



(11) **EP 2 266 720 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.12.2010 Patentblatt 2010/52

(51) Int Cl.:
B21D 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10165523.1**

(22) Anmeldetag: **10.06.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **17.06.2009 DE 102009025988**

(71) Anmelder:
• **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)
• **MEWAG MASCHINENFABRIK AG**
CH-3457 Wasen i.E. (CH)

(72) Erfinder:
• **Kibben, Martin**
46537, Dinslaken (DE)

- **Flehmg, Thomas**
40885, Ratingen (DE)
- **Mertens, Oliver**
45359, Essen (DE)
- **Kühni, Urs**
3454, Sumiswald (CH)
- **Ziswiler, Jacob**
2560, Nidau (CH)

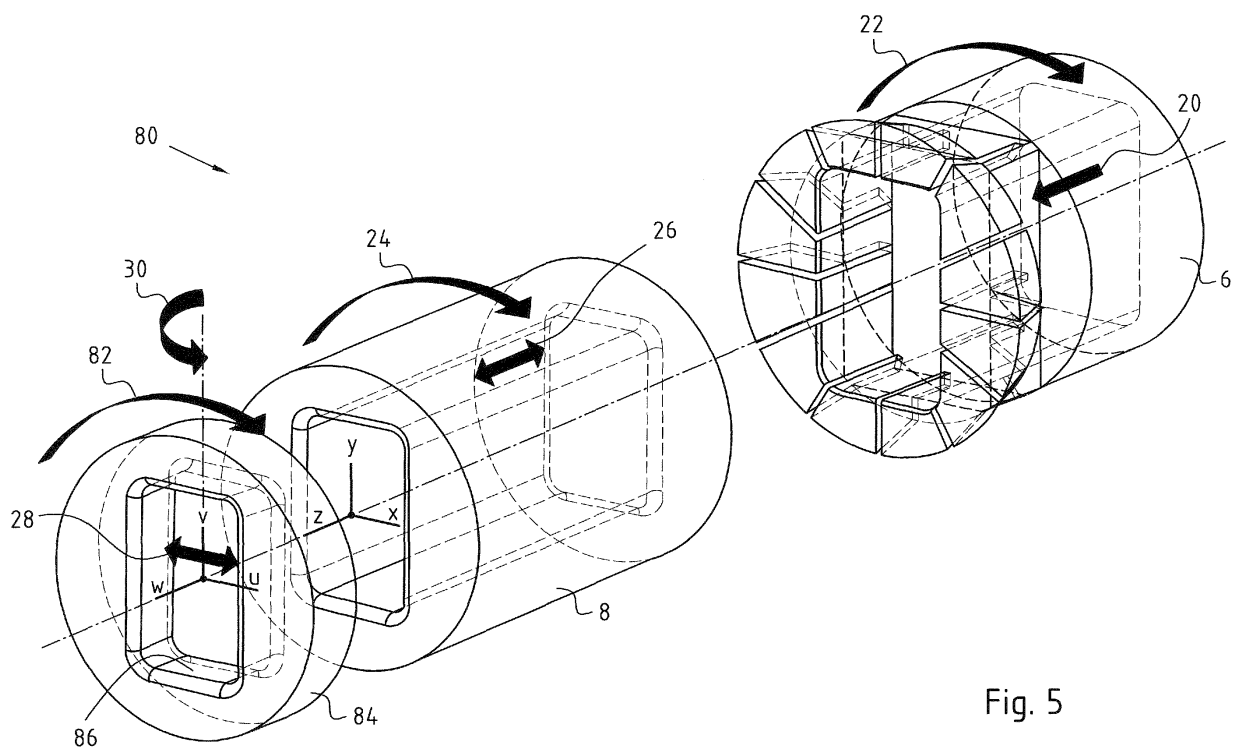
(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Freiformbiegen von Profilen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Freiformbiegen von Profilen, mit einer das Profil (42, 94) erfassenden Vorschubeinheit (6), einer der Vorschubeinheit (6) in deren Vorschubrichtung nachgeordneten und das Profil (42, 94) form- und/oder kraftschlüssig erfassenden Axialhülse (8, 56, 60, 68) und einer der Axialhülse (8, 56, 60, 68) in Vorschubrichtung nachgeordneten Biegehülse (36, 66, 84, 92), welche eine an die Außenkontur des Profils (42, 94) angepasste Durchgangsöffnung (12, 86) für das Profil (42, 94) aufweist, wobei die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mittels Stellantrieben (28) in einer orthogonal zur Achse ihrer Durchgangsöffnung (12, 86) liegenden Ebene linear verstellbar und um eine senkrecht zur Achse der Durchgangsöffnung (12, 86) und zur Richtung der Linearverstellung (28) liegende Achse ver-

schwenkbar ist, die Axialhülse (8, 56, 60, 68) mit einem Antrieb (26) ausgerüstet ist, mit dem ihr Abstand von der Biegehülse (36, 66, 84, 92) einstellbar ist, und die Vorschubeinheit (6) sowie die Axialhülse (8, 56, 60, 68) von Drehantrieben (22, 24) gleichsinnig und simultan relativ zur Biegehülse (36, 66, 84, 92) angetrieben sind, und wobei die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mit mindestens zwei Biegerollen (40, 50, 52) versehen ist, wobei mindestens eine der Biegerollen (40, 50, 52) mittels Stellantrieben (46, 100) um ihre Achse drehbar ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Freiformbiegen von Profilen sowie eine vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

EP 2 266 720 A2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Freiformbiegen von Profilen, mit einer das Profil erfassenden Vorschubeinheit, einer der Vorschubeinheit in deren Vorschubrichtung nachgeordneten und das Profil form- und/oder kraftschlüssig erfassenden Axialhülse und einer der Axialhülse in Vorschubrichtung nachgeordneten Biegehülse, welche eine an die Außenkontur des Profils angepasste Durchgangsöffnung für das Profil aufweist, wobei die Biegehülse mittels Stellantrieben in eine orthogonal zur Achse ihrer Durchgangsöffnung liegenden Ebene linear verstellbar und um eine senkrecht zur Achse der Durchgangsöffnung und zur Richtung der Linearverstellung liegende Achse verschwenkbar ist, die Axialhülse mit einem Antrieb ausgerüstet ist, mit dem ihr Abstand von der Biegehülse einstellbar ist, und die Vorschubeinheit sowie die Axialhülse von Drehantrieben gleichsinnig und simultan relativ zur Biegehülse angetrieben sind.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Freiformbiegen von Profilen, insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei dem ein Profil mit einer Vorschubeinheit in Vorschubrichtung transportiert wird, in einem ersten Bewegungsablauf durch horizontales Verfahren einer Biegehülse und gleichzeitiges Verschwenken um ihre vertikale Achse die Krümmung des Profils eingestellt wird, in einem zweiten Bewegungsablauf durch Veränderung der relativen Orientierung der Öffnung einer Axialhülse und der Biegehülse die Torsion des Profils eingestellt wird und in einem dritten Bewegungsablauf durch die simultane Rotation der Vorschubeinheit, der Axialhülse und der Biegehülse die Windung des Profils eingestellt wird.

[0003] Schließlich betrifft die Erfindung noch eine vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0004] Unter Profilen im Sinne dieser Erfindung werden sowohl offene als auch geschlossene Profile verstanden. Die axiale Erstreckung der Profile ist größer als deren Breite.

[0005] Bei der Umformung eines Profils sind verschiedene Umformprozesse zu unterscheiden. Unter der Krümmung eines Profils wird ein Abwinkeln des Profils in einer Ebene, der sogenannten Krümmungsebene, verstanden. Unter der Windung wird das Verschwenken dieser Krümmungsebene verstanden, wodurch ein dreidimensionaler Verlauf der Profilachse erreicht wird. Bei der Kombination von Krümmung und Windung wird daher auch von einer 3D-Biegelinie bzw. einem Spline gesprochen. Unter der Torsion bzw. Profiltorsion wird die Verdrehung des Profils in sich verstanden, das heißt der Profilquerschnitt tordiert entlang der Profilachse.

