



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 05 038 B4 2008.02.21**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 05 038.4**  
 (22) Anmeldetag: **08.02.1999**  
 (43) Offenlegungstag: **17.08.2000**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **21.02.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21H 1/22 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
 angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
 Schwanhäusser, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Lorenz, Bernd, Dr., 08468 Reichenbach, DE;  
 Wagner, André, 09661 Tiefenbach, DE; Klaffert,  
 Thomas, 09127 Chemnitz, DE; Bachmann, Klaus,  
 08066 Zwickau, DE**

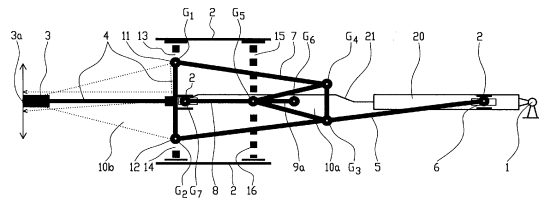
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 19 44 629 A1**  
**DE 19 38 719 A**  
**DD 1 41 800**

(54) Bezeichnung: **Dorneinrichtung, Querwalzvorrichtung und Verfahren zur Herstellung quergewalzter, zumindest  
 partiell hohler Körper**

(57) Hauptanspruch: Dorneinrichtung als Zusatzeinrichtung für eine Querwalzvorrichtung mit einer Werkstückaufnahme und zumindest einem Querwalzwerkzeug mit

- einem in Richtung einer Werkstückdrehachse bewegbaren, profilierten Dorn (3), der eine definierte Geometrie aufweist,
- einer mit dem Dorn (3) gekoppelten Dornvorschubeinrichtung zur Bewegung des Dorns (3) entlang der Werkstückdrehachse und zur Beaufschlagung des Dorns (3) mit einer Kraft in Axialrichtung des Dorns (3), und
- einer Steuervorrichtung zur zeitlichen Abstimmung der Bewegung des Dorns zur Bewegung der Querwalzwerkzeuge,

dadurch gekennzeichnet, dass die Dornschubeinrichtung eine Ebenenparallelführungseinrichtung mit einem Koppelmechanismus aufweist, wobei eine Abstützung von zur Axialrichtung quer bewegbaren Gliedern an Körperpunkten und/oder Gelenken des Koppelmechanismus gegenüber einem Gestell der Dorneinrichtung senkrecht zur Axialrichtung über federelastische Elemente (13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26) erfolgt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dorn-einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Querwalzvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung quergewalzter, zumindest partiell hohler Körper.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind Querwalzwerkzeuge für Flach- oder Rundbacken bekannt, mit denen rotationssymmetrische Körper aus Vollmaterial, beispielsweise Getriebewellen hergestellt werden können. Weiterhin sind Querwalzwerkzeuge bekannt, bei denen während des Walzvorganges eine Relativbewegung zwischen einem rotierenden Werkstückrohling und den Werkzeugen der Querwalzvorrichtung axial zu der Werkstückdrehachse erfolgt.

**[0003]** Rotationssymmetrische Werkstücke, wie beispielsweise Wellen, dienen vorzugsweise der Übertragung von Drehmomenten. Bei Torsionsbelastungen treten die maximalen Spannungen in den außen liegenden Randfasern der Werkstücke auf. Insbesondere bei dem Einsatz solcher Werkstücke als Getriebewellen für Fahrzeugschaltgetriebe treten aufgrund der an den Getriebewellen direkt oder indirekt angebrachten Verzahnungen zusätzlich Kräfte quer zu der Axialrichtung auf, die die Welle auf Biegung beanspruchen. Ähnliche Belastungskollektive können selbstverständlich auch unter anderen Anwendungsbedingungen auftreten.

**[0004]** Es ist bereits bekannt, daß unter der beschriebenen Belastungssituation Hohlwellen die Biegefestigkeit bei nahezu gleichbleibender Torsionsfestigkeit verbessern können und überdies erhebliche Masseinsparungen mit sich bringen.

**[0005]** Bisher werden jedoch abgesetzte Wellen als Vollwellen quergewalzt, fließgepreßt oder gesenkgeschmiedet und anschließend spanend bearbeitet, um die Endform herzustellen. Ein derartiger, mehrstufiger Herstellungsvorgang ist jedoch technisch und zeitlich aufwendig. Überdies wird durch eine spanende Nachbearbeitung der nach dem Umformvorgang in einem Werkstück vorliegende Eigenspannungszustand gestört.

**[0006]** Die DE 1 938 719 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Profilieren von Rohrrohlingen, die auf den Oberbegriff des Anspruchs 1 lesbar ist. Ein Rohrabchnitt, der zu einem Fahrradnabenrohling spanlos verformt werden soll, wird zwischen zwei Walzen auf gegenüberliegenden Kaliberdornen aufgedornt, die über einen motorisch antreibbaren Schraubenantrieb aufeinander zubewegbar sind, bis die Kaliberdornen aneinanderstoßen. Hierbei wird die Vorschubgeschwindigkeit gemäß einer Kurve gesteuert.

**[0007]** Die DD 141 800 betrifft einen Koppeltrieb mit

einer Parallelführung, die als Schlittenführung für Werkzeugmaschinen und zur Führung von Stell- und Messtischen in der Feingerätetechnik geeignet ist. Die DE 1 944 629 A1 betrifft eine Ringwalzvorrichtung, bei der ein Walzdorn durch einen konzentrisch gelochten Vorring gesteckt wird, der während des Walzvorganges aufgeweitet wird. Der Dorn wird nicht in axialer Richtung des Werkstückes bewegt.

**[0008]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Dorn-einrichtung als Zusatzeinrichtung für eine Querwalzvorrichtung, eine Querwalzvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung quergewalzter, zumindest partiell hohler Körper anzugeben, um die Maßhaltigkeit der quergewalzten Körper zu verbessern.

**[0009]** Für eine Dorn-einrichtung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch eine Dorn-einrichtung mit der Kombination von Merkmalen gemäß dem Anspruch 1.

**[0010]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Dorn-einrichtung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

**[0011]** Durch die zeitlich aufeinander abgestimmte Bewegung des Dorns und der Querwalzwerkzeuge wird während des Umformvorganges eine definierte Werkstückendgestalt gezielt hergestellt, so daß spanende Nachbearbeitungsschritte zur Einstellung einer gewünschten Wanddicke bzw. von gewünschten Wandgeometrien, wie Innenabsätzen in dem Werkstück, nicht mehr notwendig sind bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Der Fertigungsprozeß zur Herstellung des fertigen Werkstückes wird somit technisch wie auch zeitlich erheblich vereinfacht, da die ursprünglich zwei erforderlichen Fertigungsschritte nunmehr auf einen Fertigungsschritt reduziert werden können. Zudem bleibt der nach dem Umformvorgang in dem gewalzten Werkstück vorherrschende Eigenspannungszustand mit Druckeigenspannungen in den Randfasern des Werkstückes erhalten.

