



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(51) Int Cl.:
B21D 28/00 (2006.01) B21D 28/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14194914.9**

(22) Anmeldetag: **26.11.2014**

(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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG**
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Tränklein, Dennis**
71154 Nufringen (DE)
• **Neupert, Jörg, Dr.**
70499 Stuttgart (DE)
• **Etzel, Kai**
74354 Besigheim (DE)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Ruppmannstraße 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) **Antriebsvorrichtung für eine Werkzeugmaschine sowie Werkzeugmaschine mit einer derartigen Antriebsvorrichtung**

(57) Eine Antriebsvorrichtung (22) für eine Werkzeugmaschine umfasst zwei parallel zueinander verlaufende und hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit und ihrer Axialsteifigkeit baugleiche, zumindest gleich lange, Antriebsspindeln (23, 24), die jeweils um eine Spindelachse (25, 26) drehbar gelagert und die um die jeweilige Spindelachse (25, 26) antreibbar sind. Jede der Antriebsspindel-

deln (23, 24) weist an einem Ende ein in ihrer Längsrichtung wirksames Festlager (27, 29) auf. Spindelmutter (42, 43), die auf den Antriebsspindeln (23, 24) aufsitzen, sind gleichzeitig mit Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) bewegbar.

Eine Werkzeugmaschine ist mit einer Antriebsvorrichtung (22) der beschriebenen Art versehen.

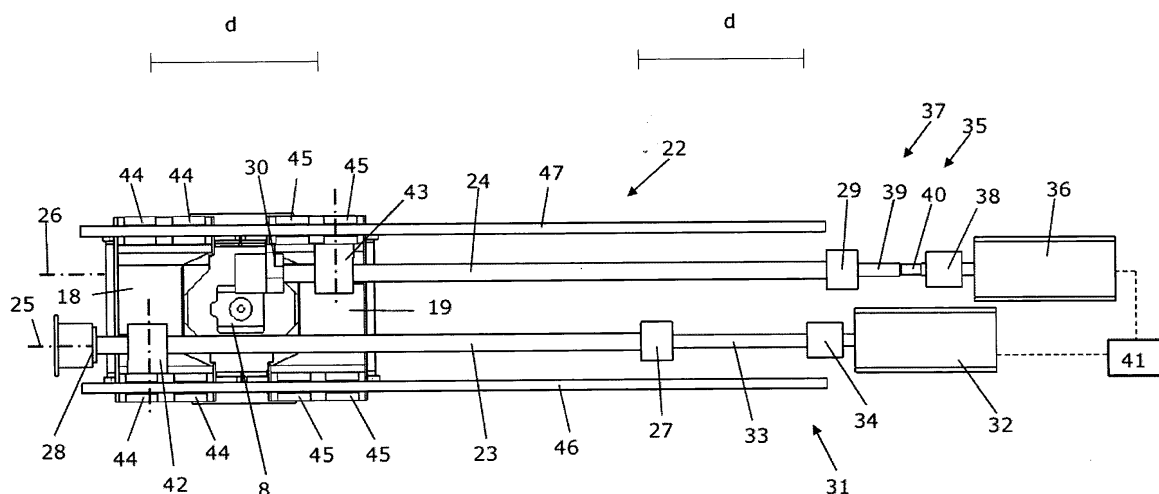


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für eine Werkzeugmaschine, insbesondere für eine Werkzeugmaschine für die Blechbearbeitung,

- mit einer Spindelanordnung, die wenigstens eine Antriebsspindel aufweist sowie
- mit zwei Spindelmuttern, die mittels der Spindelanordnung gleichzeitig mit Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindel bewegbar sind.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Werkzeugmaschine, insbesondere für die Blechbearbeitung, mit einem Bearbeitungswerkzeug sowie mit einer Antriebsvorrichtung der vorstehenden Art, mittels derer das Bearbeitungswerkzeug bewegbar ist.