[0006] Aus dem Stand der Technik der DE 10 2005 013 750 B3 ist eine Vorrichtung zum Freiformbiegen von Rohren bekannt, bei der einer Vorschubeinheit in deren Vorschubrichtung eine Axialhülse nachgeordnet ist. Der Axialhülse ist in Vorschubrichtung eine Biegehülse nachgeordnet. Die Vorschubeinheit und die Axialhülse weisen

jeweils einen in Vorschubrichtung weisenden Antrieb auf, wobei die Axialhülse unabhängig von der Vorschubeinheit verstellbar ist. Ferner weisen die Vorschubeinheit und die Axialhülse Drehantriebe zur gleichsinnigen und simultanen Drehung des von ihnen gehaltenen und geführten Profils auf. Die Biegehülse ist nur in einer quer zur Achse des Profils und der Vorschubrichtung verlaufenden Achse translatorisch mittels eines Antriebs verstellbar. Darüber hinaus kann sie mittels eines Antriebes um eine quer zur Achse des Profils und der Vorschubrichtung liegenden Achse verschwenkt werden. Die Biegehülse ist außerdem frei mitdrehend und der Führungshülse oder ihr gegenüber gebremst gelagert. Mit einer solchen Vorrichtung zum Freiformbiegen sind verschiedene Umformungen an Rohrprofilen möglich.

[0007] Zunächst können separat voneinander eine Krümmung, eine Windung bzw. eine Torsion des Profils erreicht werden. Weiterhin sind auch verschiedene Kombinationen der einzelnen Umformungen möglich. So kann mit dieser Vorrichtung bei Profilen mit kreisförmigem Querschnitt eine Biegelinie mit variabler Krümmung und variabler Windung entlang der Profilachse erreicht werden.

[0008] Weiterhin ist es bei einem Profil mit nicht kreisförmigem Querschnitt möglich, gleichzeitig eine Torsion und eine Krümmung in einer Ebene durchzuführen. Die konstante oder auch variable Torsion des Profils wird durch das motorische Verdrehen der Führungshülse gegenüber der Biegehülse um einen konstanten oder auch variablen Winkel erreicht. Die Verdrehung um einen Winkel φ und das Halten bei gleichzeitigem Profilvorschub ergibt beispielsweise eine konstante Torsion des Profils. Die Größe des Winkels ist abhängig vom Abstand zwischen Führungshülse und Biegehülse, Form des Profilquerschnitts und eingesetztem Werkstoff. Die Biegehülse ist gebremst in ihrer Rotation um ihre Mittelachse fixiert. Bei gleichzeitiger horizontaler Auslenkung der Biegehülse und gleichzeitiger Rotation um ihre vertikale Achse ergibt sich ein in einer Ebene gekrümmtes und gleichzeitig tordiertes Profil.

[0009] Weiterhin kann mit der genannten Vorrichtung bei einem Profil mit nicht kreisförmigem Querschnitt eine Biegelinie mit variabler Krümmung und variabler Windung entlang der Profilachse erreicht werden. Die Krümmung des Profils erfolgt über horizontales Verfahren der Biegehülse gegenüber der Führungshülse bei gleichzeitiger Rotation der Biegehülse um ihre vertikale Achse. Für die Windung der Biegelinie ist eine Drehung des Profils um seine Längsachse über die Führungshülse und die Profilsperreinheit erforderlich, während bei fortlaufendem Profilvorschub die Biegehülse frei drehbar gelagert ist. Die Lage des Profilquerschnitts bezüglich der Orientierung der Biegelinie ist entsprechend direkt abhängig von der Windung der Biegelinie. Weiterhin weist das mit der Torsion erzeugte Profil im Umformbereich Unregelmäßigkeiten aufgrund von Materialausdünnungen in den stark verformten Zonen auf.

[0010] Die aus der obengenannten Druckschrift be-

kannte Vorrichtung zum Freiformbiegen von Profilen ist folglich in Bezug auf die möglichen Umformvarianten beschränkt, da diese Vorrichtung bei hoher Beanspruchung in den Umformzonen leicht zu einer Materialausdünnung am Profil führt.

[0011] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die technische Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Freiformbiegen von Profilen anzugeben, welche bzw. welches eine optimierte Materialverteilung über den gebogenen Profilquerschnitt ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird gemäß einer ersten Lehre der Erfindung bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung dadurch gelöst, dass die Biegehülse mit mindestens zwei Biegerollen versehen ist, wobei mindestens eine der Biegerollen mittels Stellantrieben um ihre Achse drehbar ist. Es ist erkannt worden, dass durch das Vorsehen von Biegerollen in der Biegehülse mit Stellantrieben zur aktiven Drehung dieser Biegerollen Einfluss auf die Materialverteilung in der Umformzone der Profile genommen werden kann, um einer Materialausdünnung entgegen zu wirken. Neben der obengenannten gezielten Materialsteuerung in der Umformung des Profils ist mit der Vorrichtung weiterhin möglich, die Vorschubeinheit zu entlasten, wodurch eine Knickneigung des Profils im geraden, noch nicht gebogenen Bereich insbesondere zwischen Vorschubeinheit und Axialhülse unterdrückt werden kann. Ferner können dadurch zusätzliche Stützeinheiten, wie beispielsweise Lünetten entfallen.

[0013] Mit den Stellantrieben können erfindungsgemäß die Biegerollen um ihre rotatorische Achsen angetrieben oder gebremst werden. Neben der Möglichkeit über die aktive Drehung der Biegerollen kann auch die sich ergebende Krümmung günstig ausgestaltet werden. Wenn die am Außenbogen anliegende Biegerolle des Materials in Vorschubrichtung treibt und die innen anliegende Biegerolle das Material gegenüber der Vorschubrichtung abbremst, so ergeben sich größere Krümmungen oder kleine Biegeradien gegenüber passiv gelagerten, nicht angetriebenen Biegerollen.

[0014] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist mindestens eine der zwei Biegerollen in der Biegehülse radial zustellbar, das heißt in Richtung bzw. entgegengesetzt der Längsachse des zu biegenden Profils bewegbar. Diese Bewegungsfreiheit der Biegerollen eignet sich insbesondere für den Be- und Entladezyklus der Profile, da insbesondere durch das Auseinanderfahren der Biegerollen, wobei bevorzugt alle Biegerollen radial zustellbar sind, die Bedienungsfreundlichkeit und Handhabung der Vorrichtung erleichtert wird. Ferner ermöglicht eine radiale Zustellbarkeit der Biegerollen einen Ausgleich von Unregelmäßigkeiten im Querschnitt des zu biegenden Profils.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Biegehülse mittels Stellantrieben um die Achse ihrer Durchgangsöffnung drehbar. Neben den obengenannten Umformschritten und den Kombinationen von Umformschritten ist mit der Vorrichtung weiterhin möglich,

Profile mit Abschnitten konstanter oder variabler Krümmung entlang der Profilachse, überlagerter konstanter oder variabler Windung der Biegelinie und überlagerter konstanter oder variabler Torsion des Profils herzustellen. Auf diese Weise kann ein Einfluss auf die Orientierung des Profilquerschnitts entlang der Biegelinie bei gleichzeitiger Windung der Biegelinie erreicht werden.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Axialhülse entlang ihrer Achse geteilt. Dies ermöglicht zum einen die Zugänglichkeit des Profils und erlaubt damit eine einfachere Be- und Entladung des Profils.

[0017] Die Option, eine Vorschubeinrichtung mit einer verhältnismäßig geringen Antriebsleistung und einem damit verbundenen kostengünstigen Antriebsaggregat einzusetzen, wird dadurch ermöglicht, dass zusätzliche mit Stellantrieben versehene Rollen, insbesondere Rollenpaare vorgesehen sind. Diese können dann einen Teil der Vorschubarbeit übernehmen. Bevorzugt werden die angetriebenen Rollen- bzw. Rollenpaare in der Axialhülse integriert. Diese Rollen bzw. Rollenpaare ermöglichen es, den verbleibenden geraden, nicht formbaren Endabschnitt eines Profils im Vergleich zum Stand der Technik auf ein Minimum zu reduzieren, wodurch die Ausschussmasse gesenkt werden kann.

[0018] Alternativ zu den angetriebenen Rollen bzw. Rollenpaaren sind als weitere bevorzugte Ausführungsform Rollen mit Treibriemen nach Art eines Förderbandes vorgesehen. Diese können speziell bei zu formenden Vierkant- bzw. Rechteckprofilen aufgrund der umschließenden Kraftbeaufschlagung und gleichzeitiger Stützung Anwendung finden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Außenkontur des Profils nicht kreisförmig. Für diese Arten von Profilen ist die Vorrichtung insbesondere geeignet, da die Ausrichtung der Außenkontur als Funktion von der Profilachse gewählt werden kann. Es ist beispielsweise denkbar, dass ein an der Außenkontur vorgesehener Flansch Verbindungsgerecht ausgerichtet wird, ohne dass bezüglich der Windung und Krümmung des Profils Einschränkungen hinzunehmen sind.

