drückwalzmaschine ist auf eine sehr funktionssichere Art und Weise ein radiales Verstellen der Vorform bezüglich der Spindeldrehachse möglich, um insbesondere auch die zuvor unter Bezugnahme auf das erfindungsgemäße Verfahren geschilderte kombinierte Bewegung zwischen der Vorform und der Umformrolle zu realisieren.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine ist das Stellorgan der Werkstückaufnahme und/oder die Zustelleinrichtung der Umformrolle mit dem Antrieb der Spindel derart gekoppelt, dass das Stellorgan die Werkstückaufnahme und/oder die Zustelleinrichtung die Umformrolle in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Spindel radial verstellen bzw. verstellt. Durch die regelungstechnische Kopplung des Stellorgans bzw. der Zustelleinrichtung mit der Spindel wird erreicht, dass eine exakte Abstimmung der radialen Verstellbewegung der Werkstückaufnahme und, sofern vorgesehen, auch gleichzeitig ein exaktes radiales Verstellen der Umformrolle in Bezug auf die Drehposition bzw. den Drehwinkel der Vorform möglich ist.

[0016] Das Stellorgan weist bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Drückwalzmaschine eine seitlich der Werkstückaufnahme angeordnete Steuerrolle auf, welche zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme unter Vorspannung an der Umfangsfläche der Werkstückaufnahme anliegt. Die Verwendung einer Steuerrolle zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme hat den Vorteil, das unterschiedliche Werkstückaufnahmen mit derselben Steuerrolle radial verstellt werden können, wodurch ein besonders flexibler Einsatz der Drückwalzmaschine auch für unterschiedlichste nicht-rotationssymmetrische Werkstücke möglich wird.

[0017] Zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme wird bei einer bevorzugten Weiterbildung dieser Ausführungsform eine Steuerrolle eingesetzt, die radial verstellbar ist, so dass bei einem radialen Verstellen der Steuerrolle gleichzeit auch die Werkstückaufnahme ra-

dial verlagert wird. Das radiale Verstellen der Steuerrolle hat den Vorteil, dass bei entsprechender Ansteuerung der Steuerrolle ohne großen Aufwand unterschiedlichste Werkstückquerschnitte gefertigt werden können. Zum Verstellen der Steuerrolle eignet sich beispielsweise ein hydraulisch betätigter Zylinder, ein elektrischer Stellmotor oder ähnliches, mit dem die Steuerrolle bezüglich der Spindeldrehachse verlagert werden kann. Für eine kämmende Verbindung können die Steuerrolle und die Werkstückaufnahme mit einer Verzahnung versehen sein.

[0018] Des Weiteren wird vorgeschlagen, an der Steuerrolle oder an der Werkstückaufnahme eine umlaufende, nicht-rotationssymmetrische Steuerfläche auszubilden, die mit der Umfangsfläche des jeweiligen Funktionspartners, also der Umfangsfläche der Werkstückaufnahme bzw. der Umfangsfläche der Steuerrolle, in Berührung steht.

[0019] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Gegenfläche zur Steuerfläche üblicherweise rotationssymmetrisch ausgebildet, wodurch ein besonders exaktes Verstellen der Werkstückaufnahme möglich wird. Sofern gewünscht, kann aber auch die Gegenfläche, mit der die Steuerfläche in Kontakt steht, gleichfalls nicht-rotationssymmetrisch ausgebildet sein, wodurch sich eine kombinierte Stellbewegung an der Werkstückaufnahme ergibt.

[0020] Bei den zuvor geschilderten Weiterbildungen wird die Stellbewegung der Werkstückaufnahme durch die nicht-rotationssymmetrische Steuerfläche bewirkt. Dabei erfolgt durch die mechanische Kopplung der Steuerrolle mit der Werkstückaufnahme ein Verstellen der Werkstückaufnahme in Echtzeit, ohne dass eventuelle Totzeiten, die bei einer elektrischen Regelung gegebenenfalls entstehen können, gegeben sind. Die Steuerrolle wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch einen entsprechenden Reibschluss zwischen der Werkstückaufnahme und der Steuerrolle von der sich drehenden Werkstückaufnahme mitgenommen, wobei die entsprechende Stellbewegung von der nicht-rotationssymmetrischen Steuerfläche bewirkt wird. Alternativ kann die Steuerrolle auch über einen eigenständigen Rotationsantrieb verfügen.

[0021] Um ein noch flexibleres Verstellen der Werkstückaufnahme zu realisieren und um den Austausch der Werkstückaufnahme zusätzlich zu erleichtern, wird ferner vorgeschlagen, auch bei diesen Weiterbildungen die Steuerrolle zusätzlich radial verstellbar zu gestalten.

[0022] Zum radialen Vorspannen der Werkstückaufnahme gegen die Steuerrolle wird bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels vorgeschlagen, die Umformrolle bezüglich der Spindeldrehachse gesehen diametral gegenüber der Steuerrolle so anzuordnen, dass die Werkstückaufnahme beim Umformen von der Umformrolle gegen die Steuerrolle gedrückt wird. Dies hat den Vorteil, dass auf aufwändige Spanneinrichtungen, die die Werkstückaufnahme gegen die Steuerrolle vorspannen, verzichtet

werden kann.

[0023] Alternativ wird vorgeschlagen, diametral gegenüber der Steuerrolle eine Spannrolle anzuordnen, welche die Werkstückaufnahme gegen die Steuerrolle vorspannt. Durch Verwendung der Spannrolle ist ein sehr exaktes Einstellen der Vorspannkraft möglich, mit der die Werkstückaufnahme an der Steuerrolle anliegt. Des Weiteren ist es möglich, die Spannrolle verstellbar zu gestalten, so dass die Vorspannkraft gegebenenfalls variiert werden kann.

[0024] Bei einer alternativen Ausführungsform der Drückwalzmaschine weist das Stellorgan anstelle der Steuerrolle einen Stellring auf, der auf die Werkstückaufnahme aufgeschoben und relativ zu dieser beweglich ist. Der Stellring ist seinerseits mit einer Hubeinrichtung gekoppelt, mit der der Stellring bezüglich der Spindeldrehachse radial verstellbar werden kann, um die Werkstückaufnahme bezüglich der Spindeldrehachse zu verlagern. Mit Hilfe des Stellrings ist eine besonders exakte Verlagerung der Werkstückaufnahme möglich, wobei darüber hinaus, insbesondere bei Verwendung mehrerer gleichmäßig über den Umfang der Vorform verteilter Umformrollen die Werkstückaufnahme in unterschiedliche Richtungen bezüglich der verschiedenen Umformrollen verlagert werden kann.

[0025] Damit die Vorform bezüglich der Spindeldrehachse geneigt werden kann, wird ferner vorgeschlagen, zwischen der Spindel und der Werkstückaufnahme eine Schwenkeinrichtung vorzusehen, mit der die Werkstückaufnahme bezüglich der Spindeldrehachse geschwenkt werden kann. Hierdurch ist es möglich, auch nicht-rotationssymmetrische Werkstücke zu fertigen, bei denen die von der Drückwalzmaschine umzuförmenden Bereiche mit ihren Symmetrieachsen unter einem vorgegebenen Winkel zur Symmetrielängsachse der Vorform verlaufen. Des Weiteren ermöglicht die Schwenkeinrichtung ein variables Verändern des Neigungswinkels der Vorform bezüglich der Spindeldrehachse, so dass gegebenenfalls auch ein Schwenken der Werkstückaufnahme während des Umformvorganges möglich ist.

[0026] Sofern als Stellorgan für die Werkstückaufnahme ein Stellring verwendet wird, wird bei dieser mit der Schwenkeinrichtung ausgestatteten Ausführungsform der Drückwalzmaschine ferner vorgeschlagen, den Stellring durch eine Kalottenlagerung in einem Haltering schwenkbar zu lagern, während die Hubeinrichtung an den Haltering angelenkt ist. Hierdurch wird erreicht, dass die Werkstückaufnahme gemeinsam mit dem Stellring bezüglich des Halterings geschwenkt werden kann, während gleichzeitig durch radiales Verstellen des Halterings das radiale Verlagern der Werkstückaufnahme möglich wird.

[0027] Damit das Drehmoment der Spindel mit möglichst geringen Verlusten an die Werkstückaufnahme übertragen werden kann, ohne dass dabei der radialen Stellbewegung der Werkstückaufnahme entgegenwirkende Querkräfte entstehen, wird ferner vorgeschla-

gen, zwischen der Werkstückaufnahme und der Spindel eine Ausgleichkupplung vorzusehen, die die Werkstückaufnahme drehfest mit der Spindel kuppelt.

[0028] Als Ausgleichkupplung wird beispielsweise die Verwendung einer Kurbelkupplung oder auch die Verwendung eines Kreuzgelenkpaars vorgeschlagen, die sich beide durch ihren kompakten Aufbau besonders gut zum Kuppeln der Werkstückaufnahme mit der Spindel eignen.

[0029] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von sechs Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht eines als Katalysatorgehäuse dienenden nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine mit durch eine Steuerrolle radial verstellbarer Werkstückaufnahme, welche durch eine Kurbelkupplung drehfest mit der Spindel verbunden ist;

Fig. 3 eine Schnittansicht der Drückwalzmaschine nach Fig. 2 mit radial verlagerter Werkstückaufnahme;

Fig. 4 ein Diagramm nach dem Stand der Technik, in dem die Verstellbewegung einer Drückrolle bezogen auf eine vollständige Umdrehung einer Vorform gezeigt ist;

Fig. 5 ein Diagramm, in dem die Verstellbewegung einer Umformrolle und die Verstellbewegung einer Vorform bei der erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine nach Fig. 2 bezogen auf eine vollständige Umdrehung der Vorform gezeigt ist;

Fig. 6 eine Vorderansicht der Drückwalzmaschine nach Fig. 2 mit teilweise geschnittener Werkstückaufnahme und radial verfahrbarer Steuerrolle;

Fig. 7 eine geschnittene Vorderansicht einer alternativen Ausführungsform der Drückwalzmaschine nach Fig. 2 mit einer Werkstückaufnahme mit elliptischer Umfangsfläche;

Fig. 8 eine geschnittene Vorderansicht einer zweiten alternativen Ausführungsform der Drückwalzmaschine nach Fig. 2 mit einer elliptischen Steuerrolle;

Fig. 9 eine geschnittene Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine mit einem Stell-

ring zum Verstellen der Werkstückaufnahme;

Fig. 10 eine geschnittene Seitenansicht der Drückwalzmaschine nach Fig. 9 mit verlagerter Werkstückaufnahme;

Fig. 11 eine geschnittene Seitenansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine mit einer verlängerten Werkstückaufnahme;

Fig. 12 eine geschnittene Seitenansicht eines vierten Ausführungsbeispiels einer Drückwalzmaschine, bei der die Werkstückaufnahme durch ein Kreuzgelenkpaar angetrieben wird;

Fig. 13 eine geschnittene Seitenansicht eines zweiten Werkstücks, das als Katalysatorgehäuse dient, mit versetzt zueinander ausgebildeten Anschlussstutzen;

Fig. 14 eine Vorderansicht des Werkstücks nach Fig. 13;

Fig. 15 eine geschnittene Seitenansicht einer Blechrunde vor dem Ausformen zu einer Vorform;

Fig. 16 eine geschnittene Seitenansicht der aus der Blechrunde gefertigten Vorform;

Fig. 17 eine geschnittene Vorderansicht einer ersten Ausführungsform der Vorform nach Fig. 16;

Fig. 18 eine geschnittene Vorderansicht einer alternativen Ausführungsform der Vorform nach Fig. 16;

Fig. 19 eine geschnittene Seitenansicht eines dritten Werkstücks, das als Katalysatorgehäuse dient, mit versetzt zueinander und geneigt zur Längsachse des Gehäuses angeordneten Anschlussstutzen;

Fig. 20 eine Vorderansicht des Werkstücks nach Fig. 19;

Fig. 21 eine geschnittene Seitenansicht eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine, die mit einer Schwenkeinrichtung zum Schwenken der Werkstückaufnahme versehen ist;

Fig. 22 eine geschnittene Seitenansicht der Drückwalzmaschine nach Fig. 22 mit geschwenkter Werkstückaufnahme; und

Fig. 23 eine geschnittene Seitenansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfin-

dungsgemäßen Drückwalzmaschine mit zwei Spindeln zum Bearbeiten eines Doppelwerkstücks.

[0030] Die erfindungsgemäße Drückwalzmaschine 10 wird insbesondere zum spanlosen Fertigen eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks 12 eingesetzt, wie es beispielsweise in Fig. 1 gezeigt ist. Das in Fig. 1 gezeigte Werkstück 12 dient als Gehäuse zur Aufnahme eines Keramikmonolithen 13 eines Abgaskatalysators.