[0003] Gattungsgemäßer Stand der Technik ist bekannt aus EP 2 527 058 A1. Diese Druckschrift betrifft eine Werkzeugmaschine in Form einer Presse zum Bearbeiten von Werkstücken, insbesondere von Blechen. Ein Pressenwerkzeug wird mittels eines Keilgetriebes betätigt, das zwei antriebsseitige Getriebekeile sowie zwei werkzeugseitige Getriebekeile umfasst. Die werkzeugseitigen Getriebekeile lagern das Pressenwerkzeug. Die antriebsseitigen Getriebekeile sind jeweils mit einer Spindelmutter einer als Spindeltrieb ausgeführten Antriebsvorrichtung versehen. Die Spindelmuttern sitzen auf einer gemeinsamen Antriebsspindel und weisen jeweils einen Antriebsmotor auf, mittels dessen sie gemeinschaftlich mit den antriebsseitigen Getriebekeilen längs der Antriebsspindel bewegt werden können. Gegenläufige Bewegungen, welche die antriebsseitigen Getriebekeile gleichzeitig längs der Antriebsspindel und dabei relativ zu den werkzeugseitigen Getriebekeilen ausführen, erzeugen aufgrund des Zusammenwirkens der antriebsseitigen Getriebekeile und der werkzeugseitigen Getriebekeile Bewegungen des Pressenwerkzeugs in Querrichtung der Antriebsspindel. Werden die antriebsseitigen Getriebekeile gleichzeitig und gleichgerichtet längs der Antriebsspindel bewegt, so nehmen die antriebsseitigen Getriebekeile die werkzeugseitigen Getriebekeile und über diese das Pressenwerkzeug in der Bewegungsrichtung mit. Auf diese Art und Weise lässt sich das Pressenwerkzeug längs der Antriebsspindel positionieren.

[0004] Eine störungsfreie Werkstückbearbeitung durch das Pressenwerkzeug und/oder eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit erfordern eine hohe Positioniergenauigkeit der antriebsseitigen Getriebekeile und somit eine hohe Positioniergenauigkeit der zur Bewegung der antriebsseitigen Getriebekeile dienenden Antriebsvorrichtung.

[0005] Eine Antriebsvorrichtung mit einer hohen Positioniergenauigkeit bereitzustellen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

[0006] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die Antriebsvorrichtung gemäß Patentanspruch 1

und durch die Werkzeugmaschine gemäß Patentanspruch 10.

[0007] Im Falle der Erfindung ist als Antriebsvorrichtung für ein Bearbeitungswerkzeug einer Werkzeugmaschine ein Spindeltrieb mit zwei Antriebsspindeln vorgesehen, auf denen jeweils eine in Längsrichtung der betreffenden Antriebsspindel bewegbare Spindelmutter aufsitzt. Beide Antriebsspindeln sind in Längsrichtung stationär und mittels eines Antriebs um eine Spindelachse drehbar. Ein Festlager an einem Längsende jeder Antriebsspindel übernimmt deren Abstützung in der Antriebsspindel-Längsrichtung. Aufgrund des Drehantriebs der in Längsrichtung stationären Antriebsspindeln sind zur Erzeugung der Längsbewegungen der Spindelmuttern keine mit den Spindelmuttern mitfahrende Antriebsmotoren erforderlich. Infolgedessen sind bei Längsbewegungen der Spindelmuttern nur verhältnismäßig kleine Massen zu bewegen. Eine nennenswerte, durch Massenträgheit der Spindelmuttern bedingte Beeinträchtigung der Positioniergenauigkeit der Spindelmuttern in Längsrichtung der Antriebsspindeln tritt daher nicht auf.