[0020] Eine dynamische und flexible Verformung von Profilen wird dadurch weiter verbessert, dass Steuerungsmittel vorgesehen sind, mit denen während der Bewegung der Vorschubeinheit in Vorschubrichtung die Stellantriebe zur Drehung der Biegerollen in der Biegehülse angesteuert werden können. Durch diese Steuerungsmittel kann die Drehung der Biegerollen in der Biegehülse schnell und flexibel gesteuert werden.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Steuerungsmittel einen elektronischen Speicher mit Befehlen auf, deren Ausführung die Steuerungsmittel veranlassen, die Stellantriebe zur Drehung der Biegerollen in der Biegehülse während der Bewegung der Vorschubeinheit in Vorschubrichtung anzu-steuern. Auf diese Weise ist eine Automatisierung des Umformprozesses möglich, so dass auch im Wesentli-

chen beliebig komplexe Profilverläufe mit gleichzeitiger Materialsteuerung in der Umformzone einfach durchführbar sind. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn gleichzeitig verschiedene Umformschritte, d.h. Krümmung, Windung und/oder Torsion, durchgeführt werden sollen.

[0022] Besonders flexible Umformprozesse werden mit der Vorrichtung dadurch ermöglicht, dass die Steuerungsmittel einen Speicher mit Befehlen aufweisen, deren Ausführung die Steuerungsmittel veranlassen, ein wie im Folgenden beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen.

[0023] Die technische Aufgabe wird in einer zweiten Lehre der Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass die Biegehülse mit mindestens zwei Biegerollen versehen ist, wobei mindestens eine der Biegerollen zur Einstellung des Materialflusses des Profils aktiv um ihre Achse gedreht wird. Durch diese aktive Drehung der Biegerollen in der Biegehülse kann bei den verschiedenen Umformschritten insbesondere einer Materialausdünnung in den stark verformten Zonen entgegen gewirkt werden, so dass eine größere Flexibilität bei der Umformung von Profilen erreicht wird.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Biegehülse zur Einstellung der Torsion und/oder der Windung des Profils aktiv um die Achse ihrer Durchgangsöffnung gedreht. Durch die aktive Drehung der Biegehülse können die verschiedenen Umformschritte, insbesondere die Windung und die Torsion, unabhängiger voneinander durchgeführt werden, so dass die Flexibilität bei der Umformung von Profilen weiter erhöht wird.

[0025] Die uneingeschränkte Flexibilität bei der Torsion des Profils in Bezug auf die Windung und die Krümmung des Profils ist besonders dann vorteilhaft, wenn die Außenkontur des Profils nicht kreisförmig ist.

[0026] Höchst flexible Umformergebnisse werden verfahrensgemäß in einer bevorzugten Ausführungsform dadurch erzielt, dass die Krümmung, die Torsion und die Windung des Profils zumindest zeitweise gleichzeitig eingestellt werden. Insbesondere sind auf diese Weise kontinuierliche Übergänge zwischen zwei festgelegten Profilbereichen möglich.

[0027] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden ein oder mehrere Bewegungsabläufe aus der Menge des ersten, des zweiten und des dritten Bewegungsablaufs abhängig von der Zeit und/oder vom Profilver Schub gleichzeitig und/oder nacheinander durchgeführt. Das Verfahren erlaubt jegliche Kombination von Torsion, Windung und Krümmung, so dass auf diese Weise eine maximale Flexibilität bei der Umformung des Profils erreicht wird und so bezüglich ihrer Krümmung, Windung und Torsion beliebig geformte Profile hergestellt werden können.

[0028] In einer dritten Lehre der Erfindung wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Profilen für die Herstellung von Teilen von Kraftfahrzeugkarosserien,

insbesondere für Dachrahmen, H-Säulen oder Windschutzscheibenrahmen verwendet wird. Bei der Konstruktion von Kraftfahrzeugkarosserien werden besonders hohe Anforderungen an das Gewicht, die Stabilität und die Herstellungskosten der einzelnen Komponenten gestellt. Weiterhin sind für diesen Anwendungsbereich besonders komplizierte Profilformen erforderlich. Durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung von derartigen Komponenten können derart kompliziert geformte Profile in einem einzigen Verfahrensschritt hergestellt werden. Somit entfällt die Anforderung, verschiedene Vorrichtungen zur Umformung einsetzen zu müssen bzw. einzelne Komponenten miteinander fügen zu müssen. Auf diese Weise können die Herstellungskosten gesenkt werden, und die aus einem Profil hergestellten kompliziert geformten Komponenten weisen eine höhere Stabilität aufgrund fehlender Fügeverbindungen auf. Ferner kann die Ausschussrate gesenkt werden.

[0029] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand verschiedener Ausführungsbeispiele erläutert, wobei auf die beigelegte Zeichnung Bezug genommen wird.

[0030] In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Freiformbiegen von Profilen aus dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen,

Fig. 4 ein drittes bzw. viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen,

Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen,

Fig. 6 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen und

Fig. 7 ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen.

[0031] In den Figuren 1a und 1b ist eine Vorrichtung 2 zum Freiformbiegen eines Profils 4 aus dem Stand der Technik gezeigt. Die Vorrichtung 2 weist eine Vorschubeinheit 6 in Form einer an sich bekannten Spannzange, eine in Vorschubrichtung davor angeordnete Axialhülse 8 und eine wiederum davor in Vorschubrichtung angeordnete Biegehülse 10 mit einer Durchgangsöffnung 12 auf. Die Biegehülse kann als Gleithülse ausgebildet sein. Sie kann aber auch eine Rollenführung aufweisen. Beide Alternativen dienen dazu, das Rohr 4 mit möglichst wenig Reibung durch die Durchgangsöffnung 12 bewegen zu können. Im Rohr 4 im Bereich der Axialhülse 8 und der Biegehülse 10, wo die Biegung stattfindet, sitzt ein flexibler Dorn 14, der am hinteren Ende des Rohres 4 über eine Dornstange 16 gehalten ist. Die Dornstange 16 ist an dem Antrieb 18 angeschlossen, so dass der Dorn 14 axial einstellbar und steuerbar ist.

[0032] Die insbesondere als Rohrspannzange ausgebildete Vorschubeinheit 6 weist einen Axialantrieb 20 auf, der in der Zeichnung schematisch durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Außerdem weist die Vorschubeinheit 6 einen Drehantrieb 22 auf, der durch einen Doppelpfeil dargestellt ist.

[0033] Der Axialhülse 8 ist ebenfalls ein Drehantrieb 24 zugeordnet, der durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Die Drehantriebe 22 und 24 drehen gleichsinnig und simultan. Darüber hinaus ist der Axialhülse 8 ein Axialantrieb 26 zugeordnet, der durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Die Axialantriebe 20 und 26 arbeiten unabhängig voneinander. Mit dem Axialantrieb 26 lässt sich der Abstand von der längs axial fixierten Biegehülse 10 einstellen.

[0034] Die Biegehülse 10 weist einen translatorischen Antrieb 28 auf, der durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Außerdem weist die Biegehülse 10 einen Verschwenkantrieb 30 auf, der durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Schließlich weist die Biegehülse 10 eine Drehlagerung 32 auf, die durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Die Drehlagerung 32 ist derart ausgebildet, dass bei zu biegendem Profil 4 dieses die Drehbewegung der Axialhülse 8 auf die Biegehülse 10 überträgt, so dass sie freidrehend mitgenommen wird. Allerdings ist diese Drehlagerung 32 mit einer Bremse ausgestattet, so dass sich auch eine Drehwinkelversetzung zwischen beiden Teilen ergeben kann.

[0035] Während die in der Zeichnung dargestellten Raumachsen x, y, z für die Axialhülse 8 fest liegen, sind die Raumachsen u, v, w für die Biegehülse 10 im Raum verlagerbar. Während die Biegehülse 10, wie ausgeführt, in Achsrichtung, d.h. in Richtung der w-Achse fest liegt, ist sie aber um diese w-Achse mitdrehend oder gebremst bzw. antreibbar. In Richtung der u-Achse ist sie mittels des Antriebes 28 translatorisch verstellbar und um die v-Achse mittels des Antriebs 30 drehbar.

[0036] Bei einer solchen Vorrichtung liegt die Biegeebene immer in der u-/v-Ebene. Durch Verdrehen des Profils 4 mittels der Vorschubeinheit 6 und der Axialhülse 8 lässt sich unter Beibehaltung der Biegeebene u/v an

eine erste Biegung eine zweite Biegung in anderer Richtung anschließen. Der Biegeradius wird einerseits durch den Abstand zwischen der Axialhülse 8 und der Biegehülse 10 und andererseits durch die Einstellungen an der Biegehülse 10, und zwar in Richtung der u-Achse, und um die v-Achse bestimmt.