[0031] Das Werkstück 12 weist einen im Querschnitt nicht-rotationssymmetrischen Grundkörper 14 auf, der an seinen beiden Enden jeweils in rotationssymmetrische Anschlussstutzen 16 übergeht.

[0032] In den Fig. 2 und 3 ist in geschnittener Seitenansicht ein erstes Ausführungsbeispiel einer Drückwalzmaschine 10a gezeigt. Die Drückwalzmaschine 10a weist eine Spindel 18a auf, die in bekannter Weise mit einem Antrieb der Drückwalzmaschine 10a gekoppelt ist. In der Spindel 18a ist eine Kammer 20a ausgebildet, die zur Stirnseite der Spindel 18a hin geöffnet ist. In die Kammer 20a ist eine Ausgleichskupplung 22a eingesetzt, die eine an der Stirnseite der Spindel 18a vorgesehene Werkstückaufnahme 24a drehfest mit der Spindel 18a verbindet, wie später noch erläutert wird.

[0033] Die Werkstückaufnahme 24a dient zum Spannen einer Vorform 26 des zu fertigenden Werkstücks 12. Der Grundkörper 27 der Vorform 26, mit dem die Vorform 26 in der Werkstückaufnahme 24a gehalten ist, weist eine im Querschnitt etwa elliptische Form auf, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 2 angedeutet ist.

[0034] Zum spanlosen Umformen der Vorform 26 in das Werkstück 12 ist an der Drückwalzmaschine 10a mindestens eine Umformrolle 28a vorgesehen, die sowohl radial als auch axial bezüglich der Spindeldrehachse S der Spindel 18a verstellbar ist. Die Umformrolle 28a ist dabei so mit dem Antrieb der Spindel 18a gekoppelt, dass die Umformrolle 28a in Abhängigkeit von der Drehstellung der Vorform 26 bezüglich der Spindeldrehachse S verstellt wird.

[0035] Die in den Fig. 2 und 3 gezeigte Drückwalzmaschine 10a zeichnet sich dadurch aus, dass die Werkstückaufnahme 24a relativ zur Spindel 18a und damit relativ zur Spindeldrehachse S mit Hilfe eines Stellorgans 30a radial verstellt werden kann, wobei gleichzeitig die Vorform 26 bezüglich der Spindeldrehachse S und damit bezüglich der Umformrolle 28a verlagert wird.

[0036] Damit die Werkstückaufnahme 24a relativ zur Spindel 18a verlagert werden kann, ohne dass es zu Drehmomentübertragungsverlusten kommt, wird bei der Drückwalzmaschine 10a als Ausgleichskupplung 22a eine Kurbelkupplung 32a eingesetzt. Die Kurbelkupplung 32a besitzt eine mit der Spindel 18a fest verbundene Antriebsscheibe 34a. Die Antriebsscheibe 34a ist mittels einer Mitnehmerscheibe 36a mit einer Abtriebsscheibe 38a durch Kupplungsglieder 40a derart gekoppelt, dass die Abtriebsscheibe 38a relativ zur Antriebsscheibe 34a radial verlagert werden kann, jedoch

ein Drehmoment von der Antriebsscheibe 34a an die Abtriebsscheibe 38a übertragen werden kann. Die Abtriebsscheibe 38a ist verschieblich zwischen der Stirnseite der Spindel 18a und einem an dieser befestigten Deckel 42a aufgenommen. An der der Spindel 18a abgewandten Stirnseite der Abtriebsscheibe 38a ist an dieser die Werkstückaufnahme 24 lösbar befestigt.

[0037] Durch die zuvor geschilderte Kurbelkupplung 32a ist die Werkstückaufnahme 24a drehfest mit der Spindel 18a verbunden, wobei die Kurbelkupplung 32a gleichzeitig eine radiale Verlagerung der Werkstückaufnahme 24a bezüglich der Spindeldrehachse S innerhalb des vom Deckel 42a begrenzten Bereiches zulässt.

[0038] Als Stellorgan 30a, mit dem die Werkstückaufnahme 24a radial verstellt werden kann, wird bei der Drückwalzmaschine 10a eine drehbar gelagerte Steuerrolle 44a eingesetzt. Die Steuerrolle 44a ist seitlich der Werkstückaufnahme 24a angeordnet und weist eine Steuerfläche 46a auf, mit der sie an der Umfangsfläche 48a der Werkstückaufnahme 24a anliegt. Die Werkstückaufnahme 24a wird beim Umformen der Vorform 26 durch die Umformrolle 28a, die bezüglich der Spindeldrehachse S diametral gegenüber der Steuerrolle 44a angeordnet ist, gegen die Steuerrolle 44a vorgespannt. Durch einen Reibschluss wird die Steuerrolle 44a von der rotierenden Werkstückaufnahme 24a mitgenommen.

[0039] Bei der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsform der Drückwalzmaschine 10a ist sowohl die Steuerfläche 46a der Steuerrolle 44a als auch die Umfangsfläche 48a der Werkstückaufnahme 24a rotationssymmetrisch ausgebildet. Um die Werkstückaufnahme 24a bezüglich der Spindeldrehachse S zu verlagern, ist die Steuerrolle 44a bei dieser Ausführungsform radial verstellbar gestaltet und wird beispielsweise mit Hilfe eines Stellmotors radial bezüglich der Spindeldrehachse S verstellt. Dadurch, dass die Steuerrolle 44a unter Vorspannung an der Umfangsfläche 48a der Werkstückaufnahme 24a anliegt, wird die Werkstückaufnahme 24a in einer definierten Position bezüglich der Spindeldrehachse S gehalten.

[0040] Sobald nun die Umformrolle 28a gegen die Vorform 26 drückt, um die Vorform 26 in das Werkstück 12 umzuformen, bildet die Steuerrolle 44a einen definierten Anschlag für die Werkstückaufnahme 24a, so dass diese nur entsprechend der Stellung der Steuerrolle 44a relativ zur Spindeldrehachse S verstellt werden kann.

[0041] Durch ein gezieltes radiales Verstellen der Steuerrolle 44a in Abhängigkeit vom Drehwinkel bzw. der Drehposition der Vorform 26 kann die Vorform 26 relativ zur Umformrolle 28a verlagert werden, wie Fig. 3 zeigt. Durch die Steuerrolle 44a kann folglich die Werkstückaufnahme 24a und damit die Vorform 26 bezüglich der Umformrolle 28a radial verstellt werden, so dass bei entsprechender Abstimmung der Zustellbewegung der Vorform 26 und der Zustellbewegung der Umformrolle 28a, der für die Umformrolle 28 erforderliche

Zustellweg verglichen mit den bekannten Drückwalzmaschinen verkürzt sind.

[0042] In Fig. 4 ist in einem Diagramm die Zustellbewegung einer Umformrolle bezogen auf die Drehposition bzw. den Drehwinkel der Vorform 26 bei einer herkömmlichen Drückwalzmaschine nach dem Stand der Technik gezeigt. Zum Ausformen eines rotationssymmetrischen Anschlussstutzens 16 an der nicht-rotationssymmetrischen, elliptischen Vorform 26 wird die Umformrolle während einer vollständigen Umdrehung der Vorform 26 zwischen einer maximalen Rollenzustellposition R1 und einer minimalen Rollenzustellposition R2 hin und her bewegt. Der insgesamt erforderliche Zustellweg zwischen der Rollenzustellposition R1 und der Rollenzustellposition R2 ist mit A im Diagramm angegeben.

[0043] In Fig. 5 ist der gleiche Umformvorgang mit der erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine 10a dargestellt. Auch bei der Drückwalzmaschine 10a wird die Umformrolle 28a zwischen einer maximalen Rollenzustellposition R1 und einer minimalen Rollenzustellposition R2 beim Ausformen hin und her bewegt. Gleichzeitig wird jedoch auch die Vorform 26 in eine erste Position P1 bewegt, in der sie einen maximalen Abstand x zur Spindeldrehachse S einnimmt. Nach Erreichen dieser ersten Position P1 wird die Vorform 26 auf eine zweite Position P2 zurückbewegt, in der die Vorform 26 konzentrisch zur Spindeldrehachse S angeordnet ist. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Diagramm gelangt die Vorform 26 dann in ihre erste Position P1, wenn gleichzeitig die Umformrolle 28a in ihre maximale Rollenzustellposition R1 gelangt. Im Gegenzug gelangt die Vorform 26 dann in ihre zweite Position P2, wenn die Umformrolle 28a in ihre minimale Rollenzustellposition R2 bewegt ist. Um die Zustellbewegungen sowohl für die Vorform 26 als auch für die Umformrolle 28a zu minimieren, wird, sofern dies möglich ist, sowohl die Vorform 26 als auch die Umformrolle 28a in gleichem Maß zugestellt, so dass der Zustellweg der Vorform 26 und der Zustellweg der Umformrolle 28a im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren jeweils 1/2 A entspricht.

[0044] Da die Umformrolle 28a während des Umformens bei optimierten Verfahrensparametern verglichen mit dem unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschriebenen Verfahren nur mehr den halben Zustellweg A während des Umformens der Vorform 26 zurücklegen muss, halbiert sich dementsprechend auch die Hauptzeit zum Ausformen der Vorform 26 verglichen mit der unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschriebenen bekannten Drückwalzmaschine.

[0045] In Fig. 6 ist eine Vorderansicht der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Drückwalzmaschine 10a dargestellt, wobei die Werkstückaufnahme 24a geschnitten gezeigt ist. Wie Fig. 6 zu entnehmen ist, wird bei dieser ersten Ausführungsform der Drückwalzmaschine 10a die Steuerrolle 44 radial verstellt.

[0046] In Fig. 7 ist eine alternative Ausführungsform der Drückwalzmaschine 10a' gezeigt. Bei dieser Aus-

führungsform weist die Werkstückaufnahme 24a' eine elliptische Querschnittsform auf, während die Steuerrolle 44a' eine rotationssymmetrische Steuerfläche 46a' besitzt. Die elliptische Gestalt der Werkstückaufnahme 24a' bewirkt bei dieser in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform während der Abwärtsbewegung der Werkstückaufnahme 24a' an der Steuerrolle 44a' die radiale Verlagerung der Werkstückaufnahme 24a'.

[0047] In Fig. 8 ist eine zweite alternative Ausführungsform der Drückwalzmaschine 10a" gezeigt, bei der die Werkstückaufnahme 24a" eine rotationssymmetrische Umfangsfläche 48a" besitzt, während die Steuerfläche 46a" der Steuerrolle 44a" elliptisch ausgebildet ist. Bei dieser Ausführungsform der Drückwalzmaschine 10a" wird die radiale Bewegung der Werkstückaufnahme 24a" durch die elliptische Form der Steuerrolle 44a" bewirkt, wobei die Steuerrolle 44a" durch eine mit dem Spindeltrieb gekoppelten Rotationsantrieb drehbar angetrieben wird.

[0048] In den Fig. 9 und 10 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine 10b gezeigt. Die Drückwalzmaschine 10b unterscheidet sich gegenüber der zuvor unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 beschriebenen Drückwalzmaschine 10a lediglich durch das verwendete Stellorgan 30b.

[0049] So wird bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, der Drückwalzmaschine 10b, als Stellorgan 30b ein geschlossener Stellring 60b verwendet, der konzentrisch die rotationssymmetrische Werkstückaufnahme 24b umschließt. Zwischen der Werkstückaufnahme 24b und dem Stellring 60b ist eine Lageranordnung 62b angeordnet, die die Werkstückaufnahme 24b relativ zum Stellring 60b drehbar lagert. Am Außenumfang 64b des Stellrings 60b ist eine Hubeinrichtung 66b angelenkt, mit der der Stellring 60b und damit die Werkstückaufnahme 24b relativ zur Spindeldrehachse S radial verstellt werden kann.

[0050] Die Verwendung des Stellrings 60b hat den Vorteil, dass mit Hilfe der Hubeinrichtung 66b die Werkstückaufnahme 24b relativ zur Spindeldrehachse S sehr definiert verstellt werden kann. Werden mehrere Umformrollen 28b eingesetzt, ist es ferner möglich, durch den Einsatz mehrerer Hubeinrichtungen 66b, die gleichmäßig verteilt am Außenumfang 64b des Stellrings 60b an diesen angelenkt sind, die Werkstückaufnahme 24b definiert zu den verschiedenen Umformrollen 28b zu verlagern.