**[0012]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Dorn-einrichtung ist die Spitze des Dorns der annähernd in der Gestalt der Form der beabsichtigten Innenkontur eines zu fertigenden Werkstückes geformt, so daß in einer Endstellung die Außenkontur des Dorns als Innenkontur in dem Werkstück nachgebildet wird. Hierdurch kann in einem Arbeitsgang beidseitig mit einem Dorn bereits die Endgestalt des zu fertigenden Werkstückes hergestellt werden.

**[0013]** Für eine Querwalzvorrichtung wird die vorgenannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch eine Querwalzvorrichtung mit der Kombination von Merkmalen gemäß dem Anspruch 29. Ferner wird die vorgenannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung quergewalzter, zumindest partiell hohler Körper gemäß Anspruch 30.

[0014] Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

[0016] [Fig. 1a](#) einen Werkstückrohling vor der Bearbeitung,

[0017] [Fig. 1b](#) den Werkstückrohling nach [Fig. 1a](#) zwischen den Querwalzwerkzeugen und den in einer Arbeitsstellung befindlichen Dornen,

[0018] [Fig. 2a](#) einen weiteren Werkstückrohling,

[0019] [Fig. 2b](#) eine Darstellung entsprechend [Fig. 1b](#) mit dem in [Fig. 2a](#) gezeigten Werkstückrohling,

[0020] [Fig. 3](#) ein Ausführungsbeispiel einer Dorn-einrichtung,

[0021] [Fig. 4](#) eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der Ebenenparallelführung zur Lagerung einer Dorn-einrichtung,

[0022] [Fig. 5](#) eine Draufsicht einer ersten Ausführungsform der Ebenenparallelführung nach [Fig. 4](#),

[0023] [Fig. 6](#) eine zweite Ausführungsform der Ebenenparallelführung der Dorn-einrichtung nach [Fig. 4](#), und

[0024] [Fig. 7](#) eine Abwandlung der ersten Ausführungsform der Ebenenparallelführungsvorrichtung.

[0025] Die [Fig. 1a](#) und [Fig. 2a](#) zeigen zwei verschiedene Werkstückrohlinge W vor der Umformung in die eigentliche Werkstückendgestalt. Der in [Fig. 1a](#) dargestellte Rohling ist als durchgehende Hohlwelle ausgebildet, wohingegen der in [Fig. 2a](#) gezeigte Rohling lediglich an seinen axialen Enden hohl ausgebildet ist, jedoch im Inneren einen Vollmaterialabschnitt besitzt.

[0026] Die Endbearbeitung ist in den [Fig. 1b](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt, die den jeweiligen Werkstückrohling W zwischen den Querwalzwerkzeugen **40a**, **40b** einer im Detail nicht dargestellten Querwalzvorrichtung zeigt. Die Querwalzwerkzeuge **40a**, **40b** besitzen eine an die Endgestalt des herzustellenden Werkstückes angepaßte Außenkontur mit einer im wesentlichen planzylindrischen Form coaxial zu einer Werkstückdrehachse, wobei jedes der Werkzeuge einen Walzkeil **42** aufweist, die eine Einschnürung im Mittelbereich des Zylinderraums bilden. Die zu dem Walzkeil **42** verlaufenden Schultern **41** der Querwalzwerkzeuge **40a**, **40b** sind entsprechend den Umform-

bedingungen ausgelegt und maßgeblich für die Ausbildung der Werkstücke und Kontur des Werkstückrohlings W verantwortlich.

[0027] [Fig. 3](#) zeigt eine erste Ausführungsform der Dorn-einrichtung, bei der die Körper **3** jeweils einen der in den [Fig. 1b](#) und [Fig. 2b](#) dargestellten Dorne repräsentieren. Weiterhin umfaßt die Dorn-einrichtung eine Dornvorschubeinrichtung, die in dem gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Linearantriebe **20** aufweist zur geführten Bewegung der Dorne **3** entlang der Werkstückdrehachse und zur Beaufschlagung der Dorne **3** mit einer Axialkraft. Die Linearantriebe **20**, die beispielsweise als elektrisch angetriebene oder hydraulisch angetriebene Linearmotoren ausgebildet sind, sind an einem festen Punkt **1** eines Gestells angelenkt. Überdies sind Geradführungen **2** an dem Gestell vorgesehen, um ein Ausknicken des Linearantriebs zu vermeiden und eine möglichst präzise Führung der Dorne **3** entlang der Werkstückdrehachse zu ermöglichen.

[0028] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, sind zwei Dorne **3** axial zu der Werkstückachse vorgesehen, wobei die beiden Dorne mit Bezug auf den zu bearbeitenden Werkstückrohling einander gegenüberliegend angeordnet sind, so daß sich eine bezüglich des Werkstückes spiegelsymmetrische Konstruktion ergibt. Beide Dorne werden getrennt durch jeweils eine Dornvorschubeinrichtung angetrieben. Bei axial unsymmetrischen Werkstücken erfolgt eine Einzelsteuerung. Beide Dorne können zeitversetzt axial gesteuert werden. Es hat sich mit Blick auf das Querwerkzeug eine Konstruktion mit einem eigenem Linearantrieb **20** für jeden einzelnen der Dorne **3** als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0029] Wie [Fig. 3](#) weiterhin entnommen werden kann, ist jeder Linearantrieb **20** zwischen einem festen Gestell und einer drehbar gelagerten Dornstange **4**, die als Körper **3** jeweils einen Dorn **3** trägt, in Axialkraft übertragender Weise eingekoppelt. Durch die strenge Axialausrichtung ergibt sich eine querkräft-optimierte Bauweise, d.h. die auftretenden Querkräfte, die zu Maßabweichungen der Innenkontur des zu fertigenden Werkstückes bezüglich der Außenkontur desselben führen können, bleiben relativ gering.