[0008] Für eine optimale Synchronisierung der von den beiden Spindelmuttern ausgeführten Längsbewegungen ist es erforderlich, dass die beiden Antriebsspindeln ein möglichst einheitliches Antriebsverhalten zeigen. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass beide Antriebsspindeln gleich lang und hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit sowie hinsichtlich ihrer Axialsteifigkeit baugleich sind. Die Drehsteifigkeit der Antriebsspindeln ist maßgebend für die im Betrieb auftretende Drillung der Antriebsspindeln. Die Axialsteifigkeit der Antriebsspindeln bestimmt deren Längenänderung unter axialer Last. Axialkräfte können auf die Antriebsspindeln insbesondere über die Spindelmuttern ausgeübt werden. Sowohl die Drillung als auch die Längenänderung der Antriebsspindeln unter axialer Last sind proportional zur Länge der Antriebsspindeln. Im Interesse eines einheitlichen Antriebsverhaltens können die Antriebsspindeln der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung außerdem auch hinsichtlich ihres Massenträgheitsmoments baugleich sein, also hinsichtlich des Widerstands, den sie einer Änderung ihres rotatorischen Bewegungszustands entgegensetzen. Das Massenträgheitsmoment einer in guter Näherung vollzylindrischen Antriebsspindel wird durch deren Masse und deren Radius bestimmt, wobei der Radius einer vollzylindrischen Antriebsspindel auch deren Drehsteifigkeit (Torsionssteifigkeit) und deren Längenänderung unter axialer Last (Dehnsteifigkeit) beeinflusst.

[0009] Besondere Ausführungsarten der Erfindung nach den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 10 ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 9 und 11 bis 16.

[0010] Ein einheitliches Antriebsverhalten der Antriebsspindeln für die Spindelmuttern ergibt sich auch aufgrund des Umstandes, dass zu Beginn der gleichzeitigen Längsbewegungen der Spindelmuttern die Abstände der auf den Antriebsspindeln aufsitzenden Spindel-

muttern von dem Festlager der jeweils zugeordneten Antriebsspindel miteinander übereinstimmen (Patentanspruch 2).

[0011] Idealerweise bleibt die Äquidistanz der Spindelmuttern und der Festlager der Antriebsspindeln während der Längsbewegungen der Spindelmuttern in Längsrichtung der Antriebsspindeln erhalten. Bei gleichgerichteten Längsbewegungen der Spindelmuttern sind zu diesem Zweck die Festlager der Antriebsspindeln an ein und derselben Seite der Spindelmuttern angeordnet. Führen die Spindelmuttern gegenläufige Längsbewegungen entlang der Antriebsspindeln aus, so bleibt die anfängliche Äquidistanz der Spindelmuttern und der Festlager dann erhalten, wenn sich die Festlager der Antriebsspindeln an einander gegenüberliegenden Seiten der Spindelmuttern befinden. In beiden Fällen müssen die jeweils eine Antriebsspindel und eine Spindelmutter umfassenden Spindeltriebe der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung derart ausgeführt sein, dass sich die Spindelmuttern bei ihren Längsbewegungen mit identischer Geschwindigkeit längs der Antriebsspindeln verlagern.

[0012] Die Beibehaltung der zu Beginn der gleichzeitigen Längsbewegungen der Spindelmuttern bestehenden Äquidistanz der Spindelmuttern und der Festlager der die Spindelmuttern antreibenden Antriebsspindeln während der gleichzeitigen Längsbewegungen der Spindelmuttern ist aber kein unabdingbares Erfindungsmerkmal. Vernachlässigbar ist eine Beibehaltung der Äquidistanz der Spindelmuttern und der Festlager der Antriebsspindeln vielmehr in Fällen, in denen die Spindelmuttern bei ihren gleichzeitigen Längsbewegungen lediglich über verhältnismäßig kurze Weglängen relativ zueinander verstellt werden.

[0013] Gemäß Patentanspruch 11 ist die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung an einer Werkzeugmaschine vorgesehen, an welcher zur Erzeugung von Bewegungen des Bearbeitungswerkzeugs zwei antriebsseitige Keilgetriebeelemente und zwei werkzeugseitige Keilgetriebeelemente miteinander zusammenwirken. Jedes der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente ist dabei mit einer der Spindelmuttern der Antriebsvorrichtung, jedes der werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente mit dem Bearbeitungswerkzeug verbunden.