[0051] In Fig. 11 ist ein drittes Ausführungsbeispiel einer Drückwalzmaschine 10c gezeigt, deren Aufbau im Wesentlichen dem zuvor unter Bezugnahme auf die Fig. 9 und 10 beschriebenen Aufbau des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht. Einziger Unterschied der Drückwalzmaschine 10c gegenüber der Drückwalzmaschine 10b ist die verwendete Werkstückaufnahme 24b. Bei diesem dritten Ausführungsbeispiel ist die Werkstückaufnahme 24b axial verlängert ausgebildet und weist eine Halteöffnung 68c mit entsprechend großer axialer Länge auf. Die in Fig. 11 gezeigte Drückwalzma-

schine 10c wird insbesondere für Vorformen 26 mit großer axialer Länge eingesetzt, wodurch ein unerwünschtes Knicken der Vorform 26 beim Umformen wirksam verhindert wird. Bei dem in Fig. 11 gezeigten Anwendungsfall wird eine schon teilweise bearbeitete Vorform 26 eingesetzt, an der bereits einer der Anschlussstutzen 16 ausgeformt ist und in die der Keramikmonolith 13 eingesetzt worden ist. Dabei ist die Vorform 26 oberhalb der Längsachse L noch nicht und unterhalb der Längsachse L fertig bearbeitet dargestellt.

[0052] Fig. 12 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drückwalzmaschine 10d. Das vierte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem unter Bezugnahme auf die Fig. 9 und 10 beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel. Einziger Unterschied der Drückwalzmaschine 10d gegenüber der Drückwalzmaschine 10b ist die verwendete Ausgleichskupplung 22d.

[0053] Bei dem in Fig. 12 gezeigten Ausführungsbeispiel wird als Ausgleichskupplung 22d ein Kreuzgelenkpaar 70d eingesetzt, das einerseits an der Welle der Spindel 18d und andererseits an der Rückseite der Werkstückaufnahme 24d lösbar befestigt ist. Damit die Werkstückaufnahme 24d definiert radial geführt ist, weist die Werkstückaufnahme 24d einen radial nach außen abstehenden, umlaufenden Halteflansch 72d auf. Der Halteflansch 72d ist zwischen der Stirnseite der Spindel 18d und dem an dieser lösbar befestigten Dekkel 42d verschieblich geführt. Als Stellorgan 30d wird auch bei diesem Ausführungsbeispiel ein Stellring 60d verwendet, der mit Hilfe einer Hubeinrichtung 66d radial verstellt werden kann.

[0054] In Fig. 13 ist ein weiteres Werkstück 12b gezeigt, das mit den zuvor beschriebenen Drückwalzmaschinen 10a bis 10d gefertigt werden kann. Bei diesem Werkstück 12b sind die Anschlussstutzen 16b axial versetzt zueinander am Grundkörper 14b des Werkstücks 12b ausgeformt, wie auch Fig. 14 zeigt, in der eine Vorderansicht des Werkstücks 12b gezeigt ist.

[0055] Bei sämtlich zuvor beschriebenen Drückwalzmaschinen 10a bis 10d wurde eine Vorform 26 verwendet, die einen nicht-rotationssymmetrischen Grundkörper 14 aufweist. Alternativ ist es auch möglich, eine Vorform 26c mit rotationssymmetrischem Grundkörper 14c bei entsprechender Gestaltung der Werkstückaufnahme 24 umzuformen, wie sie in den Fig. 15 und 16 gezeigt ist. Hierzu wird zunächst aus einer Blechrunde 74c (vgl. Fig. 15) ein rotationssymmetrischer Topf 76c (vgl. Fig. 16), beispielsweise durch Tiefziehen oder auch durch Drückwalzen, ausgeformt. Anschließend wird der Topf 76c in die Drückwalzmaschine 10 eingesetzt und der Topf 76c durch die kombinierte Bewegung der Werkstückaufnahme 24 und der Umformrolle 28 so umgeformt, dass der Topf 76c abschnittsweise einen nicht-rotationssymmetrischen Querschnitt zeigt, wie er beispielsweise in den Fig. 17 und 18 dargestellt ist.

[0056] Wie die Fig. 19 und 20 zeigen, kann es bei bestimmten Anwendungsfällen auch erforderlich sein, ein

Werkstück 12d zu fertigen, bei dem die Anschlussstutzen 18d unter einem Winkel geneigt zur Längsachse L des Grundkörpers 16d verlaufen.

[0057] In den Fig. 21 und 22 ist ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Drückwalzmaschine 10e gezeigt, mit der derartige Werkstücke 12d gefertigt werden können. Der Aufbau der Drückwalzmaschine 10e entspricht im Wesentlichen dem Aufbau der unter Bezugnahme auf die Fig. 11 gezeigten Drückwalzmaschine 10c.

[0058] Bei dem fünften Ausführungsbeispiel ist die Werkstückaufnahme 24e jedoch nicht unmittelbar an der Spindel 18e sondern an einer durch eine Schwenkeinrichtung 80e an der Spindel 18e gehaltenen, mit dieser drehfest verbundenen Schwenkeinheit 82e vorgesehen. Die Schwenkeinheit 82e weist gleichfalls eine Kammer 20e auf, in der als Ausgleichskupplung 22e eine Kurbelkupplung 32e aufgenommen ist. Mit Hilfe der Kurbelkupplung 32e ist die Werkstückaufnahme 24e an der Schwenkeinheit 82e radial verschieblich gehalten.

[0059] Die Schwenkeinheit 82e kann mit Hilfe der Schwenkeinrichtung 80e um eine quer zur Spindeldrehachse S verlaufenden Schwenkachse 84e relativ zur Spindel 18e verschwenkt werden. Die Schwenkeinrichtung 80e weist zu diesem Zweck zwei in der Spindel 18e angelenkte, radial in die Spindel 18e ragende Zylinder 86e auf. Die Zylinder 86e sind mit ihren Enden an einer gemeinsamen Zahnstange 88e angelenkt. Die Zahnstange 88e steht mit einer an der Schwenkeinheit 82e konzentrisch um die Schwenkachse 84e vorgesehenen Verzahnung 90e in Eingriff. Auch bei dem fünften Ausführungsbeispiel ist die Werkstückaufnahme 24e mit Hilfe eines Stellrings 60e radial verstellbar bezüglich der Spindelachse S. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Stellring 60e jedoch durch eine Kalottenlagerung 92e in einem konzentrisch zum Stellring 60e angeordneten Haltering 94e schwenkbar gelagert. Die Hubeinrichtung 66e ist wiederum am Haltering 94e angelenkt.

[0060] Wie Fig. 22 zeigt, kann die Schwenkeinheit 82e vor oder während des Drückwalzens gemeinsam mit der Werkstückaufnahme 24e bezüglich der Spindel 18e so geneigt werden, dass die Vorform 26 mit ihrer Längsachse L unter einem Winkel γ geneigt zur Spindeldrehachse S verläuft. Dabei ermöglicht die Kalottenlagerung 92e ein Verstellen des Stellrings 60e bezüglich des Halterings 94e und damit auch bezüglich der Hubeinrichtung 66e. Nach dem Neigen der Schwenkeinheit 82e wird die Schwenkeinheit 82e von der Spindel 18e angetrieben und der Anschlussstutzen 18d in bekannter Weise durch Umformrollen 28e an der Vorform 26 ausgeformt.

[0061] In Fig. 23 ist ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Drückwalzmaschine 10f gezeigt. Die Drückwalzmaschine 10f weist zwei einander gegenüber angeordnete Spindeln 18f mit einander zugewandten Werkstückaufnahmen 24f auf. Die Anordnung aus der Spindel 18f und der Werkstückaufnahme 26f entspricht der zuvor unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 beschriebenen Spindel-Werkstückaufnahme-Anordnung. Die in

Fig. 23 rechts dargestellte Spindel 18f ist zusätzlich axial verstellbar, so dass zwischen die beiden Spindeln 18f eine Vorform 26 vorbestimmter Länge eingespannt werden kann. Die Vorform 26 ist dabei so bemessen, dass aus ihr ein Doppelwerkstück 100 gefertigt werden kann.

[0062] Nach dem Einspannen der Vorform 26 wird eine Umformrolle 28f radial zugestellt, während gleichzeitig die Werkstückaufnahmen 24f radial um den Betrag X hin und her bewegt werden. Dabei wird aus der im Querschnitt nicht-rotationssymmetrischen Vorform 26 symmetrisch zwischen ihren beiden Enden 102 ein rotationssymmetrischer Zwischenabschnitt 104 ausgeformt. Nach dem Ausformen des Zwischenabschnitts 104 wird der Zwischenabschnitt 104 getrennt, so dass zwei Einzelwerkstücke entstehen.

[0063] Bei der unter Bezugnahme auf Fig. 23 bezogenen Drückwalzmaschine 10f können also aus einer Vorform 26 gleichzeitig zwei Einzelwerkstücke gefertigt werden, die anschließend einer weiteren Verarbeitung zugeführt werden können.

[0064] Die zuvor geschilderten Ausführungsbeispiele stellen nur einige Möglichkeiten dar, in welcher Weise die Werkstückaufnahme 24 relativ zu Spindel 18 radial beweglich gestaltet werden kann. Ferner sind Ausführungsformen denkbar, bei denen die Werkstückaufnahme beispielsweise durch eine Spannvorrichtung in einer neutralen Stellung konzentrisch zur Spindeldrehachse S gehalten wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur spanlosen Fertigung eines nicht-rotationssymmetrischen Werkstücks auf einer Drückwalzmaschine, bei dem

- eine Vorform (26) des Werkstückes (12) an einer drehbaren Spindel (18) der Drückwalzmaschine (10) gehalten und von der Spindel (18) in Drehung versetzt wird und
- mindestens eine Umformrolle (28) zum spanlosen Umformen der Vorform (26) in das Werkstück (12) bezüglich der sich drehenden Vorform (26) radial verfahren wird,
- wobei die Umformrolle (28) zumindest zeitweise zwischen einer maximalen und einer minimalen Rollenzustellposition (R1, R2) in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Vorform (26) radial hin und her verfahren wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Vorform (26) in Abhängigkeit von ihrem Drehwinkel bezüglich der Spindeldrehachse (S) zumindest zeitweise radial verstellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das radiale Ver-

stellen der Vorform (26) während des radialen Verfahrens der Umformrolle (28) zwischen der maximalen und der minimalen Rollenzustellposition (R1, R2) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Vorform (26) in radialer Richtung zur Umformrolle (28) hin gesehen zwischen einer ersten Position (P1) mit größtem radialen Abstand zur Spindeldrehachse (S) und einer zweiten Position (P2) radial verstellt wird, welche in radialer Richtung zur Umformrolle (28) hin gesehen einen geringeren radialen Abstand zur Spindeldrehachse (S) aufweist als die erste Position (P1), und
- **dass** die Vorform (26) in ihre erste Position (P1) bewegt ist, wenn sich die Umformrolle (28) in ihrer maximalen Rollenzustellposition (R1) befindet, während die Vorform (26) in ihre zweite Position (P2) bewegt ist, wenn sich die Umformrolle (28) in ihrer minimalen Rollenzustellposition (R2) befindet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorform (26) bezüglich der Spindeldrehachse (S) während des Umformens derart geneigt wird, dass die Vorform (26) mit ihrer Längsachse (L) unter einem vorgegebenen Winkel (γ) bezüglich der Spindeldrehachse (S) verläuft.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorform (26) durch spanlose Formgebung aus einer Blechrolle (74) geformt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorform (26) durch spanlose Formgebung zumindest abschnittsweise zu einem nicht-rotationssymmetrischen Querschnitt geformt wird, bevor sie in die Drückwalzmaschine (10) zum Ausformen des Werkstücks (12) eingespannt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die rohrförmige Vorform (26) mit ihren beiden Enden (102) zwischen zwei Spindeln (18) gehalten wird,
- **dass** die Vorform (26) in ihrer Länge so bemessen wird, dass ein Doppelwerkstück (100) gefertigt werden kann,
- **dass** die Vorform (26) an einem Zwischenabschnitt (104) durch die Umformrolle (28) einge-zogen wird und