[0037] Um einem eventuellen Ausknicken des Profils 4 zwischen der Vorschubeinheit 6 und der Axialhülse 8 aufgrund der auf das Profil 4 einwirkenden Axialkräfte der Vorschubeinheit 6 entgegenzuwirken, können in diesem Bereich seitliche, in der Zeichnung nicht dargestellte Stützmittel vorgesehen sein. Diese können beispielsweise als ein Paket von Lünetten ausgebildet sein, die entsprechend dem Vorschubweg der Vorschubeinheit 6 geöffnet und aus dem Weg gefahren werden können.

[0038] In Fig. 2 ist nun ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Freiformbiegen von Profilen dargestellt, in der die Biegehülse 36 mit einer erfindungsgemäßen Rollenführung 38 ausgestattet ist. Fig. 2a zeigt die Biegehülse 36 von vorn und Fig. 2b zeigt die Biegehülse 36 in Aufsicht. Die Vorschubeinheit und die Axialhülse entsprechen bei diesem Ausführungsbeispiel der in Fig. 1a dargestellten Vorschubeinheit 6 bzw. der Axialhülse 8 und sind in Fig. 2a bzw. Fig. 2b nicht dargestellt.

[0039] Die Rollenführung 38 besteht aus vier Biegerollen 40, die Teilbereiche der Umfangsflächen des zu formenden Profils 42 umschließen. Alle vier Biegerollen 40 sind aktiv um ihre jeweilige Drehachse 44 drehbar gelagert. Weiterhin sind Stellantriebe 46 zur Drehung der Biegerollen 40 vorgesehen, welche in Fig. 2a durch Pfeile dargestellt sind. Durch das Vorsehen von Stellantrieben 46 zur aktiven Drehung der Biegerollen 40 kann Einfluss auf die Materialverteilung in dem gebogenen Profilquerschnitt genommen werden. So kann beispielsweise eine Biegung in Pfeilrichtung 48 derart über die Biegerollen 40 gesteuert werden, dass die rechte dargestellte Biegerolle 50 schneller als ihre gegenüberliegende linke Biegerolle 52 angetrieben wird und dadurch gezielt einer Materialausdünnung in der Umformzone entgegen gewirkt wird. Ferner kann durch die aktive Drehung der Biegerollen 40 ein engerer Biegeradius eingestellt werden.

[0040] Weiterhin sind die Biegerollen 40 radial zur Längsrichtung des zu biegenden Profils 42 zustellbar. Dies ist in Fig. 2a durch Pfeile 54 dargestellt. Neben der Vereinfachung des Be- und Entladevorgangs der Vorrichtung können auf diese Weise auch während des Biegens Unregelmäßigkeiten im Querschnitt des Profils durch entsprechende aktive Ansteuerung und Zustellung der Biegerollen 40 ausgeglichen werden.

[0041] In einem zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 3 eine teilbare Axialhülse 56 dargestellt, deren Teile über ein Scharnier 58 miteinander verbunden sind. Dadurch lassen sich die beiden Teile der Axialhülse 56 gegeneinander öffnen und schließen. Diese Zweiteilung ermöglicht eine einfachere Hand-

habung der Be- und Entladung eines Profils 42, welches in Fig. 3 durch eine Linie angedeutet ist.

[0042] Gemäß einem in Fig. 4a dargestellten dritten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens sind in einer Axialhülse 60 Rollen 62 mit nicht dargestellten Stellantrieben integriert. Durch die aktive Ansteuerung der Rollen 62 kann einerseits eine in Fig. 4a nicht dargestellte Vorschubeinrichtung mit einer niedrigeren Antriebsleistung gegenüber dem Stand der Technik vorgesehen werden. Andererseits kann durch diese Anordnung ein erhöhter Verformungsgrad erreicht und gleichzeitig die Ausschussrate verringert werden. So kann eine in Fig. 4a nicht dargestellte Vorschubeinrichtung in Form einer Spannvorrichtung lediglich bis zu der gestrichelt dargestellten Position 64 verfahren werden. Durch die dargestellte Anordnung kann jedoch die Rolle 62 den Vorschub des zu biegenden Profils 42 in Richtung der Biegehülse 66 übernehmen, so dass eine weitere Biegestrecke um beispielsweise den Betrag Δ erreicht werden kann.

[0043] Alternativ ist gemäß einem fünften, in Fig. 4b dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens ein Rollensystem in Form von Förderbändern bzw. Treibriemen 66 in einer Axialhülse 68 integriert. Die Vorteile entsprechen denen des vierten Ausführungsbeispiels. Bevorzugt werden diese Anordnungen bei Vierkant- bzw. Rechteckprofilen eingesetzt, bei denen eine vollflächige Abstützung des zu biegenden Profils möglich ist.

[0044] Die in Fig. 5 dargestellte Vorrichtung 80 eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens weist zusätzlich Stellantriebe 82 auf, mit denen die Biegehülse 84 mit nicht dargestellten Biegerollen um die Achse ihrer Durchgangsöffnung drehbar ist. Die Stellantriebe 82 sind in Fig. 5 schematisch als Pfeil dargestellt. Durch das Vorsehen dieser Stellantriebe 82 ist es möglich, die Orientierung der Durchgangsöffnung 86 der Biegehülse 84 unabhängig von der Axialhülse 8 und der Vorschubeinheit 6 zu drehen. Auf diese Weise wird die Flexibilität der Vorrichtung zum Freiformbiegen kompliziert geformter Profile stark erhöht. Insbesondere kann die Torsion des Profils unabhängig von der Windung und der Krümmung des Profils eingestellt werden. Dies ist insbesondere bei Profilen mit nicht kreisförmigem Querschnitt vorteilhaft.

[0045] In Fig. 6 ist ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 90 bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, wobei die Vorschubeinheit 6, die Axialhülse 8 und die Biegehülse 92 mit nicht dargestellten Biegerollen einen rechteckigen, insbesondere einen quadratischen Querschnitt aufweisen und somit an den Querschnitt des Profils 94 angepasst sind. Das Profil 94 wird wie in Fig. 6 gezeigt durch Verschwenken und Translation der Biegehülse 92 in einer Ebene gekrümmt.

[0046] Fig. 7 zeigt ein siebtes Ausführungsbeispiel des

erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei dem die Stellantriebe 100 der Biegerollen 40 in der Biegehülse 36 als auch der Biegehülse 36 selbst mit Steuerungsmitteln 102 verbunden sind, mit denen die Stellmittel 100 angesteuert werden können. Die Steuerungsmittel 102 können optional einen elektronischen Speicher 104 aufweisen, in dem Befehle gespeichert sind, deren Ausführung die Steuerungsmittel 102 veranlassen, die Stellantriebe 100 zur Drehung der Biegerollen 40 in der Biegehülse 36 und/oder der Biegehülse 36 selbst während der Bewegung der Vorschubeinheit 6 in Vorschubrichtung anzusteuern. Optional können auch die Stellantriebe 106 und 108 der Axialhülse 8 und der Vorschubeinheit 6 mit den Steuerungsmitteln 102 verbunden sein, so dass durch die Steuerungsmittel 102 gleichzeitig sowohl die Vorschubeinheit 6 als auch die Axialhülse 8 und die Biegerollen 40 in der Biegehülse 36 als auch die Biegehülse 36 selbst gesteuert werden können. Bei den Steuerungsmitteln 102 kann es sich beispielsweise um einen Computer oder um eine Schaltung handeln. Der elektronische Speicher 104 weist vorzugsweise Befehle auf, deren Ausführung die Steuerungsmittel 102 veranlassen, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Freiformbiegen von Profilen, mit einer das Profil (42, 94) erfassenden Vorschubeinheit (6), einer der Vorschubeinheit (6) in deren Vorschubrichtung nachgeordneten und das Profil (42, 94) form- und/oder kraftschlüssig erfassenden Axialhülse (8, 56, 60, 68) und einer der Axialhülse (8, 56, 60, 68) in Vorschubrichtung nachgeordneten Biegehülse (36, 66, 84, 92), welche eine an die Außenkontur des Profils (42, 94) angepasste Durchgangsöffnung (12, 86) für das Profil (42, 94) aufweist, wobei die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mittels Stellantrieben (28) in einer orthogonal zur Achse ihrer Durchgangsöffnung (12, 86) liegenden Ebene linear verstellbar und um eine senkrecht zur Achse der Durchgangsöffnung (12, 86) und zur Richtung der Linearverstellung (28) liegende Achse verschwenkbar ist, die Axialhülse (8, 56, 60, 68) mit einem Antrieb (26) ausgerüstet ist, mit dem ihr Abstand von der Biegehülse (36, 66, 84, 92) einstellbar ist, und die Vorschubeinheit (6) sowie die Axialhülse (8, 56, 60, 68) von Drehantrieben (22, 24) gleichsinnig und simultan relativ zur Biegehülse (36, 66, 84, 92) angetrieben sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mit mindestens zwei Biegerollen (40, 50, 52) versehen ist, wobei mindestens eine der Biegerollen (40, 50, 52) mittels Stellantrieben (46, 100) um ihre Achse drehbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine

der zwei Biegerollen (40, 50, 52) radial zustellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mittels Stellantrieben (82) um die Achse ihrer Durchgangsöffnung (12, 86) drehbar ist (w-Achse). 5
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Axialhülse (56) entlang ihrer Achse geteilt ist. 10
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Rollen (62) mit Stellantrieben vorgesehen sind. 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (62) in der Axialhülse (8, 56, 60, 68) integriert sind. 20
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Rollen mit Treibriemen (66) vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur des Profils (42, 94) nicht kreisförmig ist. 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass Steuerungsmittel (102) vorgesehen sind, mit denen während der Bewegung der Vorschubeinheit (6) in Vorschubrichtung die Stellantriebe (46, 100) zur Drehung der Biegerollen (40, 50, 52) in der Biegehülse (36, 66, 84, 92) angesteuert werden können. 30
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsmittel (102) einen elektronischen Speicher (104) mit Befehlen aufweisen, deren Ausführung die Steuerungsmittel (102) veranlassen, die Stellantriebe (46, 100) zur Drehung der Biegerollen (40, 50, 52) in der Biegehülse (36, 66, 84, 92) während der Bewegung der Vorschubeinheit (6) in Vorschubrichtung anzusteuern. 40
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsmittel (102) einen Speicher (104) mit Befehlen aufweisen, deren Ausführung die Steuerungsmittel (102) veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16 auszuführen. 50
12. Verfahren zum Freiformbiegen von Profilen, insbesondere mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem ein Profil (42, 94) mit einer Vorschubeinheit (6) in Vorschubrichtung transportiert wird, in einem ersten Bewegungsablauf durch

horizontales Verfahren einer Biegehülse (36, 66, 84, 92) und gleichzeitiges Verschwenken um ihre vertikale Achse die Krümmung des Profils (42, 94) eingestellt wird, in einem zweiten Bewegungsablauf durch Veränderung der relativen Orientierung der Öffnung einer Axialhülse (8, 56, 60, 68) und der Biegehülse (36, 66, 84, 92) die Torsion des Profils (42, 94) eingestellt wird und in einem dritten Bewegungsablauf durch die simultane Rotation der Vorschubeinheit (6), der Axialhülse (8, 56, 60, 58) und der Biegehülse (36, 66, 84, 92) die Windung des Profils (42, 94) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biegehülse (36, 66, 84, 92) mit mindestens zwei Biegerollen (40, 50, 52) versehen ist, wobei mindestens eine der Biegerollen (40, 50, 52) zur Einstellung des Materialflusses des Profils (42, 94) aktiv um ihre Achse gedreht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Biegehülse (36, 66, 84, 92) zur Einstellung der Torsion und/oder der Windung des Profils (42, 94) aktiv um die Achse ihrer Durchgangsöffnung (12, 86) gedreht wird (w-Achse).
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur des Profils (42, 94) nicht kreisförmig ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung, die Torsion und die Windung des Profils (42, 94) zumindest zeitweise gleichzeitig eingestellt werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Bewegungsabläufe aus der Menge des ersten, des zweiten und des dritten Bewegungsablaufs abhängig von der Zeit und/oder vom Profilver Schub gleichzeitig und/oder nacheinander durchgeführt werden. 35
17. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Herstellung von Profilen (42, 94) für Kraftfahrzeugkarosserien, insbesondere für Dachrahmen, A-Säulen oder Windschutzscheibenrahmen. 45

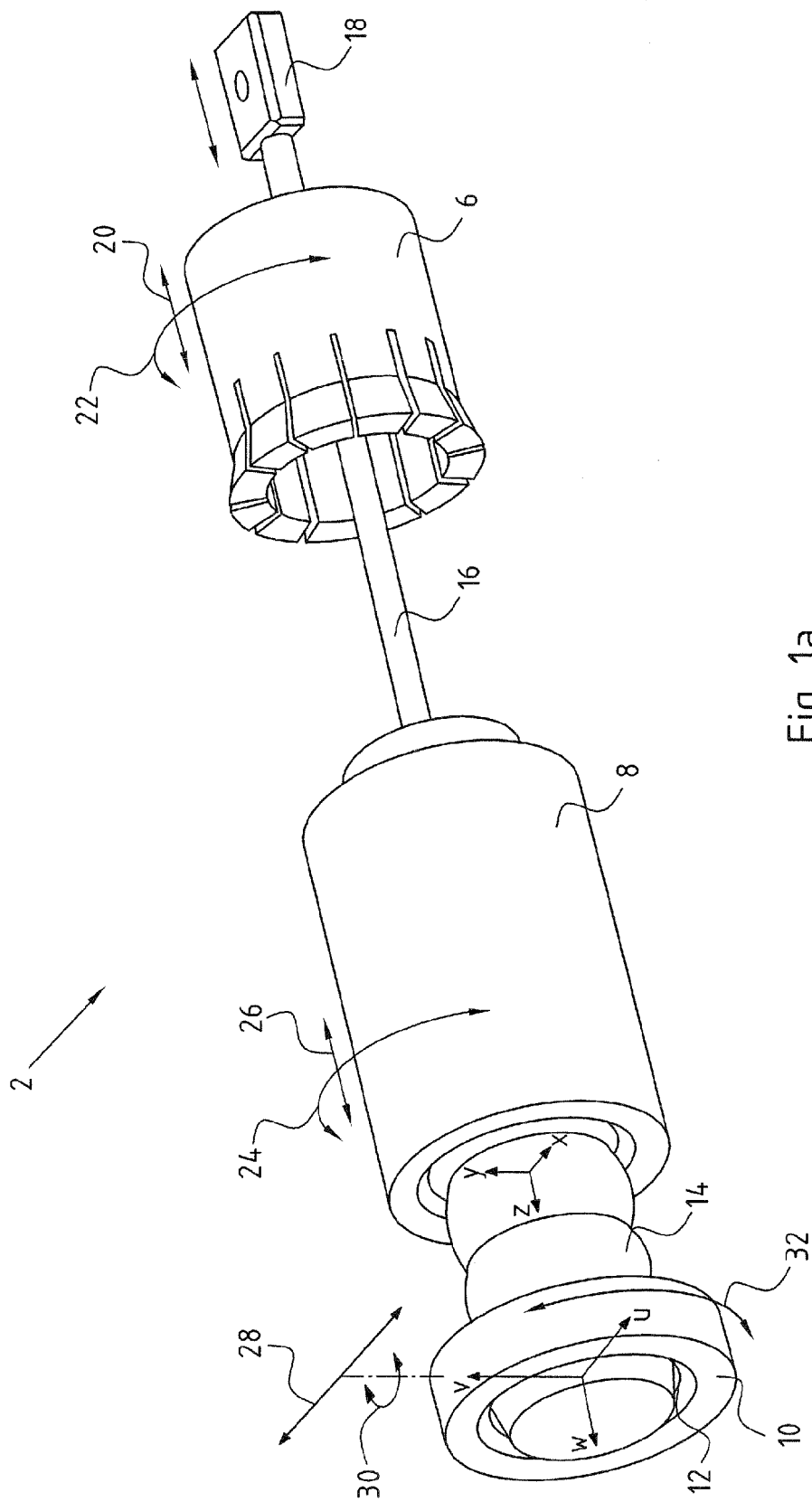


Fig. 1a
(Stand der Technik)