[0030] Die Körper bzw. Dorne **3** sind, wie in den [Fig. 1b](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt, als profilierte Körper ausgebildet, die jeweils einen Absatz aufweisen, der der Herstellung eines Innenabsatzes an dem zu fertigenden Werkstück W dient. Jeder Dorn umfaßt einen Grundkörper **30** sowie eine Dornspitze **32**, wobei zwischen diesen beiden ein sich konisch zu der Dornspitze **32** hin verjüngender Schulterabschnitt **31** vorgesehen ist. Die Gestalt des Dorns ist dabei der Form der beabsichtigten Innenkontur eines zu fertigenden Werkstückes nachgebildet. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind der Dorngrundkörper **30** sowie die

Spitze **32** im wesentlichen planzylindrisch. Zur Herstellung verschiedener Innengeometrien werden verschiedene Dorne verwendet, wobei jeder dieser Dorne eine Zugdruckstange **4b** aufweist, die in einer Werkzeugaufnahme der Dornvorschubeinrichtung, wie in [Fig. 3](#) schematisch angedeutet, lösbar befestigt werden kann.

**[0031]** Weiterhin weist die Dorneinrichtung eine im Detail nicht dargestellte Steuervorrichtung auf, die mit einer Steuervorrichtung der Querwalzvorrichtung zusammenwirkt, um die Bewegung der Querwalzwerkzeuge mit der Bewegung der Dorne der Dornvorschubeinrichtung zeitlich aufeinander abzustimmen. Diese Abstimmung erfolgt dabei so, daß die Dorne **3** vor dem Querwalzprozeß in Hohlräume des zu fertigenden Werkstückes axial eingeschoben werden, so daß sowohl auf die Außenumfangswände wie die Innenumfangswände des Werkstückrohrlings eine Umformkraft einwirken kann. Der Vorschub der Dorne sowie der Querwalzwerkzeuge erfolgt dabei derart, daß sich zwischen diesen ein vorbestimmter zeitlicher Verlauf des Abstandes zwischen den Dornen und den Querwalzwerkzeugen einstellt, bis schließlich in der Endstellung der Dorne, d.h. mit Bezug auf die gewünschte Werkstückgeometrie die gewünschte Werkstückwanddicke verwirklicht wird.

**[0032]** In Zusammenwirkung des Schulterabschnittes **31** des jeweiligen Dorns mit einer der Schulterflächen **41** der Querwalzwerkzeuge **40a, 40b** ergibt sich in der Endstellung ein Wellenabsatz sowohl außen- wie auch innen- an dem Werkstück mit einer gewünschten Wanddicke *a*. Die mit der beschriebenen Vorrichtung und dem beschriebenen Verfahren erreichbare Maßgenauigkeit liegt im Bereich üblicher Konstruktionsmaßtoleranzen, so daß weitere Bearbeitungsschritte nach Entnahme des Werkstückes nicht bzw. kaum noch notwendig sind.

**[0033]** Zur Erzielung besonders maßgenauer Werkstücke sind in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) weitere Ausgestaltungen der Dornvorschubeinrichtung gezeigt, bei denen die Geradföhrung in Axialrichtung durch aufwendigere Ebenenparallelföhrungslenker ersetzt sind, die selbst unter hohen Axialbelastungen die an dem jeweiligen Dorn bzw. Körper **3** auftretenden Querkräfte sehr gering halten, so daß sich eine besonders genaue Axialföhrung der Dorne **3** und damit eine hohe Maßhaltigkeit der Werkstückgeometrien verwirklichen läßt.

**[0034]** Die in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsvarianten besitzen die in [Fig. 4](#) dargestellte, gleiche Seitenansicht. [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen die Ebenenparallelföhrungsvorrichtung jeweils in ihrer Mittellage, wohingegen [Fig. 6](#) eine nach unten ausgeleukte Stellung zeigt.

**[0035]** Die Ebenenparallelföhrungsvorrichtung um-

faßt prinzipiell ein im Detail nicht dargestelltes Gestell mit Gestellföhrungen **2** in einer gemeinsamen Axialrichtung. Die Hauptachse der auf einen Körper **3** aufzubringenden Zug- und/oder Druckkraft verläuft parallel zu der Axialrichtung.

**[0036]** Weiterhin umfaßt die Ebenenparallelföhrungsvorrichtung einen Koppelmechanismus, der aus einer Vielzahl von gelenkig miteinander verbundenen Gliedern besteht, um einen festen Gestellpunkt **1** mit dem zu föhrenden Punkt **3a** zu koppeln. Die Föhrung des Punktes **3a** erfolgt in einer Ebene senkrecht zu der Axialrichtung oder auch in enger Annäherung zu einer solchen Ebene. Die Bewegungsfreiheitsgrade in Vertikalrichtung (vgl. [Fig. 4](#)) und Horizontalrichtung ([Fig. 5](#) und [Fig. 6](#)) sind durch die gepunkteten Linien und die an dem zu föhrenden Punkt **3a** angreifenden Pfeile bildlich dargestellt. In den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ergeben sich aufgrund der Ausbildung des Koppelmechanismus für jede Raumrichtung zwei Freiheitsgrade für die Parallelföhrungsbewegung des Gliedes **4a, 4b**, d.h. ein translatorischer wie ein rotatorischer Freiheitsgrad. In [Fig. 6](#) ergibt sich in der Horizontalrichtung lediglich ein translatorischer Freiheitsgrad.

**[0037]** Die in den beiden Ausführungsvarianten dargestellten Koppelmechanismen sind an den jeweils gestellseitigen Geradföhrungen **2** axial geföhrte. Überdies erfolgt eine Abstützung von zwei jeweils zur Axialrichtung querbewegbaren Gliedern an Körperpunkten und/oder Gelenken des Koppelmechanismus gegenüber dem Gestell senkrecht zur Axialföhrung über federelastische Elemente **13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26**.

**[0038]** Die federelastischen Elemente sind derart abgestimmt, daß durch das Kräftegleichgewicht eine gleichsinnige Bewegung des gesamten Koppelmechanismus um den Drehpunkt **6** unterbunden wird.

**[0039]** Unter einer gleichsinnigen Bewegung wird hier ein Schwingen des gesamten, in sich unausgeleukten Mechanismus verstanden, das bei falscher Federabstimmung auftreten kann.

**[0040]** Weiterhin kann zwischen dem Koppelmechanismus und dem festen Gestellpunkt **1** ein Linearantrieb **20, 21** angeordnet werden, um den Körper **3** bzw. den zu föhrenden Punkt **3a** mit einer Axialkraft zu beaufschlagen bzw. axial zu positionieren. Als Antriebsvorrichtung dient beispielsweise ein elektrischer oder ein hydraulischer Linearmotor, der über eine Kopplungsstange **21** an den Koppelmechanismus in kraftübertragender Weise angeschlossen ist. Durch eine Hubbewegung des Linearmotors **20** in Axialrichtung überlagert sich zur Querbewegung eine zur Zylinderbewegung gleichgerichtete und gleich große Axialbewegung des zu föhrenden Punktes **3a** achsparallel zu der Hubbewegung.