- **dass** die Vorform (26) im Bereich des eingezogenen Zwischenabschnitts (104) abgetrennt wird, wobei zwei Werkstücke (12) gebildet werden.
8. Drückwalzmaschine, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit
- einer drehbaren Spindel (18),
 - einer an der Spindel (18) drehfest gehaltenen Werkstückaufnahme (24) zum Halten einer Vorform (26) eines zur fertigenden Werkstücks (12) und
 - mindestens einer Umformrolle (28), die bezüglich der Spindeldrehachse (S) durch eine Zustelleinheit radial verstellbar ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Werkstückaufnahme (24) radial beweglich bezüglich der Spindeldrehachse (S) an der Spindel (18) gelagert ist und
 - **dass** ein Stellorgan (30) vorgesehen ist, das zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme (24) bezüglich der Spindeldrehachse (S) mit der Werkstückaufnahme (24) gekoppelt ist.
9. Drückwalzmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Stellorgan (30) der Werkstückaufnahme (24) und/oder die Zustelleinheit der Umformrolle (28) mit dem Antrieb der Spindel (18) derart gekoppelt sind bzw. ist, dass das Stellorgan (30) die Werkstückaufnahme (24) und/oder die Zustelleinrichtung die Umformrolle (28) in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Spindel (18) radial verstellen bzw. verstellt.
10. Drückwalzmaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Stellorgan (30) eine seitlich der Werkstückaufnahme (24) angeordnete Steuerrolle (44) aufweist, welche zum radialen Verstellen der Werkstückaufnahme (24) unter Vorspannung an der Umfangsfläche der Werkstückaufnahme (24) anliegt.
11. Drückwalzmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Steuerrolle (44) radial verstellbar ist.
12. Drückwalzmaschine nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Steuerrolle (44) oder die Werkstückaufnahme (24) eine umlaufende, nicht-rotationssymmetrische Steuerfläche (46) aufweist, mit der die Steuerrolle (44) oder die Werkstückaufnahme (24) an einer vorzugsweise rotationssymmetrischen Umfangsfläche der Werkstückaufnahme (24) oder der Steuerrolle (44) unter Vorspannung anliegt.
13. Drückwalzmaschine nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Umformrolle (28) bezüglich der Spindeldrehachse (S) gesehen diametral gegenüber der Steuerrolle (44) angeordnet ist und die Werkstückaufnahme (24) beim Umformen der in der Werkstückaufnahme (24) gehaltenen Vorform (26) gegen die Steuerrolle (44) vorspannt.
14. Drückwalzmaschine nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** diametral gegenüber der Steuerrolle (44) eine Spannrolle angeordnet ist, welche die Werkstückaufnahme (24) gegen die Steuerrolle (44) vorspannt.
15. Drückwalzmaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Stellorgan (30) einen Stellring (60), der auf die Werkstückaufnahme (24) aufgeschoben und relativ zu dieser beweglich ist, sowie eine Hubeinrichtung (66) aufweist, die mit dem Stellring (60) gekoppelt und radial bezüglich der Spindeldrehachse (S) zum radialen Verstellen des Stellrings (60) verstellbar ist.
16. Drückwalzmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** zwischen der Spindel (18) und der Werkstückaufnahme (24) eine Schwenkeinrichtung (80) vorgesehen ist, mit der die Werkstückaufnahme (24) bezüglich der Spindeldrehachse (S) derart schwenkbar ist, dass die in der Werkstückaufnahme (24) gehaltene Vorform (26) des zu fertigenden Werkstücks (12) mit ihrer Längsachse (L) unter einem vorgegebenen Winkel (γ) bezüglich der Spindeldrehachse (S) geneigt verläuft.
17. Drückwalzmaschine nach Anspruch 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der Stellring (60) durch eine Kalottenlagerung (92) in einem Haltering (94) schwenkbar gelagert ist, und
 - **dass** die Hubeinrichtung (66) an den Haltering (94) angelenkt ist.
18. Drückwalzmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Werkstückaufnahme (24) durch eine Ausgleichkupplung (22) mit der Spindel (18) drehfest

verbunden ist.

19. Drückwalzmaschine nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Ausgleichkupplung (22) eine Kurbel- 5
kupplung (32) oder ein Kreuzgelenkpaar (70) dient.

20. Drückwalzmaschine nach einem der Ansprüche 10
bis 19,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Steuerrolle (44) und eine Umfangsfläche
(48) der Werkstückaufnahme (24) mit einer Verzäh-
nung versehen sind.