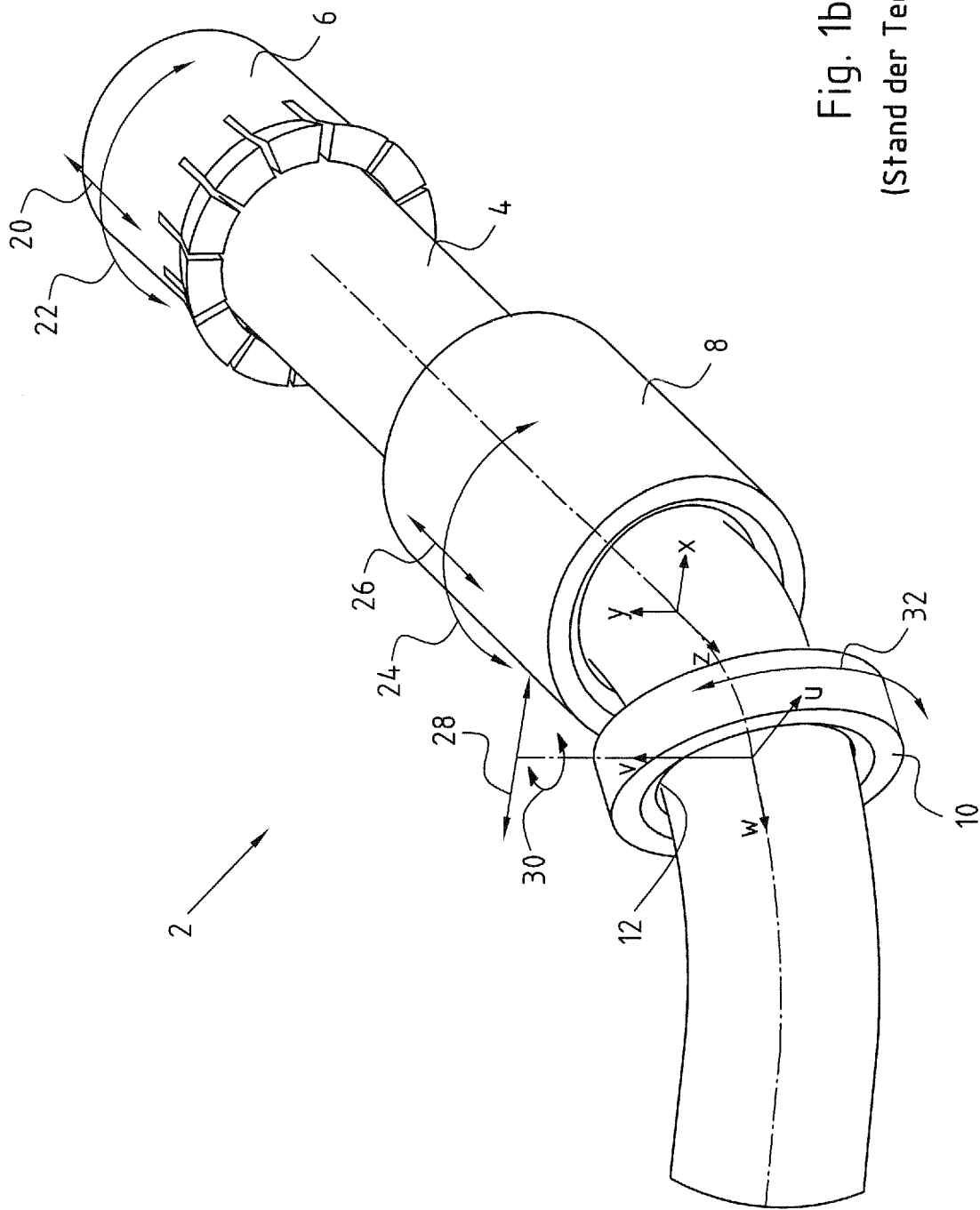


Fig. 1b
(Stand der Technik)