**[0041]** Die Ebenenparallelführungsvorrichtung umfaßt in den dargestellten Ausführungsformen jeweils zwei oder mehrere Parallelführungsgelenker, die parallel zueinander und sich im wesentlichen in der Axialrichtung erstreckend angeordnet sind. Diese Parallelführungsgelenker sind jeweils als geschlossene Gelenkkette **4, 5, 7, 10, 6, 1, 17, 8** ausgebildet, wobei in der Kette ein Glied **4** als Führungspunktlagerelement dient. Dieses weist als freien Koppelpunkt den Führungspunkt **3a** auf und ist über die Gelenke  $G_1$  und  $G_2$  jeweils mit den Gliedern **5** und **7** gelenkig verbunden ist. Dem Führungspunktlagerelement **4** gegenüberliegend ist in der Kette ein Koppeldreieck **10a** angeordnet, das einen starren Körper bildet und über die Gelenke  $G_3$  und  $G_4$  mit den Gliedern **5** und **7** gelenkig verbunden ist. Sein freies Gelenk  $G_5$  weist in Richtung des Führungspunktlagerelements **4**. Eine derartige Anordnung wird auch als Robers-Lenker bezeichnet; die Bahnkurve von  $G_5$  ist somit eine angenäherte Gerade gegenüber Glied **4**.

**[0042]** Das Glied **5** ist an seinem einen Ende mit dem Gelenk  $G_2$  verbunden und mit seinem anderen Ende schwenkbar über ein in Axialrichtung bewegbares Schubgelenk **6** einer zentrischen Schubkurbel (Glieder **1, 6, 5, 10**) in Axialrichtung bewegbar mit dem Gestell gekoppelt, um so zusätzlich zur Schubkurbelfunktion eine Geradföhrung des Koppelmechanismus für eine eventuelle Axialverschiebbarkeit an dem Gestell zu erlauben. Es ist als durchgehend starres Koppelglied ausgebildet, das über ein mittiges Drehgelenk  $G_3$  mit dem Koppeldreieck **10a** verbunden ist. Weiterhin ist ein mittleres Gelenk  $G_6$  über eine Koppel **9a** mit dem Gelenk  $G_5$  des Koppeldreiecks **10a** verbunden sowie über eine weitere Koppel **8** an dem Gestell angebrachten Schubgelenk  $G_7$  schwenkbar und in Axialrichtung bewegbar gekoppelt.

**[0043]** Die Ebenenparallelführungsvorrichtung ist auch ohne Linearantrieb und Axialverschiebbarkeit anwendbar. Das Schubgelenk  $G_7$  wird dann zum festen Gestellpunkt.

**[0044]** Das Führungspunktlagerelement **4a** weist eine sich in Axialrichtung erstreckende Zug-Druck-Stange **4b** auf, an deren freien Ende der Körper **3** mit dem zu föhrenden Punkt **3a** liegt. Punkt **3a** bildet mit den Gelenken  $G_1$  und  $G_2$  somit ein weiteres Koppeldreieck **10b**, das dem Koppeldreieck **10a** geometrisch ähnlich ist. Die Zug-Druck-Stange kann lösbar oder drehbar mit dem Führungspunktlagerelement **4a** verbunden sein. Gleichfalls kann auch der Körper **3** lösbar an der Zug-Druck-Stange **4b** angebracht werden. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Ankopplungsmöglichkeiten des zu föhrenden Punktes **3a** an dem Führungspunktlagerelement möglich. Beispielsweise kann die Zug-Druck-Stange **4b** durch ein Stabwerk oder eine gleichwirkende Abstützanordnung mit der Gliederkette des Parallelföh-

rungsgelenkers gekoppelt werden.

**[0045]** Sämtliche Elemente eines solchen Parallelführungsgelenkers sind der Seitenansichtsdarstellung in **Fig. 4** zu entnehmen, wobei die Parallelföhungsrichtung durch die an Punkt **3a** angreifenden Pfeile angedeutet ist. Wie dieser Figur weiterhin zu entnehmen ist, sind die zu dem freien Gelenk  $G_5$  föhrenden Schenkel des Koppeldreiecks **10** gleich lang ausgebildet.

**[0046]** Eine Einleitung einer Axialkraft in das Koppeldreieck **10a**, die durch einen Linearmotor **20** erzeugt wird bzw. durch eine Reaktionskraft des Führungspunktes entsteht, erfolgt über die Verbindungsstange **21** sowie über je eine Koppel **8** bzw. **8'** in mittlere Gelenke  $G_6$  der Koppeldreiecke **10a**. Überdies verläuft die Wirklinie in der Axialrichtung der Ebenenparallelföhungsvorrichtung und schneidet in der dargestellten Ausführungsform auch den zu föhrenden Punkt **3a**.

**[0047]** Der zu föhrende Punkt **3a** bildet mit den Gelenken  $G_1$  und  $G_2$  des Führungspunktlagerelementes **4a** in der in **Fig. 4** gezeigten Darstellungsebene ein Dreieck **10b**, das dem Koppeldreieck **10a** geometrisch ähnlich ist, d.h. eine maßstäbliche Abbildung des letzteren ist. Dies hat zur Folge, daß Bewegungen des freien Gelenkes  $G_5$  in der Darstellungsebene maßstäblich auf den zu föhrenden Punkt **3a** übertragen werden. Mit der oben beschriebenen Struktur des Koppelmechanismus ergeben sich in der Darstellungsebene, d.h. in der Ebene der geometrisch ähnlichen Dreiecke, sowohl ein translatorischer Freiheitsgrad für das Glied **4** sowie auch ein rotatorischer Freiheitsgrad für das Glied **4**. Der zu föhrende Punkt **3a** hat nur einen translatorischen Freiheitsgrad (Geradföhung), der aber auf zwei verschiedenen Wegen durch Überlagerung verwirklicht wird.