[0014] Eine Antriebsvorrichtung, deren Spindelmuttern in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung mittels der Antriebsspindeln gleichzeitig und mit gegenläufigen Längsbewegungen bewegbar sind (Patentanspruch 3) dient im Falle einer bevorzugten Bauart der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine dazu, die mit den Spindelmuttern verbundenen antriebsseitigen Keilgetriebeelemente gegenläufig und dadurch das Bearbeitungswerkzeug über die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente in Querrichtung der Antriebsspindeln anzutreiben (Patentanspruch 12). Bei einer auf diese Art und Weise erzeugten Querbewegung kann das Bearbeitungswerkzeug insbesondere einen Arbeitshub ausführen.

[0015] Eine bevorzugte Anwendung der in Patentanspruch 4 beschriebenen Ausführungsform der erfin-

dungsgemäßen Antriebsvorrichtung ergibt sich aus Patentanspruch 14. Die mittels der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung gemäß Patentanspruch 4 erzeugten gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der Spindelmuttern werden ausweislich Patentanspruch 14 dazu genutzt, die mit den Spindelmuttern verbundenen antriebsseitigen Keilgetriebeelemente gemeinschaftlich mit den werkzeugseitigen Keilgetriebeelementen und dem mit diesen verbundenen Bearbeitungswerkzeug der Werkzeugmaschine in Längsrichtung der Antriebsspindeln zu bewegen. Derartige Längsbewegungen des Bearbeitungswerkzeugs können insbesondere zu dessen Positionierung gegenüber einem zu bearbeitenden Werkstück und/oder gegenüber einem komplementären Bearbeitungswerkzeug ausgeführt werden.

[0016] Die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung nach Patentanspruch 5 zeichnet sich dadurch aus, dass die Spindelmuttern in Querrichtung der Antriebsspindeln mit geringem Abstand beieinander liegen, sogar einander in Querrichtung der Antriebsspindeln überdecken können. Dadurch lässt sich eine in Querrichtung der Antriebsspindeln platzsparende Bauweise der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung realisieren.

[0017] Diesen Vorteil der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung nach Patentanspruch 5 macht sich die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine nach Patentanspruch 13 zu Nutze. Die mit den Spindelmuttern verbundenen antriebsseitigen Keilgetriebeelemente sind zu Beginn ihrer gleichzeitigen Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln voneinander beabstandet. Infolgedessen können die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente aus ihren Ausgangspositionen mit gleichzeitigen gegenläufigen Längsbewegungen aufeinander zu bewegt werden, ohne dass sich die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente dabei gegenseitig passieren müssen. Dies wiederum erlaubt es, die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente in Querrichtung der Antriebsspindeln nahe aneinander heranzurücken und sogar mit gegenseitiger Überdeckung in Querrichtung der Antriebsspindeln anzuordnen. In jedem Fall ist das Baumaß des Keilgetriebes in Querrichtung der Antriebsspindeln verhältnismäßig klein. Bei gegenseitiger Überdeckung der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente in Querrichtung der Antriebsspindeln besteht überdies die Möglichkeit, die beiden antriebsseitigen Keilgetriebeelemente bei ihren gleichzeitigen Bewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln an einer gemeinsamen Längsführung zu führen.

[0018] Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine nach Patentanspruch 13 ergibt sich aus Patentanspruch 15. Zusätzlich zu gleichzeitigen gegenläufigen Längsbewegungen führen die Spindelmuttern und die mit diesen verbundenen antriebsseitigen Keilgetriebeelemente dieser Erfindungsbauart auch gleichzeitige und gleichgerichtete Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln aus. Infolgedessen können die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente nicht nur Bewegungen des Bearbeitungswerkzeugs in Quer-