15

20

25

30

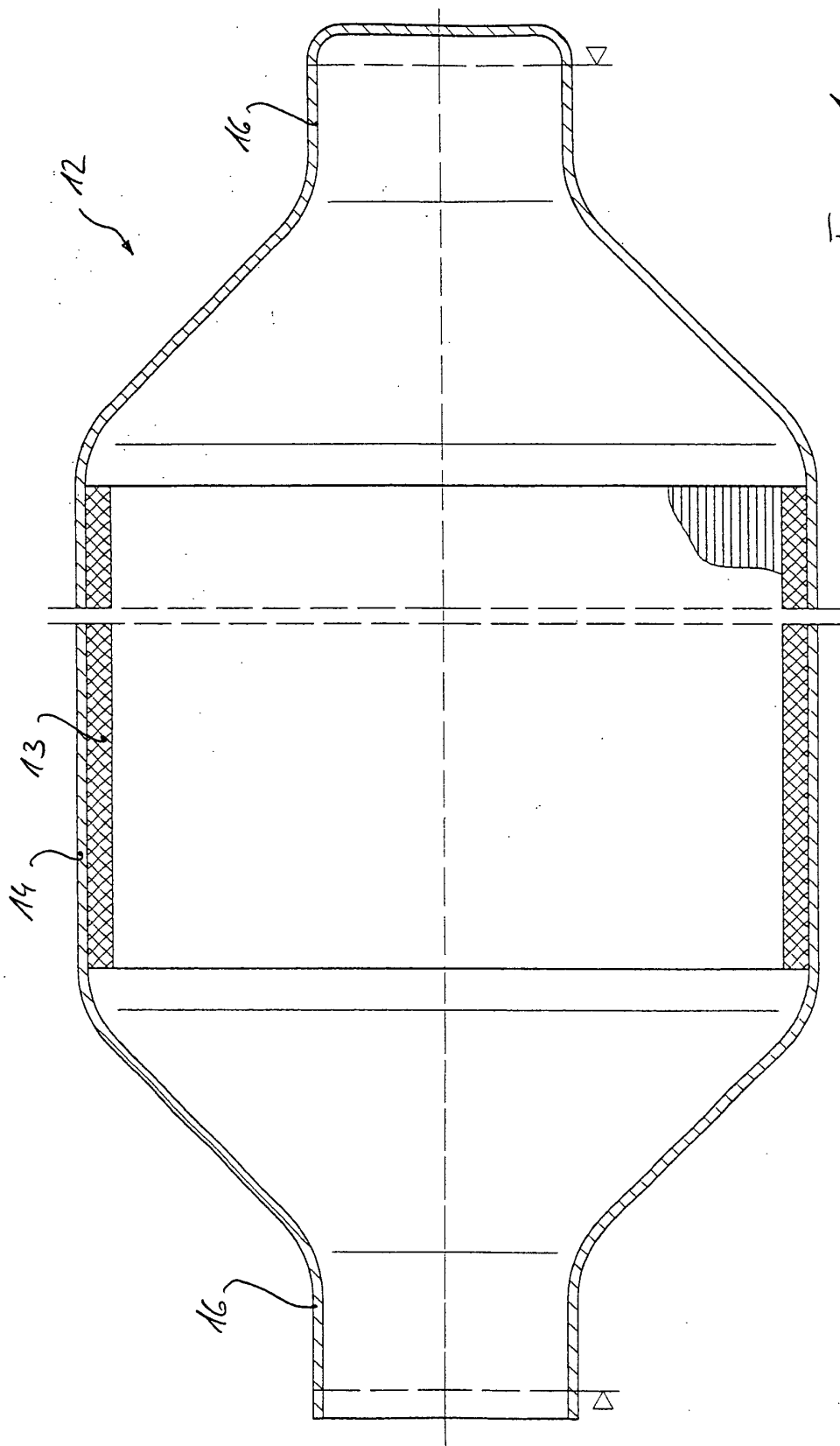
35

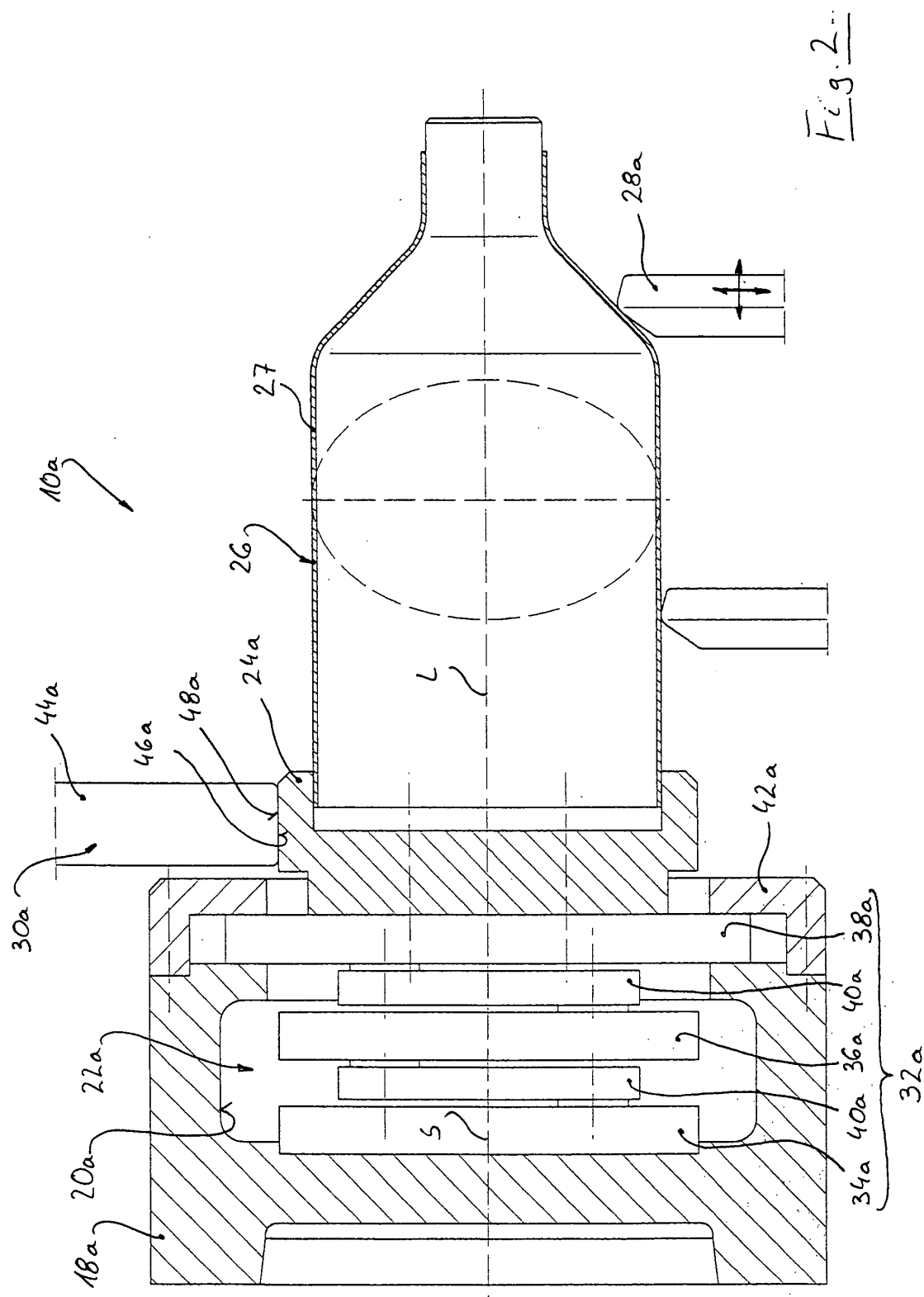
40

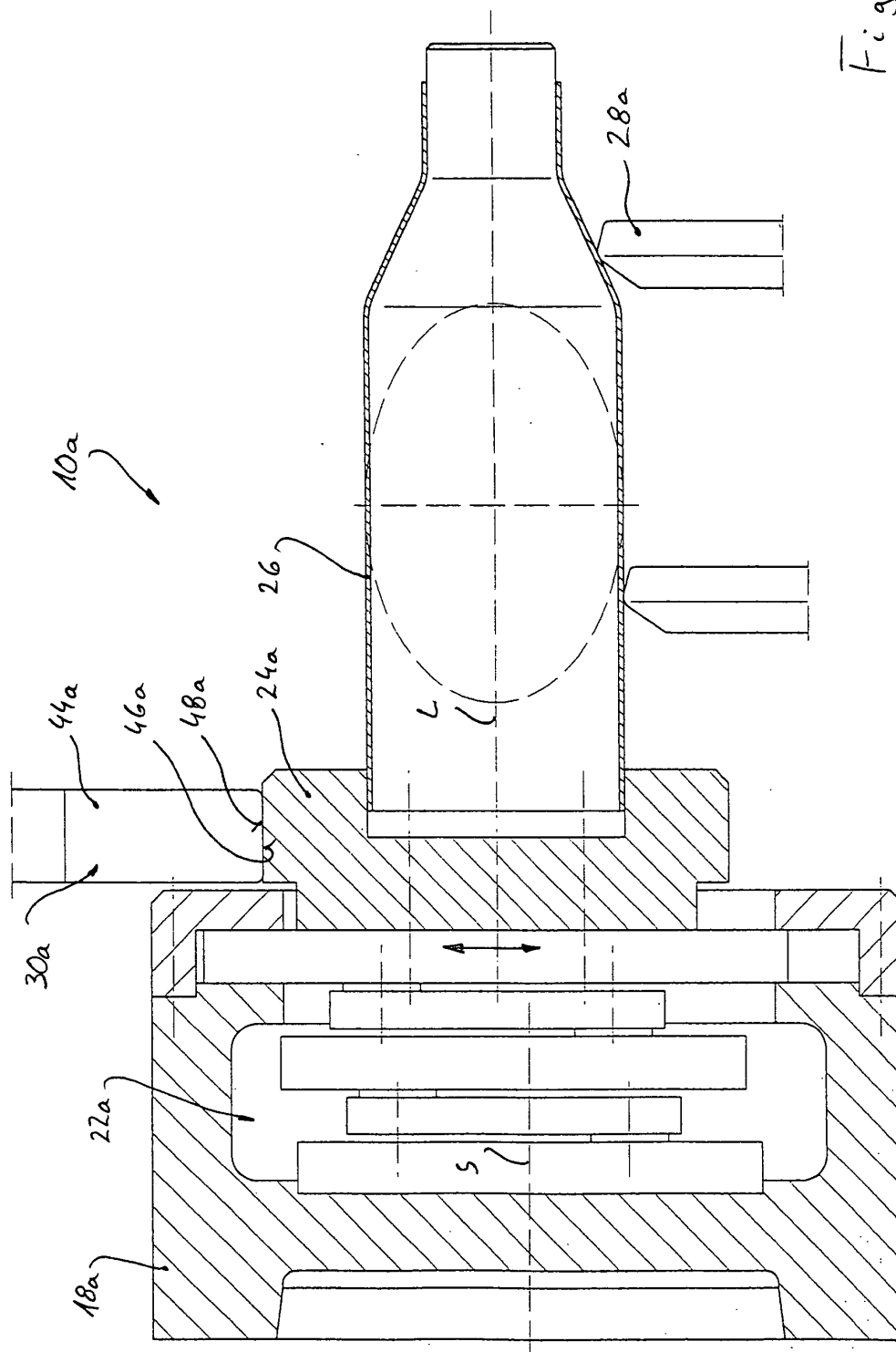
45

50

55







Stand der Technik

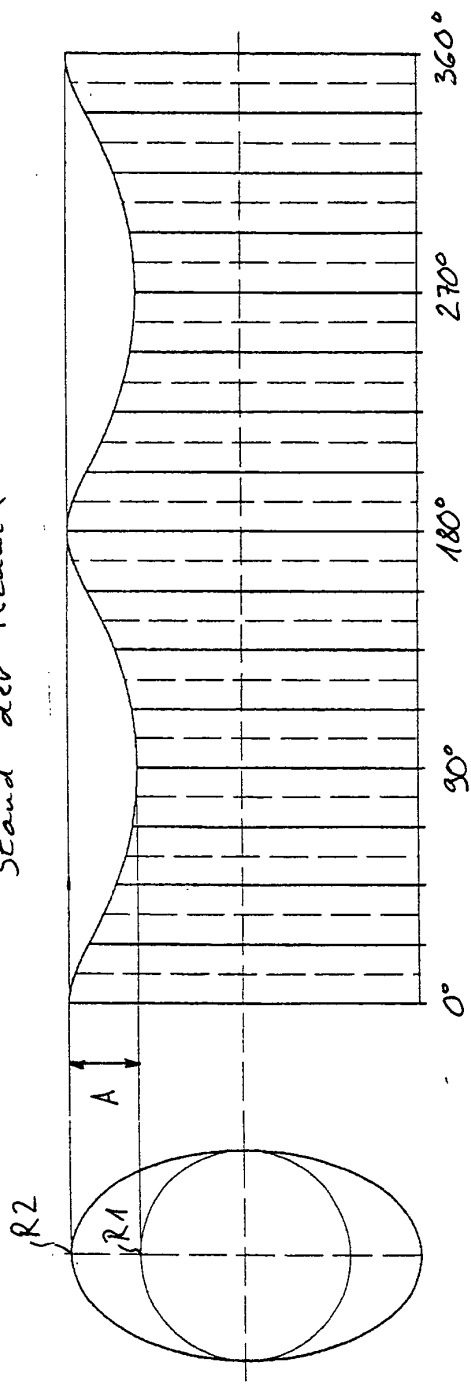


Fig. 4

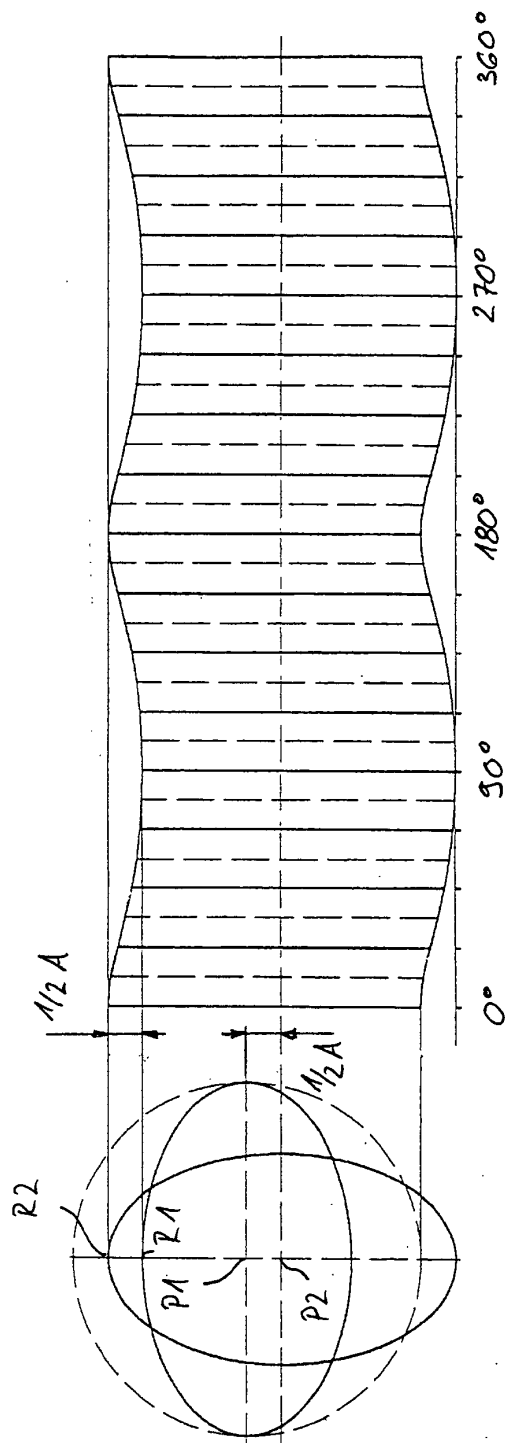


Fig. 5