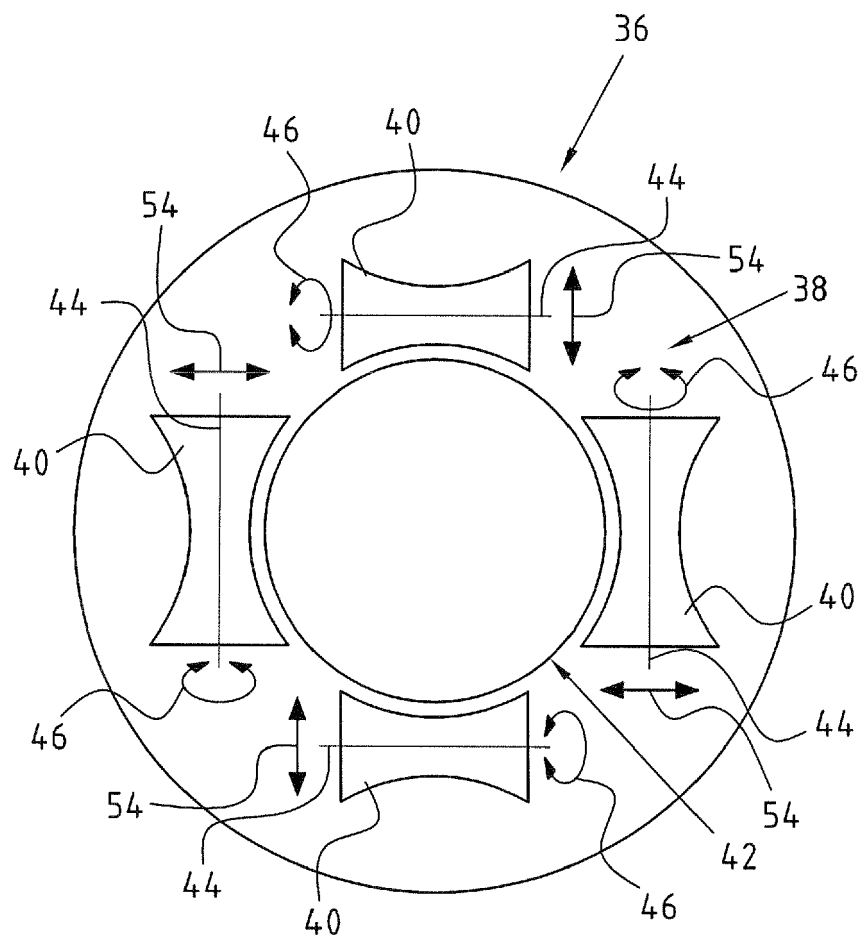


Fig. 2a

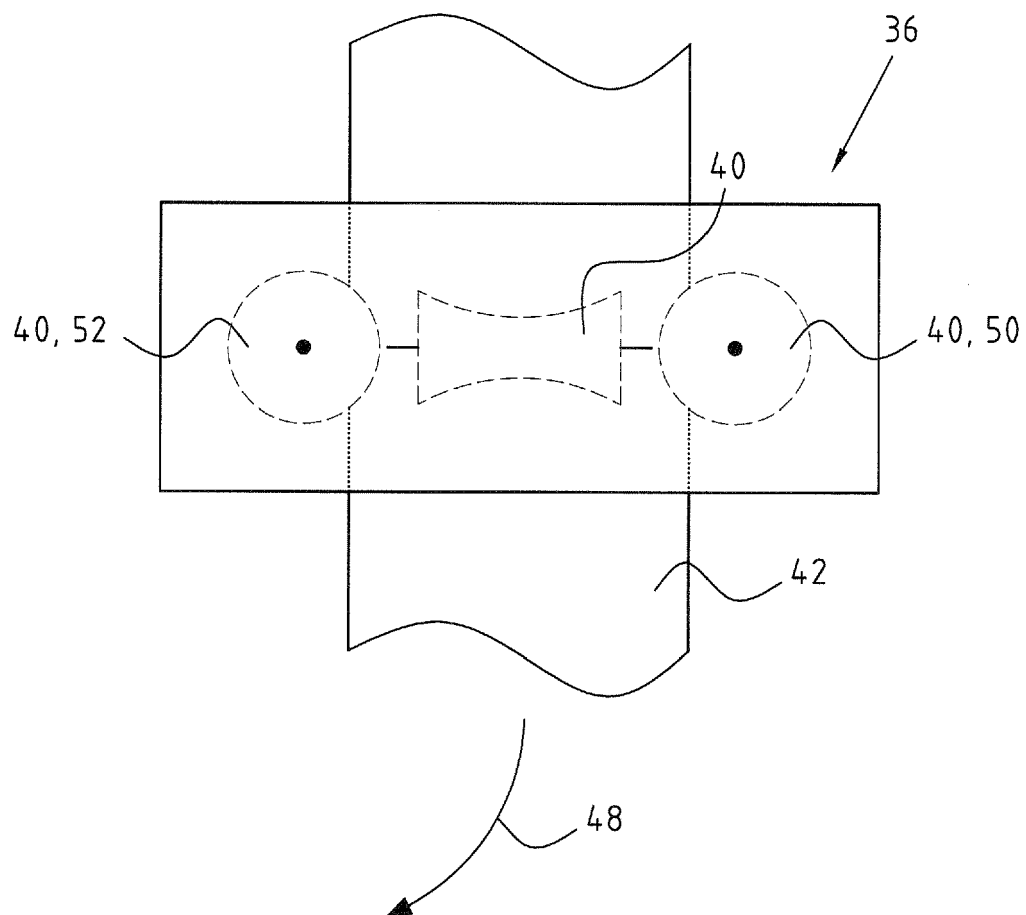


Fig. 2b

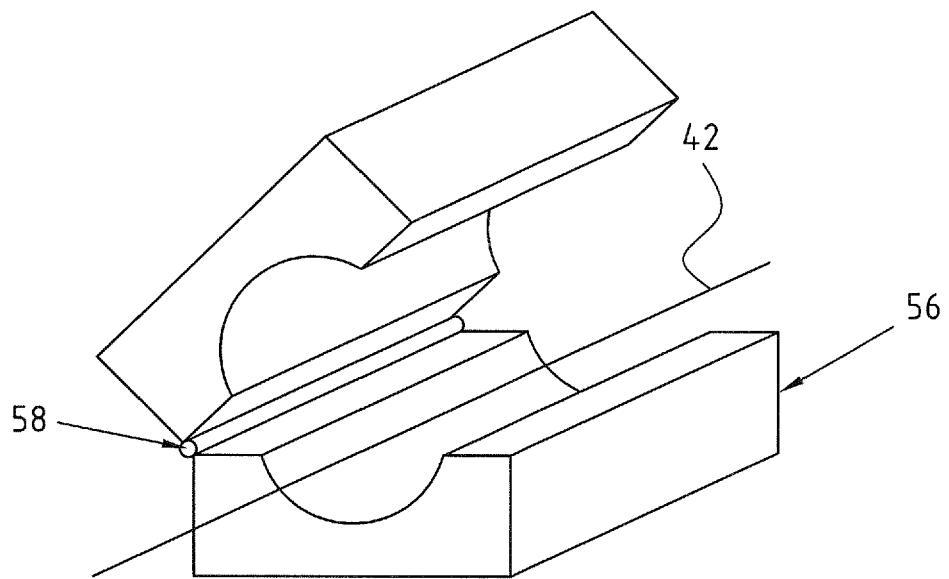


Fig. 3

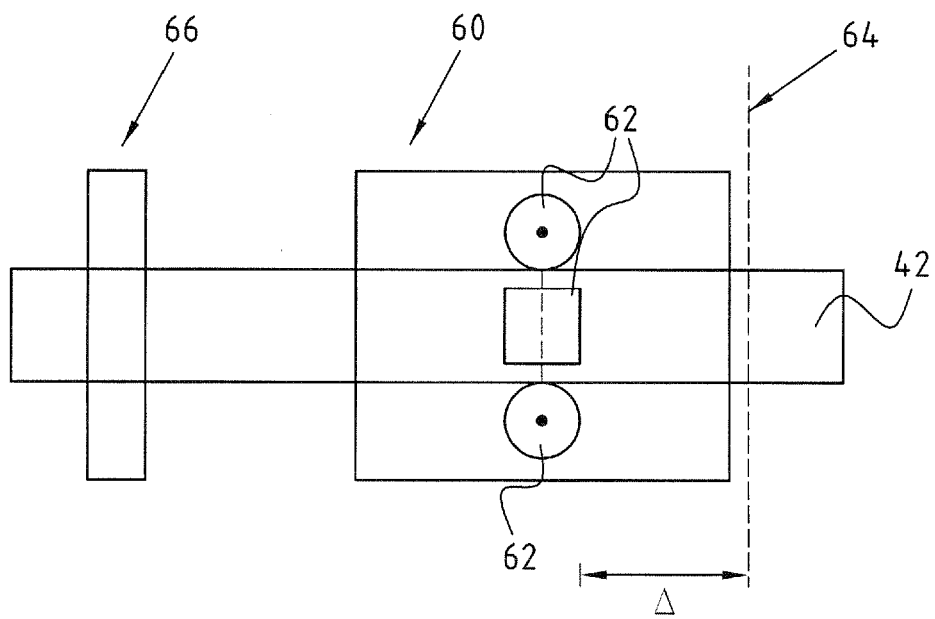


Fig. 4a

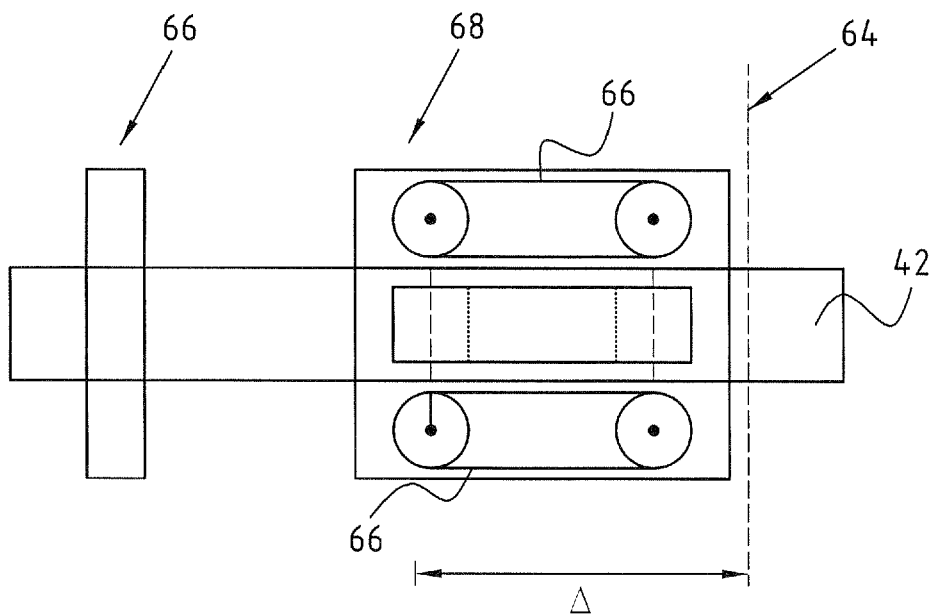