**[0048]** Wie **Fig. 4** weiterhin zu entnehmen ist, sind das Führungspunktlagerelement **4a** sowie das freie Gelenk  $G_5$  des Koppeldreiecks **10a** über federelastische Elemente **13, 14** bzw. **15, 16** gegenüber dem Gestell abgestützt, wobei die federelastischen Elemente, z.B. Zylinderfedern, an den Gelenken  $G_1$  und  $G_2$  des Führungspunktlagerelementes **4a** angreifen. Die gestellseitigen Enden der federelastischen Elemente **13, 14, 15, 16** sind zur Ermöglichtung der Axialbewegung des Führungspunktes **3a** gleitbewegbar an dem Gestell mittels Geradföhungen **2** geföhrt. Die Federn sind dabei derart ausgelegt, daß diese u.a. den Parallelföhungsgelenker in der in **Fig. 4** gezeigten Mittelstellung bezüglich der Axialrichtung halten. Die Abstützung erfolgt dabei quer zu der Axialrichtung im wesentlichen in Richtung der Föhungsebene, d.h. in **Fig. 4** in der durch die Pfeile an dem Punkt **3a** angedeuteten Vertikalrichtung.

**[0049]** **Fig. 5** zeigt eine Ausführungsform mit zwei

nebeneinander angeordneten Parallelführungslenkern der oben beschriebenen Art, die miteinander zur gemeinsamen Bewegung gekoppelt sind, wobei jeder der beiden Parallelführungslenker die in der Seitenansicht in [Fig. 4](#) dargestellte Gestalt aufweist. Die beiden nebeneinander angeordneten Kettenanordnungen schließen beide jeweils das gleiche Führungspunktlagerelement **4a** über je zwei Gelenke  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_1'$ ,  $G_2'$  ein. Überdies erfolgt bei der in [Fig. 5](#) dargestellten Variante eine weitere Kopplung der beiden Parallelführungslenker über die an dem freien Gelenk  $G_5$ ,  $G_5'$  angelenkten Koppelglieder **9a**, **9a'**, **8**, **8'**, die zu dem jeweiligen Schubgelenk  $G_7$ ,  $G_7'$  führen. Die beiden mittleren Gelenke  $G_6$ ,  $G_6'$  sind durch ein zwischen diesen angeordnetes Koppelglied **9c** miteinander verbunden. Wie [Fig. 4](#) entnommen werden kann, liegt das Gelenk  $G_6$  auf der Höhe des Mittelpunktes des Koppeldreiecks **10a**.

**[0050]** Bei der in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsform erfolgt eine weitere Kopplung der Parallelführungslenker über ein weiteres Koppelglied **9b**, das quer zur Axialrichtung ein Kettengelenk  $G_4$ ,  $G_3$  des Koppeldreiecks **10a** der einen Kette mit dem entsprechenden Kettengelenk  $G_4'$ ,  $G_3'$  der anderen Kette verbindet. Durch diese Anordnung ergibt sich ein imaginäres Dreieck **10c** mit dem Koppelglied **9b** als Basislinie, dessen Spitze P in Richtung des Führungspunktlagerelementes **4a** weist und das geometrisch ähnlich zu einem Dreieck **10d** ist, das durch den zu führenden Punkt **3a** sowie die Gelenke  $G_1$  und  $G_1'$  des Führungspunktlagerelementes **4a** in der Betrachtungsebene von [Fig. 5](#) gebildet wird. Auch in der in [Fig. 5](#) durch die an Punkt **3a** angreifenden Pfeile dargestellten Bewegungsrichtung erfolgt eine federelastische Abstützung der Gelenke  $G_5$ ,  $G_5'$  des Koppeldreiecks sowie auch des Führungspunktlagerelementes **4a** über Federn **23**, **24** bzw. **25**, **26** an dem Gestell, wobei die Abstützung im wesentlichen in einer Richtung quer zu der Axialrichtung erfolgt. Überdies sind, wie bereits im Zusammenhang mit [Fig. 4](#) beschrieben, die federelastischen Elemente wiederum über Gleitführungen **2** in Richtung der Axialrichtung an dem Gestell geradgeführt. Aus der mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschriebenen Ausgestaltung des Koppelmechanismus ergeben sich in der Betrachtungsebene von [Fig. 5](#) wieder zwei Bewegungsfreiheitsgrade für den zu führenden Punkt, nämlich ein translatorischer Freiheitsgrad sowie ein rotatorischer Freiheitsgrad in der Ebene des Dreiecks **10d**.

**[0051]** [Fig. 7](#) zeigt eine alternative Ausführungsform, bei dem ähnliche Koppeldreiecke zu einer Pyramide **30** (starrer Körper) zusammengefaßt sind. In die Spitze der Pyramide erstreckt sich eine Öffnung, vorzugsweise in der Gestalt eines Hohlzylinders **31**, in die sich das Glied **8** hineinerstreckt. Das Glied **8** ist über ein in der Pyramide **30** befindliches Gelenk  $G_6$  schwenkbar gelagert, wobei das eine Glied **8** ansonsten nicht in Kontakt mit der Pyramide **30** und gegen-

über dieser frei bewegbar ist. Die Spitze der Pyramide, die den Spitzen der Koppeldreiecke **10a** und **10c** in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) entspricht, ist wieder über federelastische Elemente in einer Ebene parallel zu der durch die Pfeile **3a** in [Fig. 7](#) angeordneten Parallelführungsebene abgestützt. Die Abstützung erfolgt gegen ein feststehendes Teil, beispielsweise den Maschinenrahmen, an dem auch die Führung der Schubkurbel erfolgt.

**[0052]** Die in [Fig. 6](#) dargestellte, weitere Ausführungsform unterscheidet sich von der in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsform durch das Fehlen der Koppeln **9b** und **9c**, wodurch sich in der Betrachtungsebene von [Fig. 6](#) ein lediglich translatorischer Bewegungsfreiheitsgrad einstellt. Überdies sind die Schubgelenkführungen der Koppeln **8** weiter auseinandergezogen und über eigene Koppelglieder **19** mit einem Zentralgelenk  $G_8$  verbunden, an dem der Linearmotor **20** unmittelbar oder über eine Zug-Druck-Stange **21** angreift. Falls kein Antrieb erfolgen soll, wird das Zentralgelenk  $G_8$  an dem Gestell angebracht.

**[0053]** Sämtliche Glieder der oben beschriebenen Parallelführungslenker sind vorzugsweise als zug-druck-stabile Elemente ausgeführt, beispielsweise als Zug-Druck-Stangen. Vorzugsweise bei Kombination zweier oder mehrerer Parallelführungslenker zu einer Ebenenparallelführungsvorrichtung ist jedoch das Führungspunktlagerelement **4a** zur mittleren Aufnahme der zu dem Führungspunkt **3a** führenden Zug-Druck-Stange **4b** als stabile Platte ausgeführt, die eine zentrale Aufnahme zur beispielsweise lösbaren und/oder drehbaren Ankopplung der Zug-Druck-Stange **4b** an dieselbe aufweist. Auch das bzw. die Koppeldreiecke können als starrer räumlicher Körper ausgeführt werden.