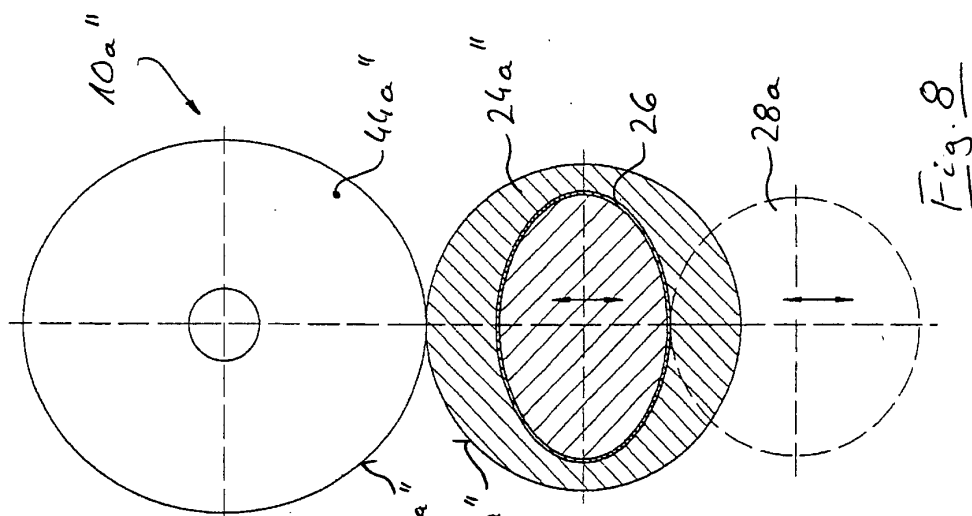


Fig. 8

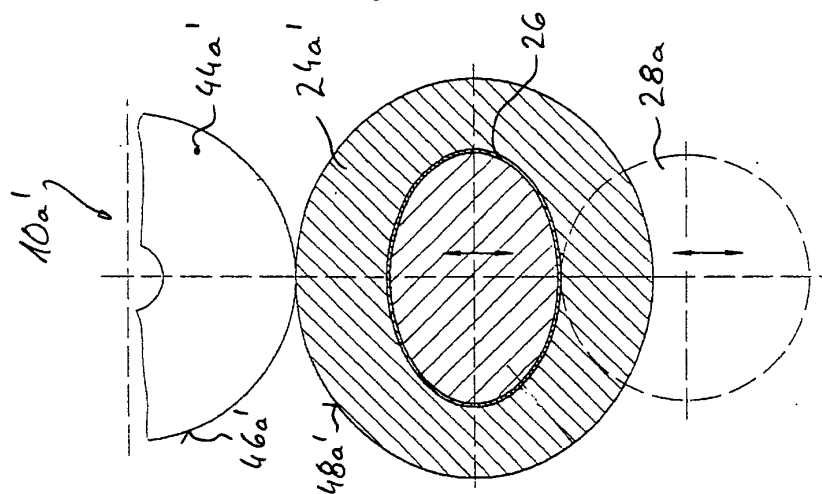


Fig. 7

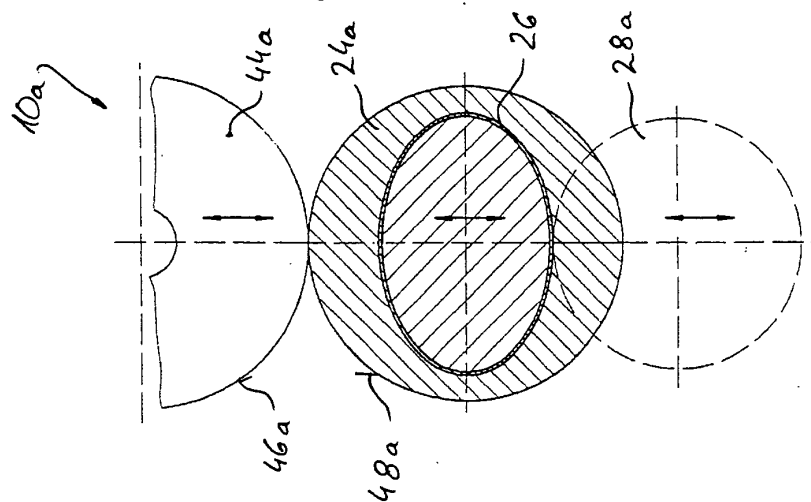
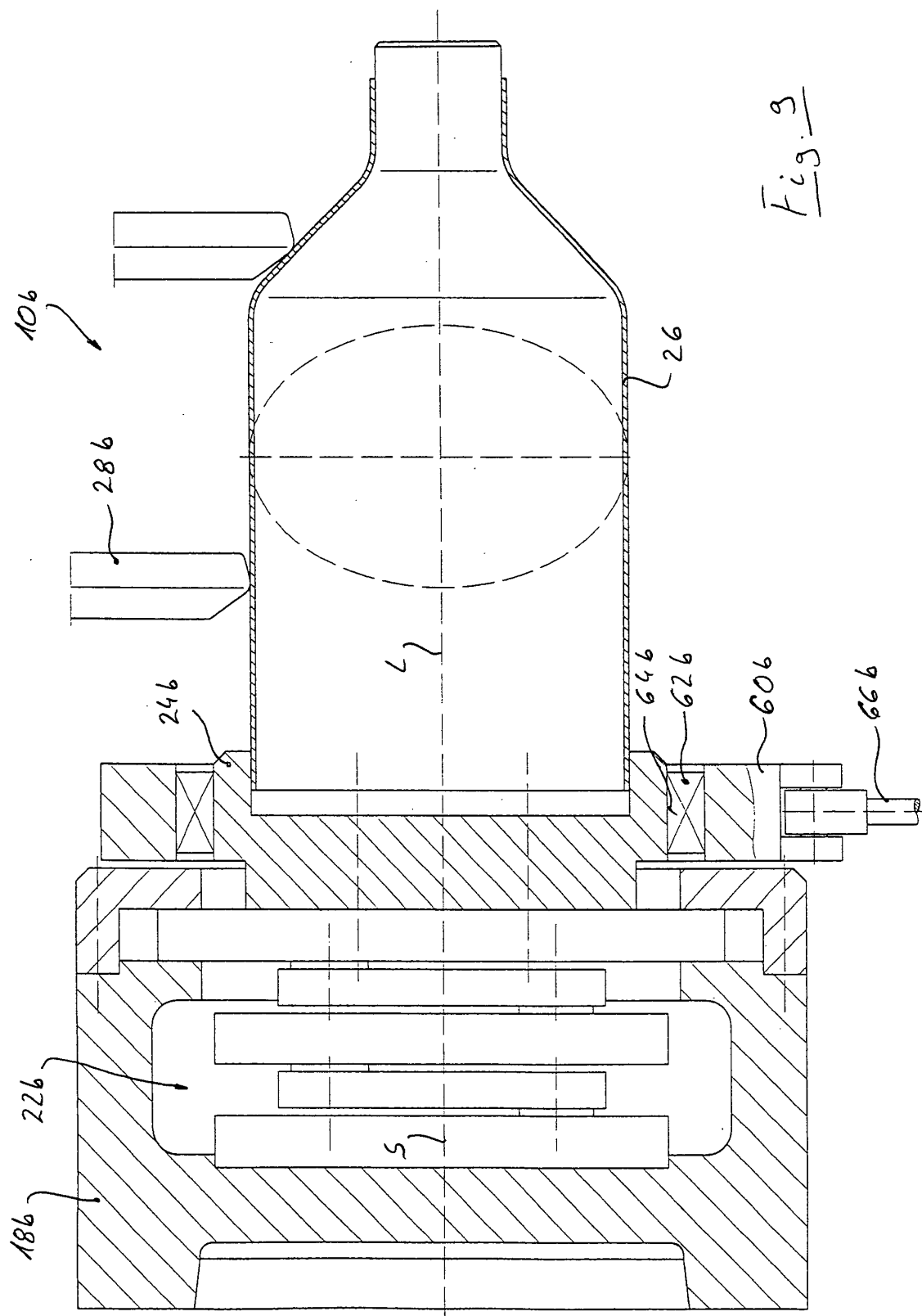
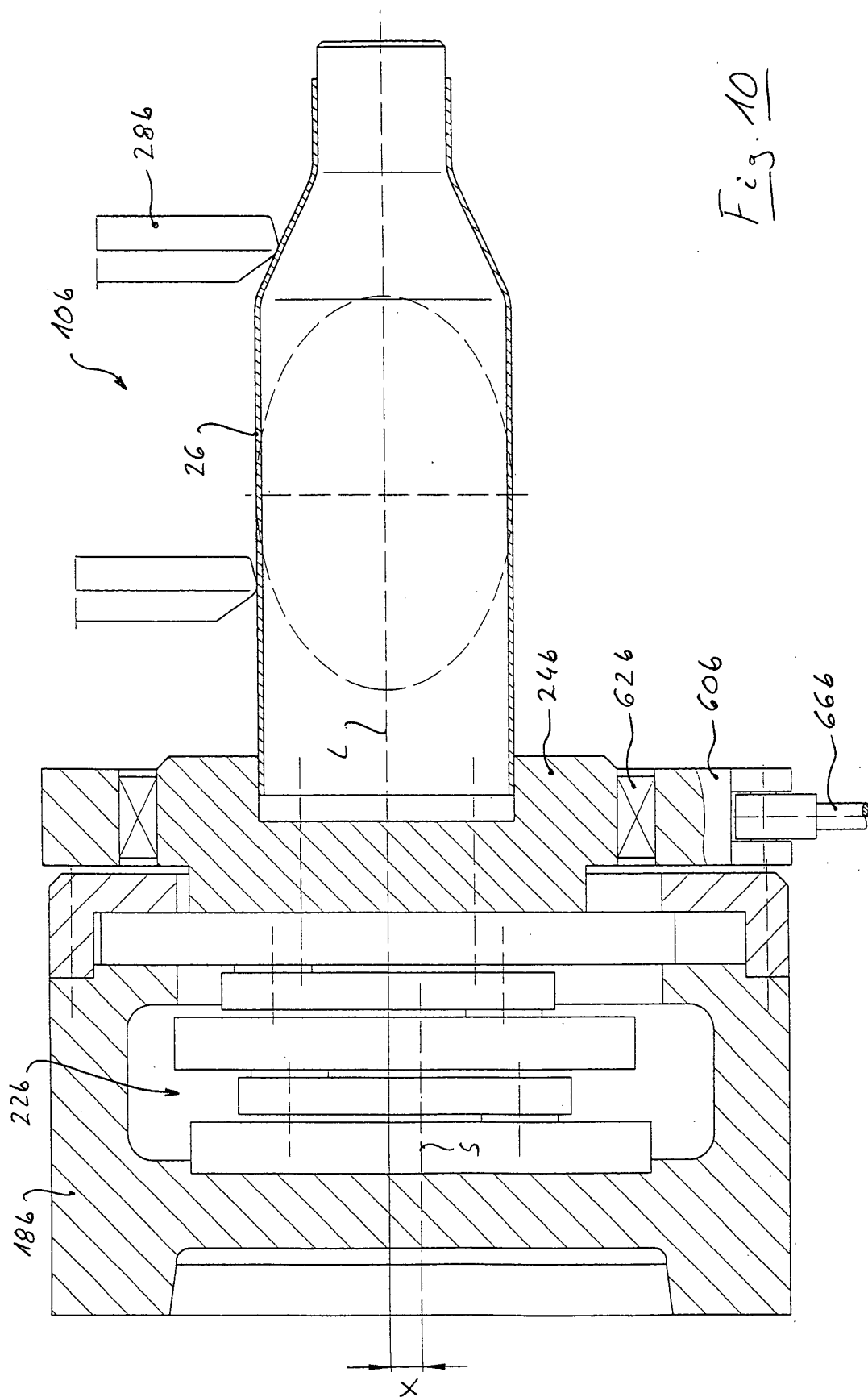


Fig. 6





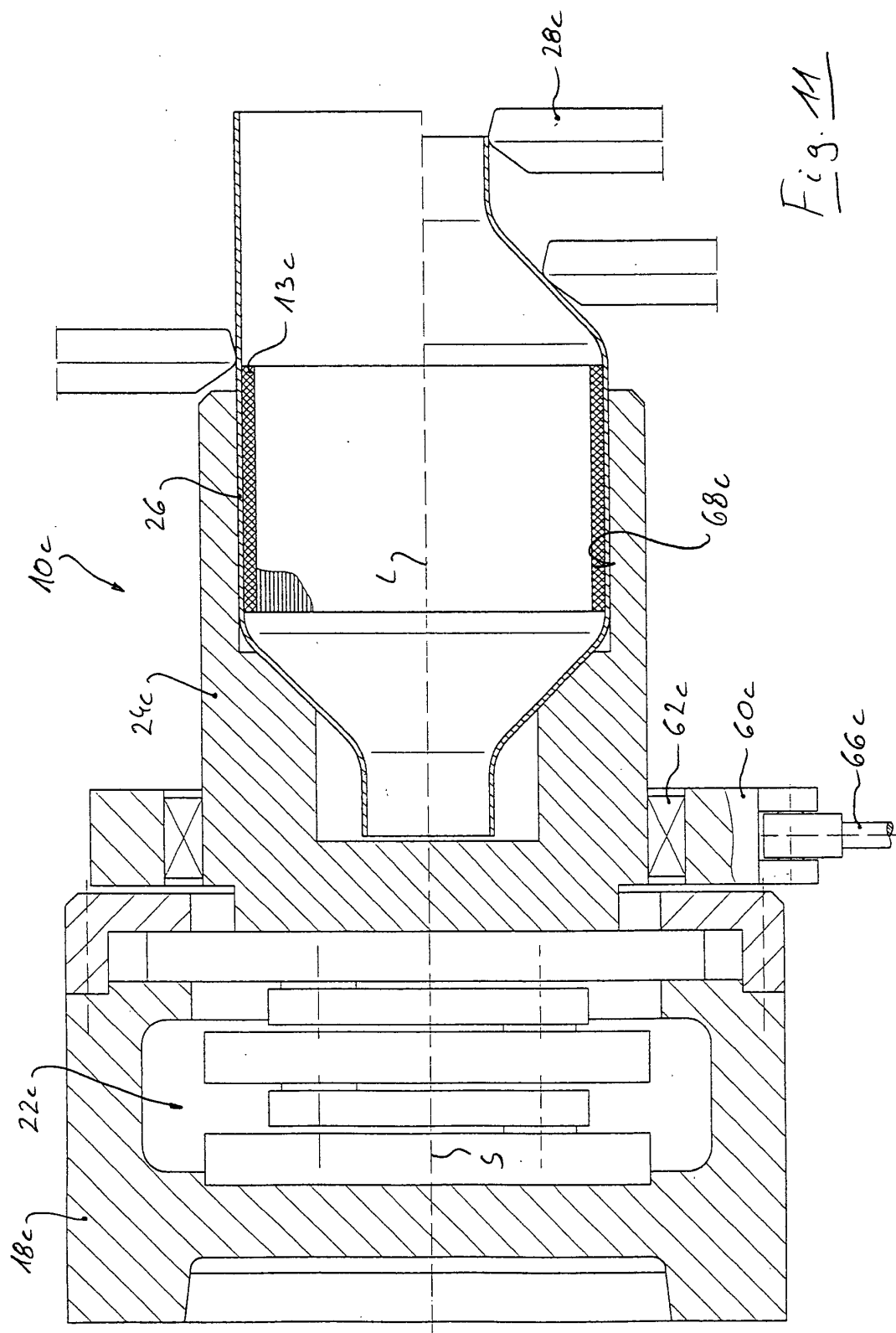
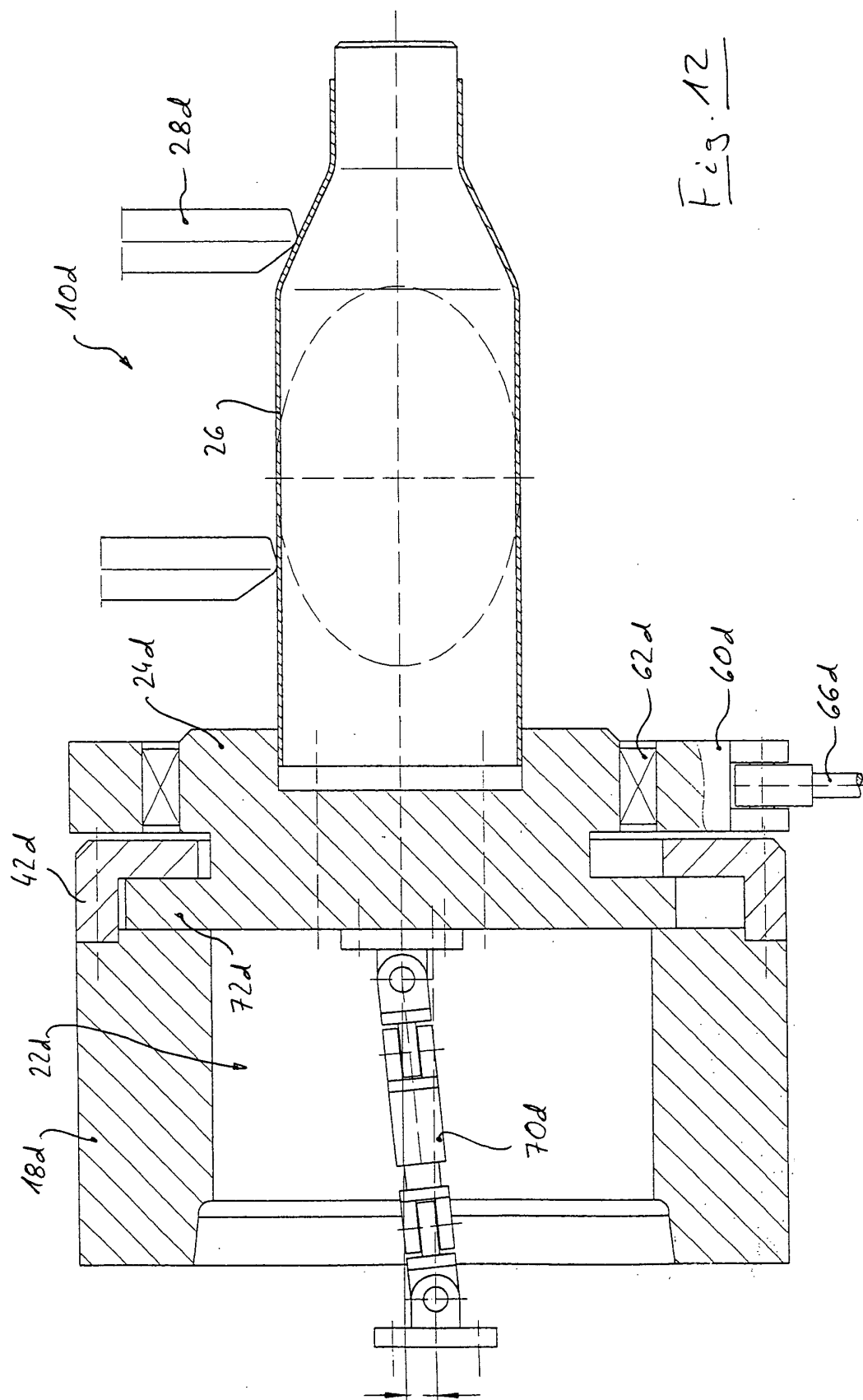