Fig. 4b

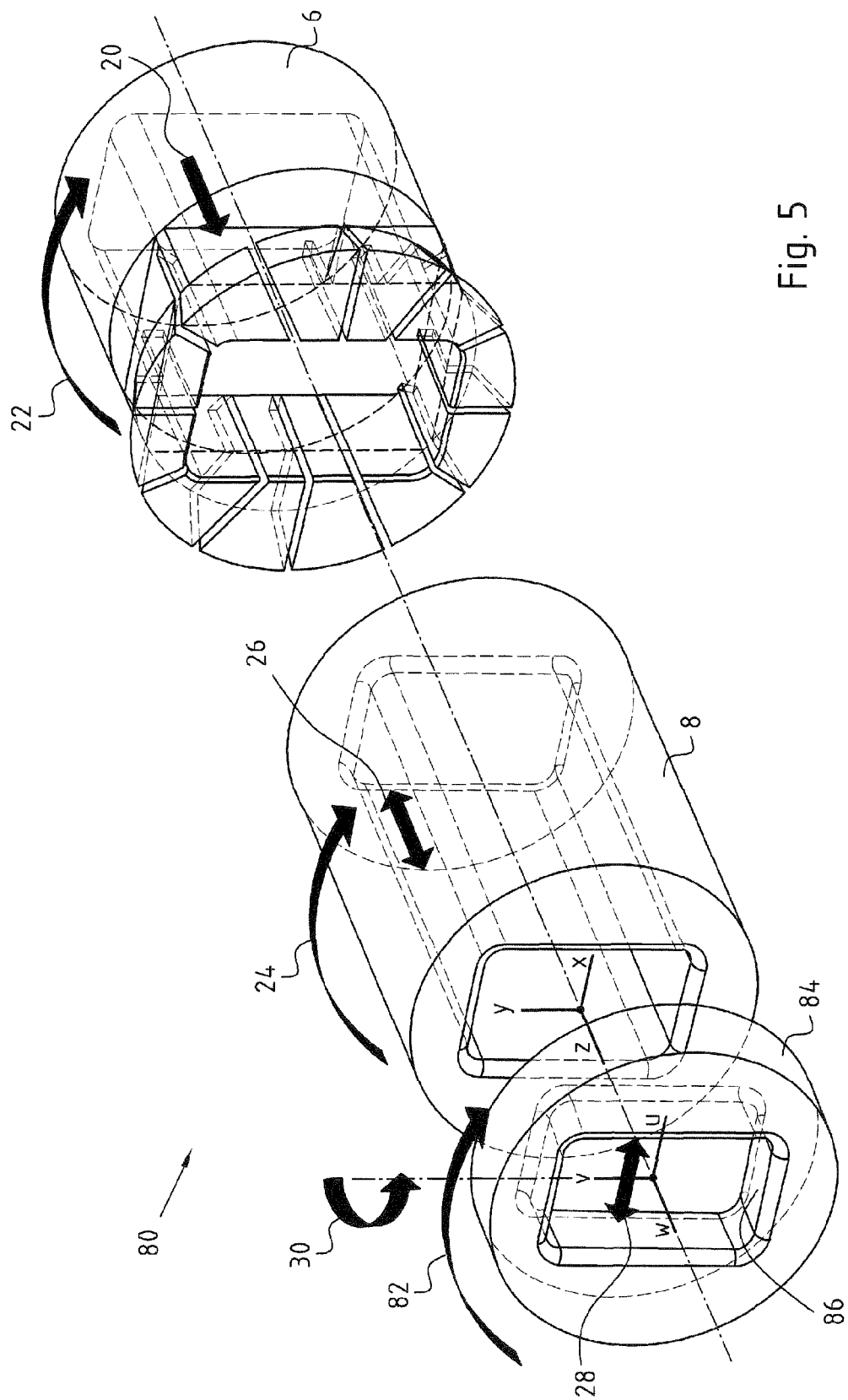


Fig. 5

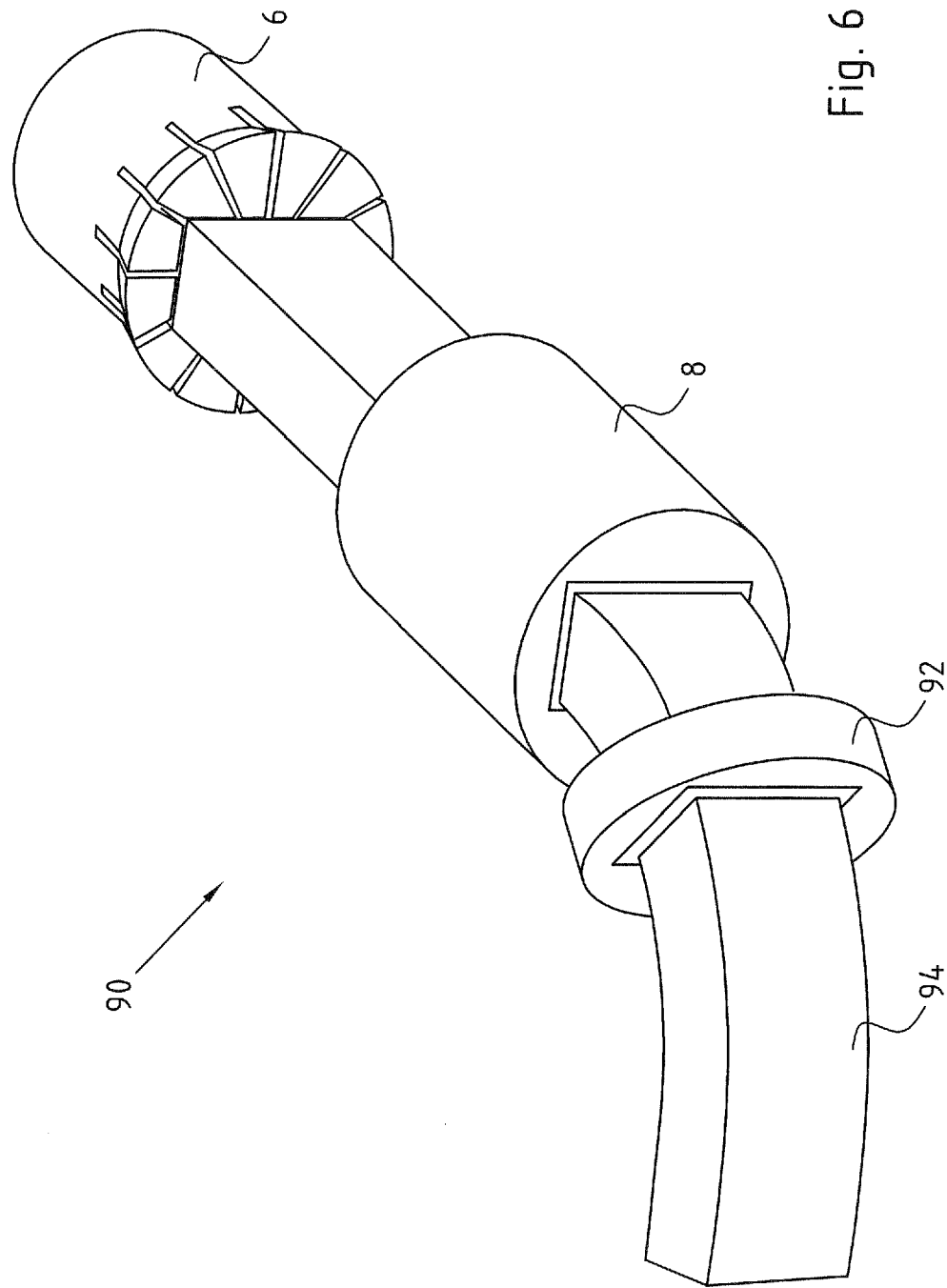


Fig. 6

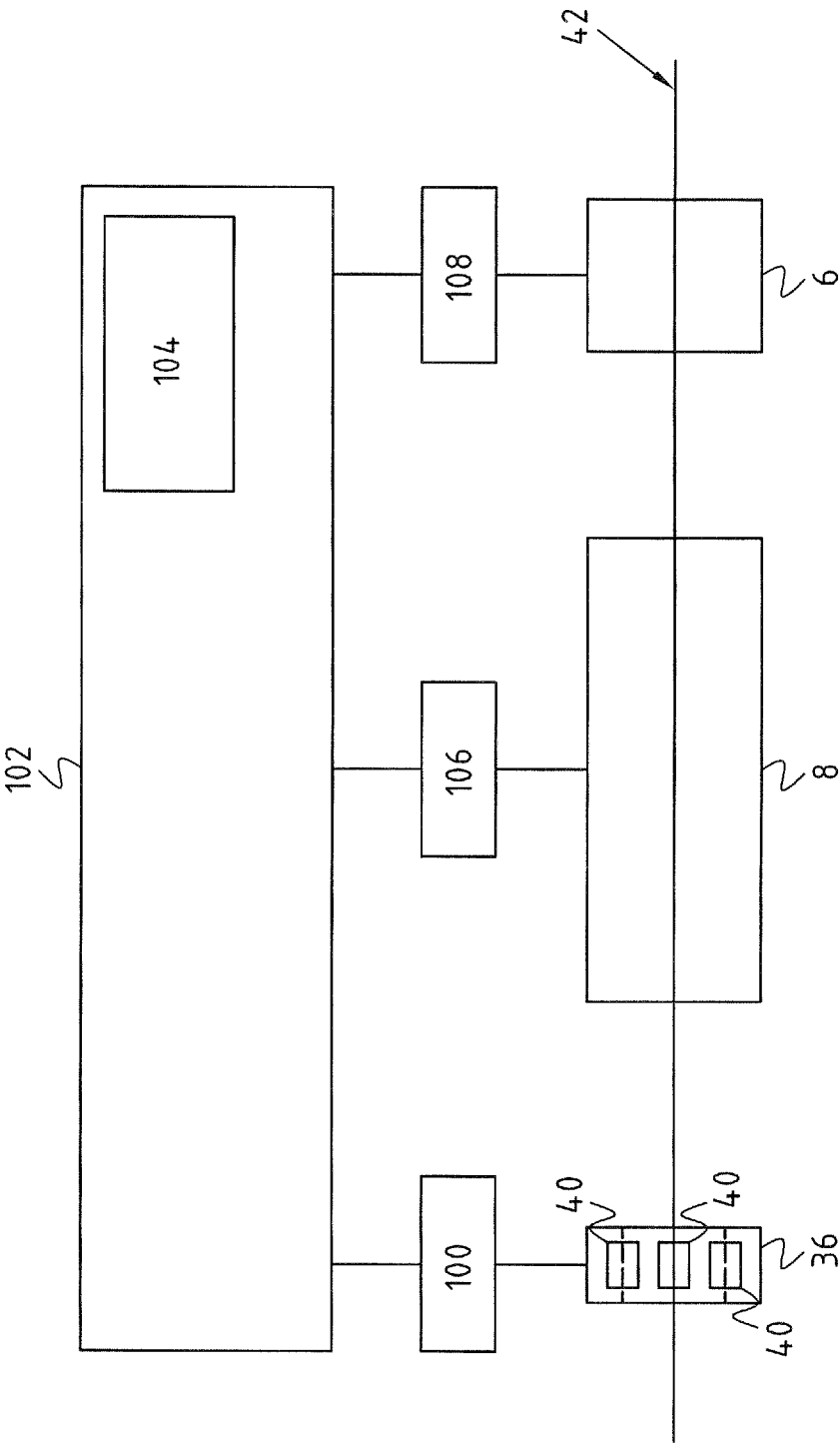


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005013750 B3 [0006]