**[0054]** Zur Ermöglichung einer freien räumlichen Bewegung sämtlicher Gelenke bei der Ebenenparallelführungsvorrichtung werden diese als Kugelgelenke ausgebildet, so daß jedes Gelenk, zumindest in einem gewissen Rahmen, Drehbewegungen in sämtlichen Raumachsen ermöglicht. Beispielsweise können hierfür Pendelrollenlager eingesetzt werden, wobei die Hauptachse der jeweiligen Pendelrollenlager der Drehachse mit dem jeweils größten Drehwinkel zugeordnet wird.

**[0055]** Insgesamt ergibt sich mit den oben beschriebenen Ebenenparallelführungsvorrichtungen insbesondere durch die für eine Ebenenführung notwendige Doppelanordnung bzw. Mehrfachanordnung eine hohe Zug-Druck-StEIFigkeit senkrecht zu der Führungsebene, ohne daß sich die Auslenkungskräfte bei kleinen Bewegungsamplituden maßgeblich ändern.

**[0056]** Zur statisch bestimmten Abstützung eines

Körper sind bekanntlich drei Abstützungen erforderlich. Um einen Körper in einer Ebene zu führen, kann für jede einzelne der Abstützungen ein Ebenenparallelführungsgelenk, wie oben beschrieben, eingesetzt werden. Selbstverständlich können die beschriebenen Parallelführungsgelenke auch in geringerer Anzahl verwendet werden, beispielsweise zur singulären Führung eines Raumpunktes, oder wie in [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) dargestellt, zur Stabilisierung einer Achse. Letzteres eignet sich besonders für präzise Axialführungen.

### Patentansprüche

1. Dorneinrichtung als Zusatzeinrichtung für eine Querwalzvorrichtung mit einer Werkstückaufnahme und zumindest einem Querwalzwerkzeug mit – einem in Richtung einer Werkstückdrehachse bewegbaren, profilierten Dorn (3), der eine definierte Geometrie aufweist, – einer mit dem Dorn (3) gekoppelten Dornvorschubeinrichtung zur Bewegung des Dorns (3) entlang der Werkstückdrehachse und zur Beaufschlagung des Dorns (3) mit einer Kraft in Axialrichtung des Dorns (3), und – einer Steuervorrichtung zur zeitlichen Abstimmung der Bewegung des Dorns zur Bewegung der Querwalzwerkzeuge,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Dornschubeinrichtung eine Ebenenparallelführungseinrichtung mit einem Koppelmechanismus aufweist, wobei eine Abstützung von zur Axialrichtung quer bewegbaren Gliedern an Körperpunkten und/oder Gelenken des Koppelmechanismus gegenüber einem Gestell der Dorneinrichtung senkrecht zur Axialrichtung über federelastische Elemente (13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26) erfolgt.

2. Dorneinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn (3) eine Gestalt aufweist, die der Form der beabsichtigten Innenkontur eines fertigen Werkstückes (W) nachempfunden ist.

3. Dorneinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegung der Dornvorschubeinrichtung mit Bezug auf die Bewegung der Querwalzwerkzeuge zeitlich derart abgestimmt erfolgt, dass während des Walzvorganges und des Axialvorschubes des Dorns (3) ein definierter Abstand zwischen den Querwalzwerkzeugen und dem Dorn (3) eingehalten wird.

4. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn (3) einen sich in Richtung seiner Dornspitze (32) konisch verjüngenden Schulterabschnitt (31) aufweist, und die Zustellung des Dorns (3) und der Querschubvorrichtung derart erfolgt, dass zwischen dem Schulterabschnitt (31) des Dorns (3) und den Querwalzwerkzeugen ein vorgegebener Abstand (a) eingestellt

wird.

5. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Dorne (3) axial zu der Werkstückdrehachse vorgesehen sind, die mit Bezug auf den zu bearbeitenden Werkstückrohling (W) einander gegenüberliegend angeordnet sind.

6. Dorneinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dornvorschubeinrichtung für jeden Dorn (3) einen eigenen Linearantrieb (20, 21) aufweist.

7. Dorneinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Linearantrieb (20, 21) zwischen einem festen Gestellpunkt (1) eines Vorrichtungsgestells und einer drehbar gelagerten Dornstange (4), die einen Dorn (3) trägt, in axialkraftübertragender Weise eingekoppelt ist.

8. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebenenparallelführungsvorrichtung ferner ein Gestell mit einer Geradföhrung (2) in Axialrichtung aufweist, und der Koppelmechanismus zur Verbindung eines Gestellpunktes (1) mit einem zu föhrenden Punkt (3a) des Dorns (3) mehrgliedrig ist und derart ausgebildet ist, dass die Föhrung des Punktes (3a) in einer Ebene senkrecht zu der Axialrichtung erfolgt, wobei der Koppelmechanismus in dem Gestell angeordnet ist.

9. Dorneinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Führungspunktlagerelement (4a) zur Föhrung des zu föhrenden Punktes (3a) über mindestens ein federelastisches Element (13, 14, 23, 24) gegen das Gestell abgestützt ist.

10. Dorneinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelmechanismus eine viergliedrige, geschlossene Gelenkkette (4a, 5, 7, 10a) beinhaltet, die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckt, wobei in der Kette ein Glied durch ein Führungspunktlagerelement (4a) gebildet wird und das gegenüberliegende Glied durch ein Koppeldreieck (10a) gebildet wird.

11. Dorneinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein freies Gelenk ( $G_5$ ) des Koppeldreiecks (10a) in Richtung des Führungspunktlagerelementes (4a) weist, und der zu föhrende Punkt (3a) an dem Führungspunktlagerelement (4a) vorgesehen und derart zu beiden Gelenken ( $G_1, G_2$ ) desselben angeordnet ist, dass der zu föhrende Punkt (3a) mit den Gelenken ( $G_1, G_2$ ) ein Dreieck (10b) bildet, das dem Koppeldreieck (10a) geometrisch ähnlich ist.

12. Dorneinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankoppelung der Kette an

den Gestellpunkt (1) über ein mittleres Gelenk ( $G_6$ ,  $G_6'$ ) des Koppeldreiecks (10a) erfolgt.

13. Dorneinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Gelenk ( $G_5$ ,  $G_5'$ ) quer zur Axialrichtung bewegbar ist und durch eine Roberts-Lenker-Funktion eine angenäherte Gerade beschreibt.

14. Dorneinrichtung nach Anspruch 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Gelenk ( $G_5$ ,  $G_5'$ ) über mindestens ein federelastisches Element (15, 16) quer zur Axialrichtung gegen das Gestell abgestützt ist.

15. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die federelastischen Elemente (13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26) direkt oder indirekt an dem Gestell in Axialrichtung gleitbewegbar abgestützt sind.

16. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Gelenke ( $G_3$ ,  $G_4$ ) des Koppeldreiecks (10) über ein Koppelglied (5) mit dem Gestell gekoppelt ist, wobei die Kopplung schwenkbar über ein in Axialrichtung gleitbewegbares Schubgelenk (6) erfolgt.

17. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die mittleren Gelenke ( $G_6$ ,  $G_6'$ ) auf einer gemeinsamen Achse liegen und gegeneinander verdrehbar sind.

18. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Kettenanordnungen nebeneinander angeordnet sind und beide das gleiche Führungspunktlagerelement (4a) über je zwei Gelenke ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_1'$ ,  $G_2'$ ) einschließen.

19. Dorneinrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kettenanordnungen über jeweils an dem mittleren Gelenk ( $G_6$ ,  $G_6'$ ) angreifende Koppelglieder (8, 8') und jeweils ein als Dreh- und Schubgelenk ausgebildetes Gelenk ( $G_7$ ,  $G_7'$ ) miteinander verbunden sind.

20. Dorneinrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kettenanordnungen über einen starren Körper oder ein Koppelglied (9b) miteinander verbunden sind, das quer zur Axialrichtung ein Gelenk ( $G_4$ ,  $G_3$ ) des Koppeldreiecks (10a) der einen Kette mit dem entsprechenden Gelenk ( $G_4'$ ,  $G_3'$ ) der anderen Kette verbindet.

21. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die federelastischen Elemente derart abgestimmt sind, dass eine gleichsinnige Bewegung des gesamten Koppelmechanismus unterbunden wird.

22. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die zu dem freien Gelenk ( $G_5$ ) führenden Schenkel des Koppeldreiecks (10a) gleich lang ausgebildet sind.

23. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass eine Axialkraft in das Koppeldreieck (10a) in Richtung einer Wirklinie eingeleitet wird, die den Mittelpunkt des Koppeldreiecks sowie das freie Gelenk ( $G_5$ ) schneidet.

24. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen dem Gestellpunkt (1) und dem Koppelmechanismus ein Linearantrieb (20, 21) angeordnet ist.

25. Dorneinrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Linearantrieb (20, 21) mit einem Verbindungsorgan (19) gekoppelt ist, das die an dem mittleren Gelenk ( $G_6$ ) angebrachten Koppelglieder (8, 8') zur Einleitung einer Axialkraft in den Koppelmechanismus miteinander verbindet.

26. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Führungspunktlagerelement (4a) eine sich in Axialrichtung erstreckende Zug-Druck-Stange (4b) angebracht ist, an deren freiem Ende der zu führende Punkt (3a) liegt.

27. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass Gelenke des Koppelmechanismus als Kugelgelenke ausgebildet sind.

28. Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelmechanismus an den Geradföhrungen (2) axial geföhrt ist.

29. Querwalzvorrichtung mit einer Werkstückaufnahme, zumindest einem Querwalzwerkzeug (40a, 40b) zur Bearbeitung des Außenumfangs eines in der Werkstückaufnahme gehaltenen Werkstückrohrlings (W), und einer Dorneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28.

30. Verfahren zur Herstellung quergewalzter, zumindest partiell hohler Körper mit Innenabsatz, mit den Verfahrensschritten:

- Einsatz eines zumindest partiell hohlen Werkstückrohrlings (W),
- federelastisches Abstützen eines profilierten Dorns (3) einer Dorneinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 29,
- Querwalzen des Werkstückrohrlings (W) entlang des Außenumfangs desselben unter gleichzeitigem Aufbringen eine Umformkraft an Innenwänden des

Werkstückrohlings (1) durch zeitlich gesteuertes axiales Herausziehen eines profilierten Dorns (3), der eine definierte Geometrie aufweist, in einen Hohlraum des Werkstückrohlings (W).

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei der Dorn (3), der einen sich zu seiner Spitze (32a) hin verjüngenden Schulterabschnitt (31) aufweist, solange in den Hohlraum des Werkstückrohlings (W) bewegt wird, bis zwischen dem Schulterabschnitt (31) und einem Querwalzwerkzeug (4a, 40b) einer Querwalzvorrichtung ein vorgegebener Abstand (a) erreicht ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