Fig. 11



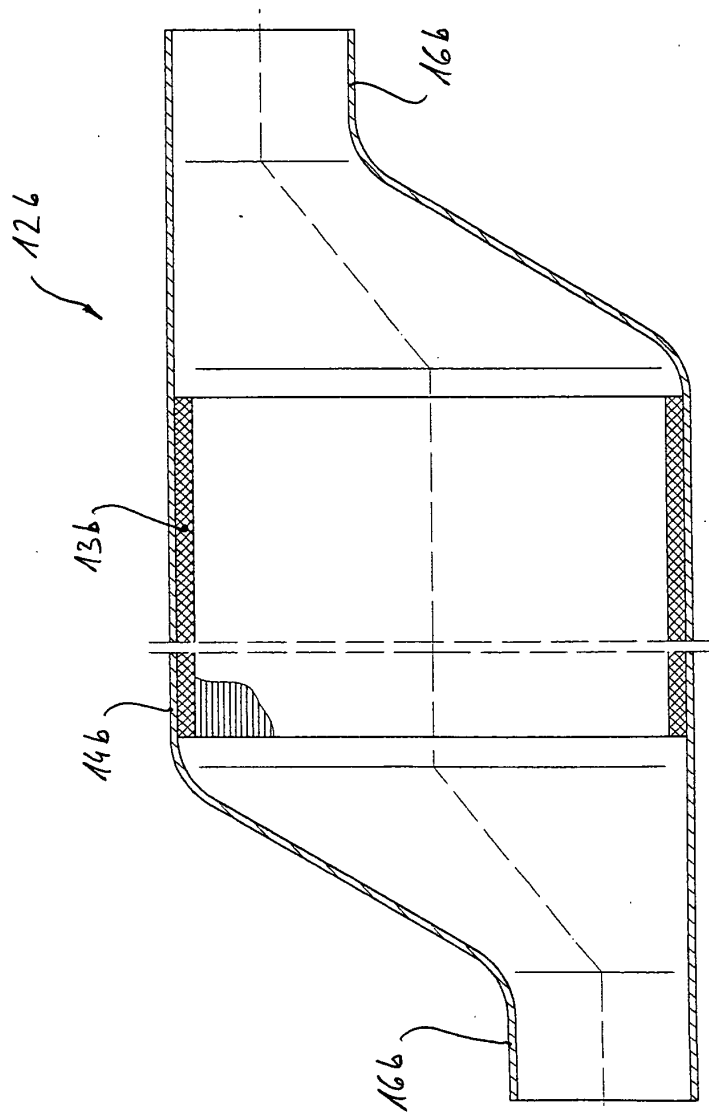


Fig. 13

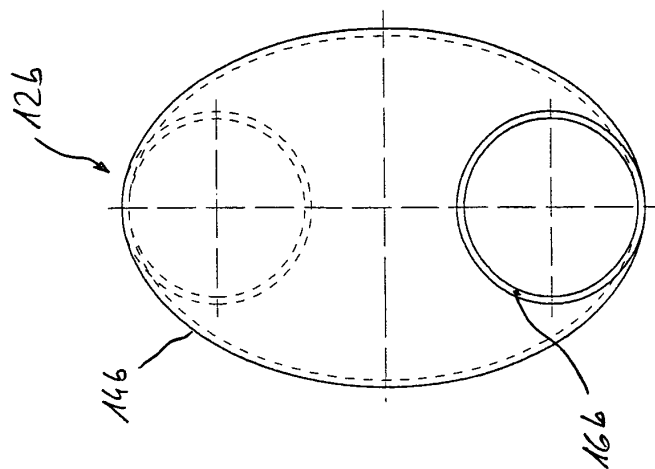
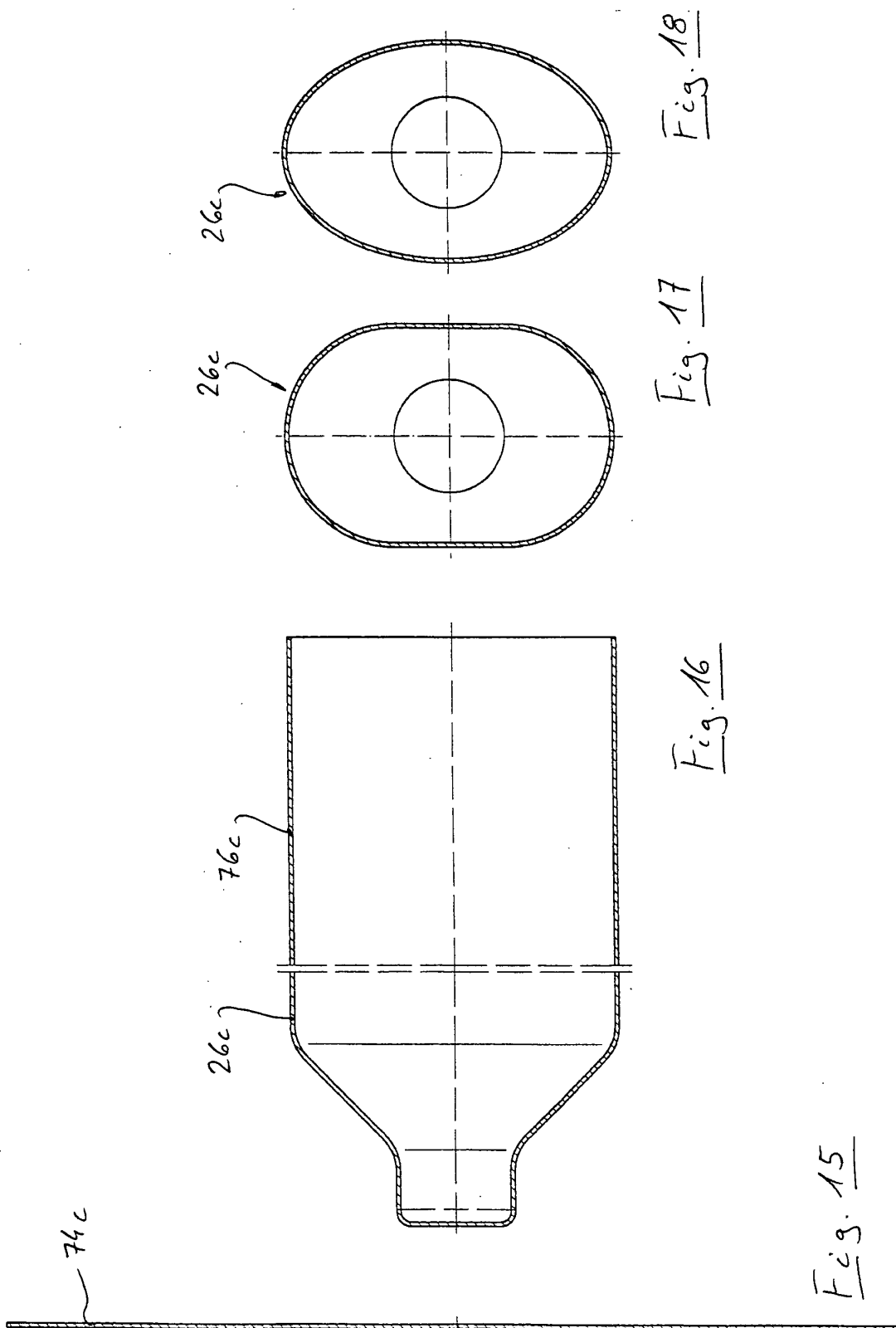