richtung der Antriebsspindeln erzeugen sondern außerdem auch die gesamte aus antriebsseitigen Keilgetriebeelementen, werkzeugseitigen Keilgetriebeelementen und Bearbeitungswerkzeug bestehende Einheit längs der Antriebsspindeln positionieren. Dabei sind zu Beginn der Längsbewegungen die Spindelmutter und das antriebsseitige Keilgetriebeelement an der einen Antriebsspindel von der Spindelmutter und dem antriebsseitigen Keilgetriebeelement an der anderen Antriebsspindel in Längsrichtung der Antriebsspindeln beabstandet. Infolgedessen eilen bei den gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen eine der Spindelmutter und das mit dieser verbundene antriebsseitige Keilgetriebeelement der anderen Spindelmutter und dem mit dieser verbundenen antriebsseitigen Keilgetriebeelement in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen voraus. Damit dessen ungeachtet bei Bewegungen in Richtung auf die Festlager die in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen nacheilende Spindelmutter und das mit dieser verbundene Keilgetriebeelement sich bis an das Festlager der zugeordneten Antriebsspindel heranzubewegen und damit den von der zugeordneten Antriebsspindel bereitgestellten Fahrweg maximal nutzen können, ist das Festlager der Antriebsspindel der nacheilenden Spindelmutter erfindungsgemäß derart vorgesehen, insbesondere derart angeordnet, dass es von der voreilenden Spindelmutter und/oder von dem voreilenden antriebsseitigen Keilgetriebeelement in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente und der Spindelmutter passiert werden kann. Ergänzend oder alternativ ist es erfindungsgemäß denkbar, dass die Spindelmutter und/oder das antriebsseitige Keilgetriebeelement, die längs einer der Antriebsspindeln bewegt werden, eine sonstige Lagerstelle, beispielsweise ein Loslager, der anderen Antriebsspindel passieren.

[0019] Damit die voreilende Spindelmutter das Festlager der Antriebsspindel der nacheilenden Spindelmutter passieren kann, muss die Antriebsspindel der voreilenden Spindelmutter in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente und der Spindelmutter weiter reichen als die an dem zu passierenden Festlager endende Antriebsspindel der nacheilenden Spindelmutter. Da die beiden Antriebsspindeln gleich lang sind, sind sie zu diesem Zweck gemäß Patentanspruch 5 in ihrer Längsrichtung gegeneinander versetzt.

[0020] Für Anwendungsfälle, in denen die Antriebsspindeln der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung nicht unmittelbar an die Motorwellen der zugehörigen Antriebsmotoren angebunden sind, sieht Patentanspruch 6 eine Erfindungsbauart vor, im Falle derer zwischen jeder der Antriebsspindeln und dem zugeordneten Antriebsmotor ein Antriebsstrang mit wenigstens einem Antriebsselement vorgesehen ist, über welches die jeweilige Antriebsspindel durch den zugeordneten Antriebsmotor antreibbar ist. Damit die Antriebsspindeln ungeachtet der

Antriebsstränge ein einheitliches Antriebsverhalten für die Spindelmutter zeigen, sind die beiden Antriebsstränge wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich. Eine einheitliche Axialsteifigkeit der Antriebsstränge ist dann verzichtbar, wenn die Antriebsstränge zu den Antriebsspindeln hin beispielsweise an den Festlagern der Antriebsspindeln in axialer Richtung derart abgestützt sind, dass sich Längenänderungen an den Antriebssträngen nicht auf das Antriebsverhalten der Antriebsspindel auswirken. Vor diesem Hintergrund ist in bevorzugter Ausgestaltung der Antriebsvorrichtung nach Patentanspruch 6 vorgesehen, dass die Antriebsstränge jeweils zwischen dem Festlager der Antriebsspindel und dem zugeordneten Antriebsmotor angeordnet sind.

[0021] Als Antriebselement wenigstens eines der Antriebsstränge kommt in Weiterbildung der Erfindung eine in Längsrichtung der betreffenden Antriebsspindel verlaufende und mit dieser drehfest verbundene Spindelverlängerung in Frage (Patentanspruch 7). Spindelverlängerungen der beschriebenen Art können flexibel bemessen werden und erlauben folglich insbesondere eine flexible Anordnung der Antriebsspindeln und der für deren Drehantrieb vorgesehenen Antriebsmotoren relativ zueinander.