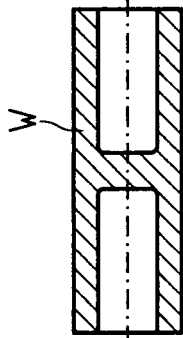


FIG.1a

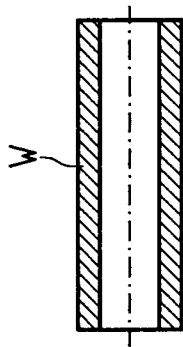


FIG.2a

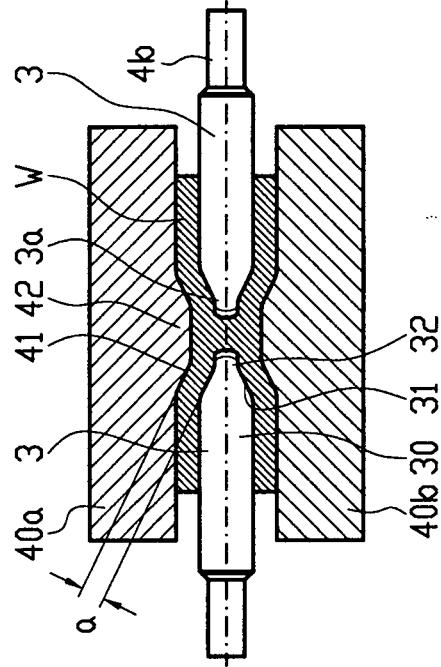


FIG.1b

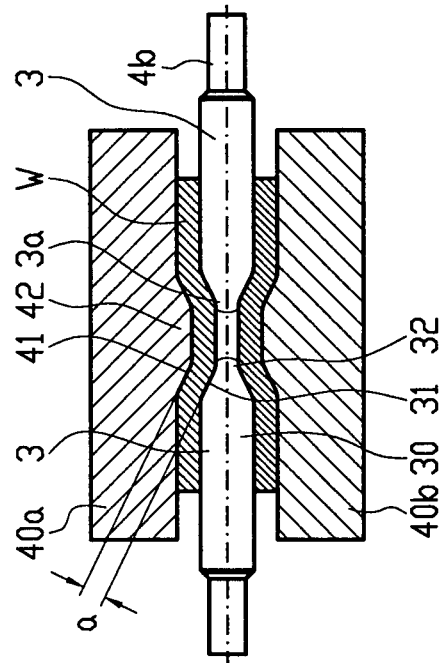


FIG.2b



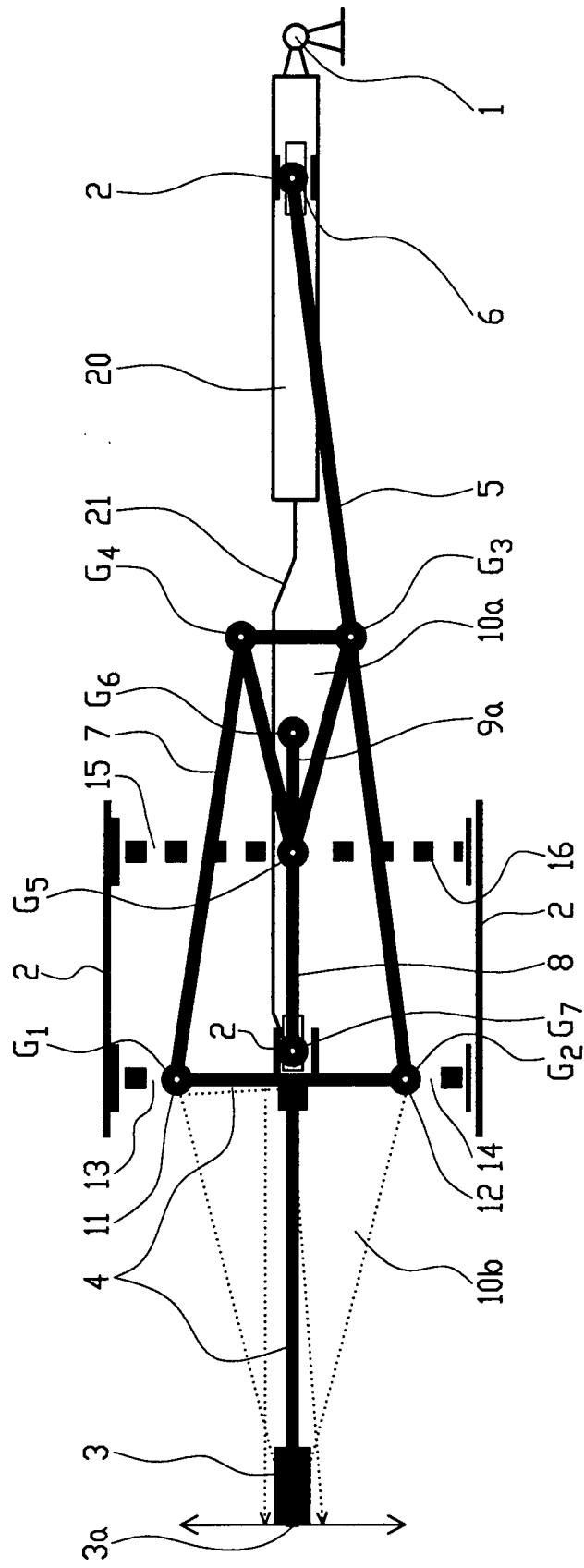


FIG. 4

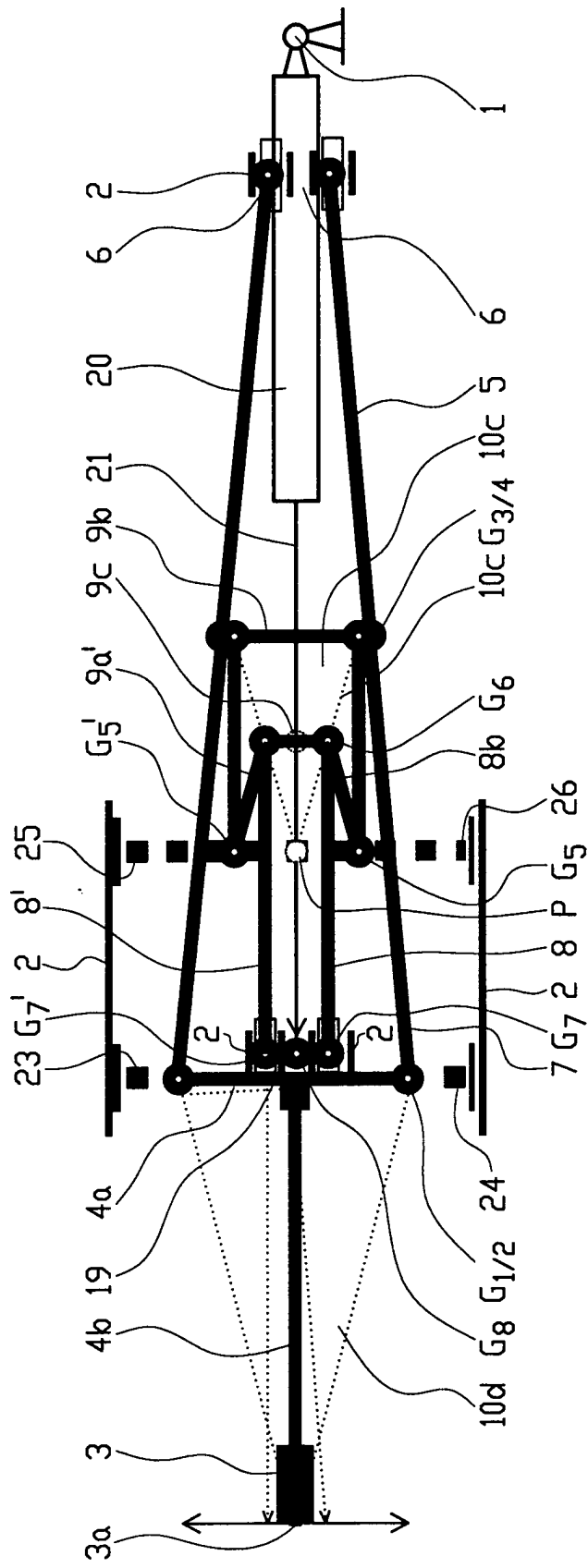


FIG. 5