Fig. 14



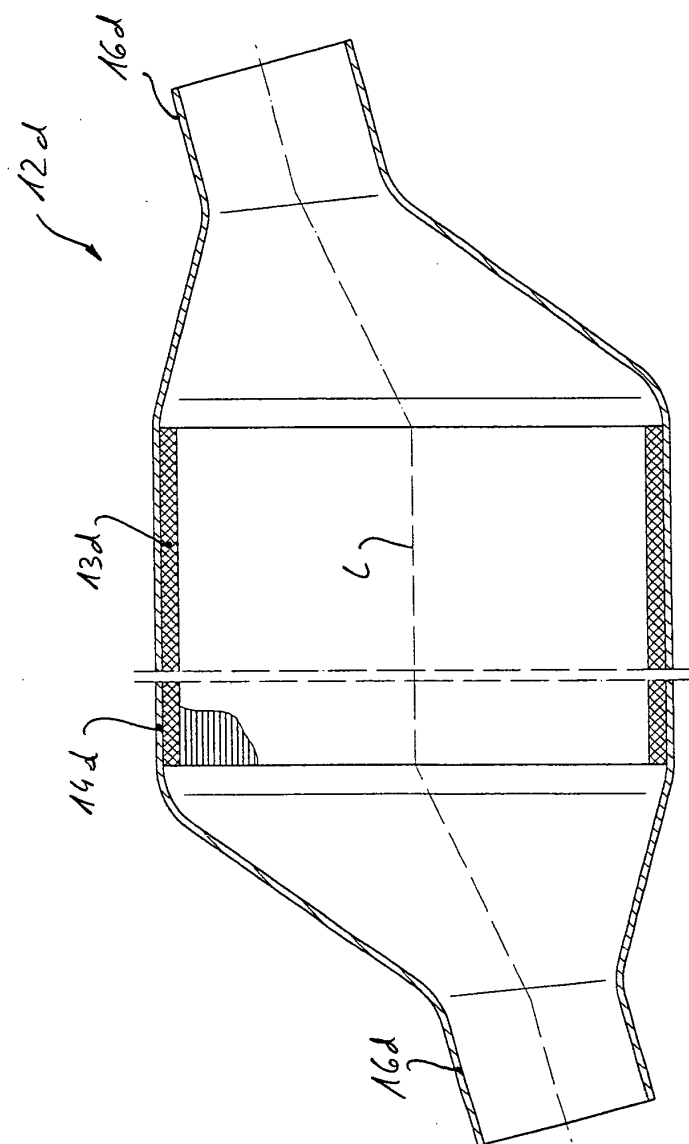


Fig. 19

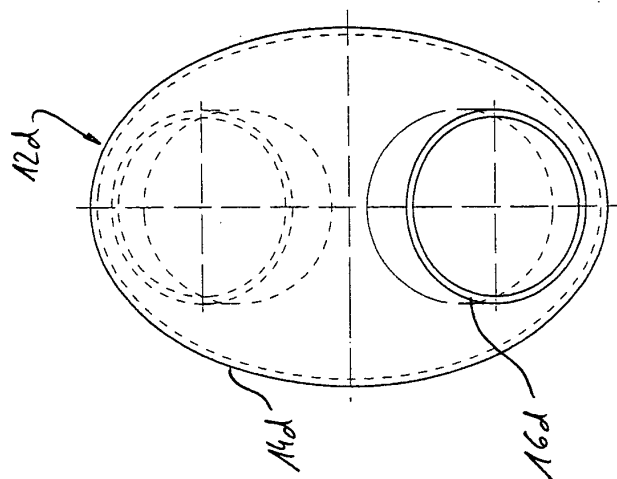
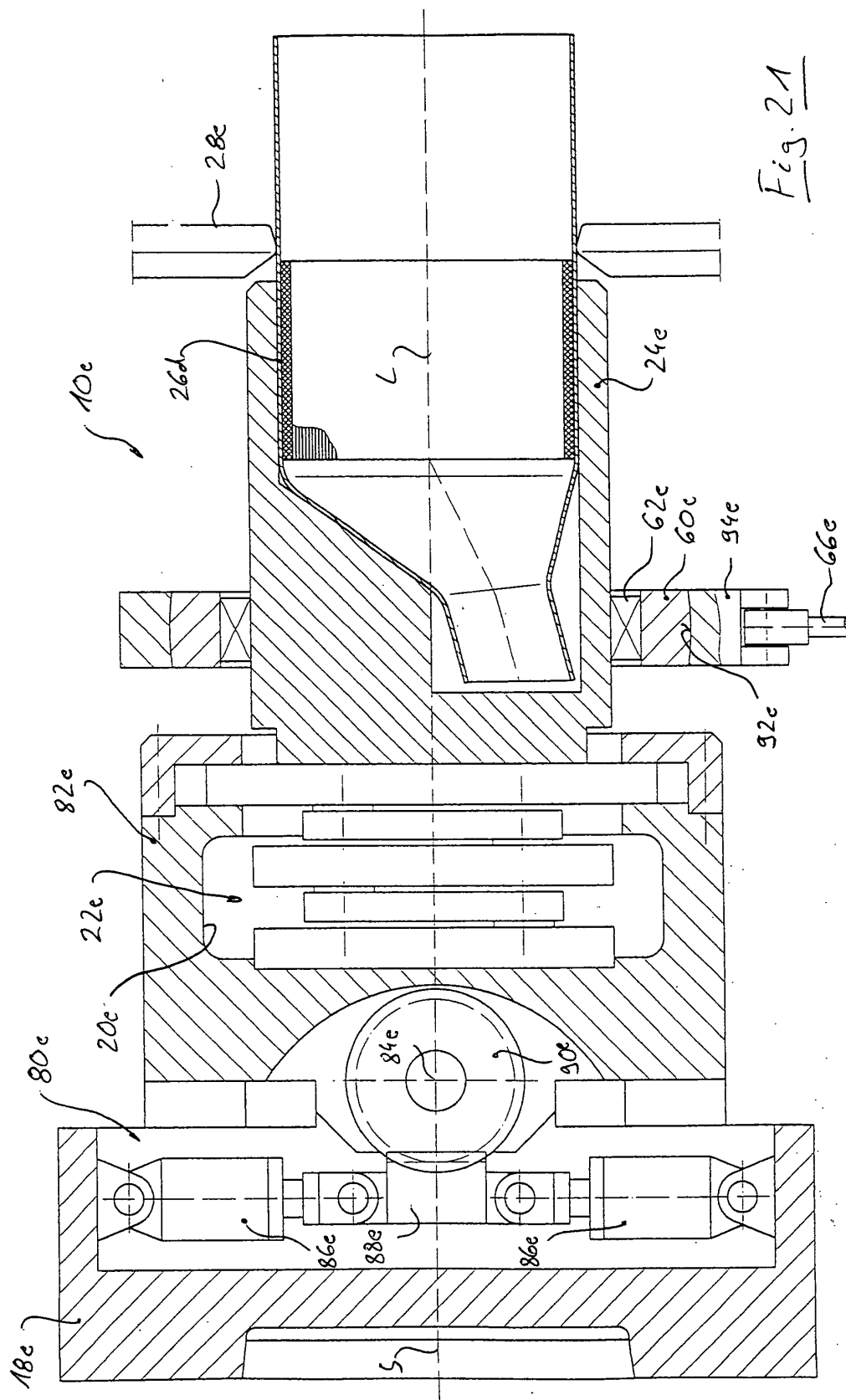
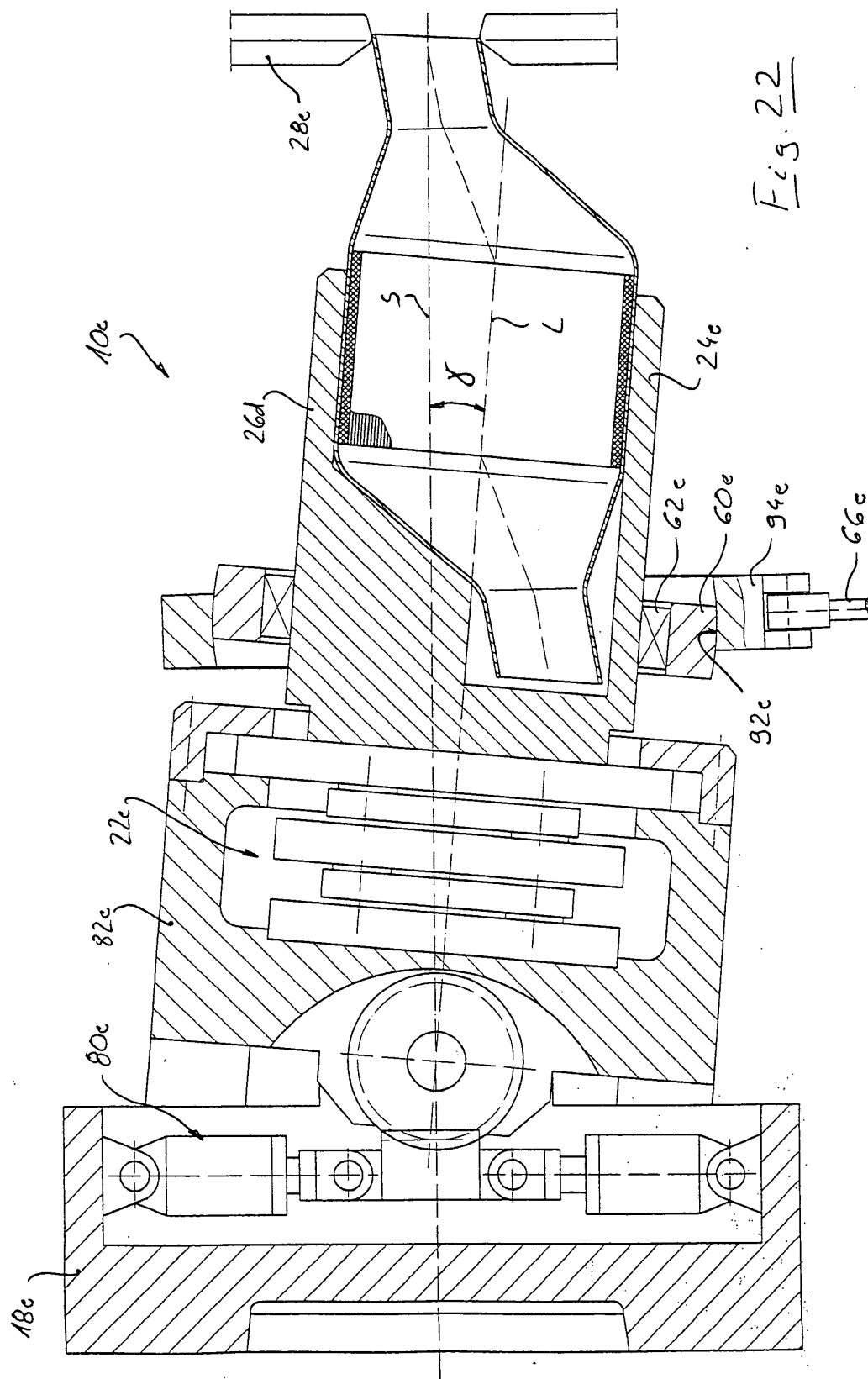


Fig. 20





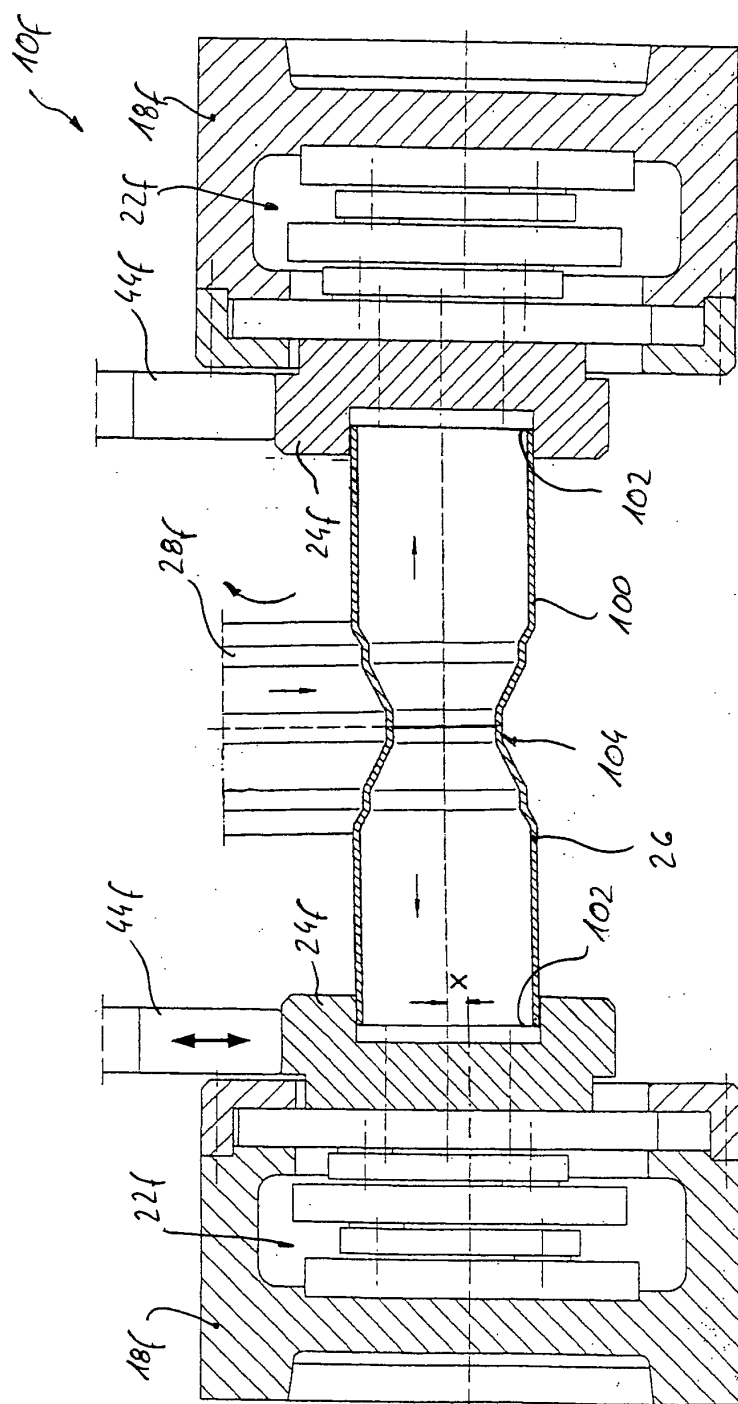


Fig. 23



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 9866

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 196 42 004 A (LEICO WERKZEUGMASCHB GMBH & CO) 13. März 1997 (1997-03-13) * das ganze Dokument *	1,8	B21D22/14
X	DE 41 02 139 C (LEIFELD GMBH & CO) 9. Juli 1992 (1992-07-09) * Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 42; Abbildungen 1-4 *	8	
X	DE 44 31 500 A (LEIFELD GMBH & CO) 7. März 1996 (1996-03-07) * Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 8, Zeile 58; Abbildungen 1-3 *	8	
A	* Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 45 *	5,6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29. Oktober 1999 (1999-10-29) & JP 11 179455 A (DAITO SPINNING:KK;HONGO KUNIHICO), 6. Juli 1999 (1999-07-06) * Zusammenfassung *	1,8	
A	US 6 216 512 B1 (IRIE TOHRU) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	1,4,8,16	B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 6. März 2002	Prüfer Ritter, F
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 9866

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-03-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19642004	A	13-03-1997	DE	19642004 A1	13-03-1997
DE 4102139	C	09-07-1992	DE	4102139 C1	09-07-1992
			US	5212866 A	25-05-1993
DE 4431500	A	07-03-1996	DE	4431500 A1	07-03-1996
JP 11179455	A	06-07-1999	KEINE		
US 6216512	B1	17-04-2001	JP	2957154 B2	04-10-1999
			JP	11151535 A	08-06-1999
			EP	0916428 A2	19-05-1999
			US	6067833 A	30-05-2000

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82