[0022] Ergänzend oder alternativ kommen als Antriebselemente der Antriebsstränge auch Kupplungen in Frage, die zwischen den Antriebsmotoren der Antriebsspindeln einerseits und den Antriebsspindeln andererseits vorgesehen sind. Im Interesse eines einheitlichen Antriebsverhaltens der Antriebsspindeln sind auch die Kupplungen wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich auszuführen.

[0023] Sind beide Antriebsspindeln über eine Spindelverlängerung an den zugehörigen Antriebsmotor angebunden, so empfiehlt es sich, die beiden Spindelverlängerungen wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich auszuführen (Patentanspruch 8). Eine übereinstimmende Drehsteifigkeit der beiden Spindelverlängerungen trägt zu einem einheitlichen Antriebsverhalten der mit den Spindelverlängerungen verbundenen Antriebsspindeln bei.

[0024] Eine einheitliche Drehsteifigkeit der Spindelverlängerungen wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung auf einfache Art und Weise dadurch realisiert, dass die Spindelverlängerungen entweder bei gleich großem Querschnitt gleich lang sind oder bei unterschiedlicher Länge unterschiedlich große Querschnitte aufweisen (Patentanspruch 9).

[0025] Eine erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung mit einer Spindelverlängerung zwischen wenigstens einer der Antriebsspindeln und dem zugeordneten Antriebsmotor (Patentanspruch 7) ist an der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine nach Patentanspruch 16 vorgesehen. Im Falle dieser Erfindungsbauart kann das Festlager der in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente und der Spindelmutter zurückgesetzten Antriebsspindel von der in der genannten

Richtung voreilenden Spindelmutter und/oder von dem in der genannten Richtung voreilenden antriebsseitigen Keilgetriebeelement passiert werden. Erfindungsgemäß wird mittels der für die zurückgesetzte Antriebsspindel vorgesehenen Spindelverlängerung dafür gesorgt, dass zwischen dem mit dem betreffenden Festlager versehenen Ende der zurückgesetzten Antriebsspindel und dem dieser zugeordneten Antriebsmotor ein hinreichender Freiraum zur Verfügung steht zur Aufnahme der an dem Festlager der zurückgesetzten Antriebsspindel vorbeibewegten Spindelmutter und/oder zur Aufnahme des mit dieser Spindelmutter verbundenen antriebsseitige Keilgetriebeelements. Dabei ist es denkbar, dass auch die in der Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente und der Spindelmutter vorgesetzte Antriebsspindel mit einer Spindelverlängerung versehen ist. Diese kann unter Umständen kürzer sein als die Spindelverlängerung der in der genannten Richtung zurückgesetzten Antriebsspindel. Ist dies der Fall, so wird zur Vereinheitlichung der Drehsteifigkeit der unterschiedlich langen Spindelverlängerungen der Querschnitt der längeren Spindelverlängerung größer bemessen als der Querschnitt der kürzeren Spindelverlängerung (Patentspruch 9).

[0026] Nachfolgend wird die Erfindung anhand beispielhafter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Werkzeugmaschine mit einer Antriebsvorrichtung erster Bauart für ein Bearbeitungswerkzeug,
- Figur 2 die Antriebsvorrichtung der Werkzeugmaschine gemäß Figur 1 in der Ansicht in Richtung des Pfeils II in Figur 1,
- Figur 3 die Werkzeugmaschine gemäß Figur 1 mit einer gegenüber Figur 1 geänderten Position des Bearbeitungswerkzeugs,
- Figur 4 eine Antriebsvorrichtung zweiter Bauart für das Bearbeitungswerkzeug der Werkzeugmaschine gemäß den Figuren 1 und 3.

[0027] Gemäß Figur 1 besitzt eine als Stanzpresse 1 ausgeführte Werkzeugmaschine einen O-förmigen Maschinenrahmen 2 mit horizontalen Rahmenschenkeln 3, 4 und vertikalen Rahmenschenkeln 5, 6. Der Maschinenrahmen 2 umschließt einen Rahmeninnenraum 7.

[0028] In dem Rahmeninnenraum 7 ist an dem unteren horizontalen Rahmenschkel 4 eine Stanzmatrize 8 in Richtung eines Doppelpfeils 9 beweglich geführt. An ihrer Oberseite bildet die Stanzmatrize 8 eine Auflage für ein in den Figuren 1 und 3 gestrichelt angedeutetes Blech 10 aus. Eine in dem dargestellten Beispielsfall kreisrunde Matrizenöffnung der Stanzmatrize 8 ist in Figur 2 zu erkennen. Mittels einer in den Abbildungen nicht gezeigten

Werkstückführung kann das Blech 10 senkrecht zu der Zeichenebene von Figur 1 bewegt bzw. positioniert werden.

[0029] Zur stanzenden Bearbeitung des Bleches 10 wirkt mit der Stanzmatrize 8 ein als Bearbeitungswerkzeug vorgesehener Stanzstempel 11 zusammen. Der Stanzstempel 11 ist mit seinem von der Stanzmatrize 8 abliegenden Ende in einer Stempelaufnahme 12 fixiert, die ihrerseits an einem Doppelveil 13 in Richtung eines Doppelpfeils 14 dreheinsteilbar gelagert ist.

[0030] Der Doppelveil 13 wird von zwei werkzeugseitigen Getriebekeilen 15, 16 gebildet, bei denen es sich um die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente eines Keilgetriebes 17 handelt. Als antriebsseitige Keilgetriebeelemente umfasst das Keilgetriebe 17 zwei antriebsseitige Getriebekeile 18, 19.

[0031] Der antriebsseitige Getriebekeil 18 und der werkzeugseitige Getriebekeil 15 sind einander zugeordnet und bilden ein erstes Keilgetriebeelement- bzw. Getriebekeilpaar. Ein zweites Keilgetriebeelement- bzw. Getriebekeilpaar umfasst den antriebsseitigen Getriebekeil 19 und den werkzeugseitigen Getriebekeil 16. Der Doppelveil 13 mit den werkzeugseitigen Getriebekeilen 15, 16 ist an den antriebsseitigen Getriebekeilen 18, 19 aufgehängt. Dabei sind der antriebsseitige Getriebekeil 18 längs einer Linie 20 relativ zu dem werkzeugseitigen Getriebekeil 15 und der antriebsseitige Getriebekeil 19 längs einer Linie 21 relativ zu dem werkzeugseitigen Getriebekeil 16 bewegbar.

[0032] Entsprechende Bewegungen der antriebsseitigen Getriebekeile 18, 19 werden mittels einer als Spindeltrieb 22 ausgeführten Antriebsvorrichtung erzeugt. Details des Spindeltriebs 22 sind insbesondere in Figur 2 zu erkennen.

[0033] Gemäß Figur 2 umfasst der Spindeltrieb 22 eine erste Antriebsspindel 23 sowie eine zweite Antriebsspindel 24. Die erste Antriebsspindel 23 und die zweite Antriebsspindel 24 verlaufen parallel zueinander längs des oberen horizontalen Rahmenschenkels 3 des Maschinenrahmens 2. In der Ansicht der Figuren 1 und 3 wird die zweite Antriebsspindel 24 durch die erste Antriebsspindel 23 verdeckt. Eine erste Spindelachse 25 der ersten Antriebsspindel 23 und eine zweite Spindelachse 26 der zweiten Antriebsspindel 24 (Figur 2) liegen in ein und derselben horizontalen Ebene.

[0034] Mittels eines ersten Festlagers 27 und eines ersten Loslagers 28 ist die erste Antriebsspindel 23 an dem Maschinenrahmen 2 um die erste Spindelachse 25 drehbar gelagert. In entsprechender Weise lagern ein zweites Festlager 29 und ein zweites Loslager 30 die zweite Antriebsspindel 24 um die zweite Spindelachse 26 drehbar an dem Maschinenrahmen 2. In axialer Richtung sind die erste Antriebsspindel 23 über das erste Festlager 27 und die zweite Antriebsspindel 24 über das zweite Festlager 29 an dem Maschinenrahmen 2 abgestützt.

[0035] Die erste Antriebsspindel 23 und die zweite Antriebsspindel 24 sind baulich identisch, insbesondere

gleich lang. Sie besitzen eine identische Drehsteifigkeit und eine identische Axialsteifigkeit sowie ein identisches Massenträgheitsmoment.

[0036] Über einen ersten Antriebsstrang 31 ist die erste Antriebsspindel 23 mit einem ersten Antriebsmotor 32 antriebsverbunden. Der erste Antriebsstrang 31 umfasst eine erste Spindelverlängerung 33 sowie eine erste Kupplung 34. Die erste Spindelverlängerung 33 erstreckt sich von dem Ende der ersten Antriebsspindel 23 an dem ersten Festlager 27 bis zu der ersten Kupplung 34. An dem ersten Festlager 27 ist die erste Spindelverlängerung 33 drehfest mit der ersten Antriebsspindel 23 verbunden und außerdem in Längsrichtung der ersten Antriebsspindel 23 an dem Maschinenrahmen 2 abgestützt. Die erste Kupplung 34 stellt die Verbindung zwischen der ersten Spindelverlängerung 33 und der Motorwelle des ersten Antriebsmotors 32 her.

[0037] Ein zweiter Antriebsstrang 35 zwischen dem zweiten Festlager 29 und einem zweiten Antriebsmotor 36 umfasst eine an dem zweiten Festlager 29 mit dem dortigen Ende der zweiten Antriebsspindel 24 drehfest verbundene und an dem Maschinenrahmen 2 in Längsrichtung der zweiten Antriebsspindel 24 abgestützte zweite Spindelverlängerung 37 sowie eine zweite Kupplung 38, an welcher eine Antriebsverbindung zwischen der zweiten Spindelverlängerung 37 und der Motorwelle des zweiten Antriebsmotors 36 hergestellt ist.

[0038] Der erste Antriebsstrang 31 und der zweite Antriebsstrang 35 besitzen eine identische Drehsteifigkeit, wobei sich die Drehsteifigkeit des ersten Antriebsstrangs 31 aus den Drehsteifigkeiten der ersten Spindelverlängerung 33 und der ersten Kupplung 34 und die Drehsteifigkeit des zweiten Antriebsstrangs 35 aus den Drehsteifigkeiten der zweiten Spindelverlängerung 37 und der zweiten Kupplung 38 zusammensetzen.

[0039] Dabei sind die erste Kupplung 34 und die zweite Kupplung 38 hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich. Gleiches muss für die erste Spindelverlängerung 33 und die zweite Spindelverlängerung 37 gelten, damit der gesamte erste Antriebsstrang 31 und der gesamte zweite Antriebsstrang 35 in ihren Drehsteifigkeiten miteinander übereinstimmen.

[0040] Aufgrund der Längenverhältnisse hätte bei identischen Querschnitten die längere erste Spindelverlängerung 33 eine kleinere Drehsteifigkeit als die kürzere zweite Spindelverlängerung 37. Um den Effekt des Längenunterschieds zwischen der ersten Spindelverlängerung 33 und der zweiten Spindelverlängerung 37 für die Drehsteifigkeit der ersten Spindelverlängerung 33 und der zweiten Spindelverlängerung 37 zu kompensieren, besitzt die zweite Spindelverlängerung 37 einen abgestuften Querschnitt. Lediglich eine erste Teillänge 39 der zweiten Spindelverlängerung 37 besitzt den gleichen Querschnitt wie die erste Spindelverlängerung 33. Eine zweite Teillänge 40 der zweiten Spindelverlängerung 37 ist gegenüber der ersten Teillänge 39 der zweiten Spindelverlängerung 37 und somit auch gegenüber der ersten Spindelverlängerung 33 querschnittsreduziert.

[0041] Der erste Antriebsmotor 32 und der zweite Antriebsmotor 36 können unabhängig voneinander gesteuert werden. Die Drehrichtung der beiden Antriebsmotoren 32, 36 ist umschaltbar. Zur Steuerung des ersten Antriebsmotors 32 und des zweiten Antriebsmotors 36 dient eine numerische Maschinensteuerung 41, die in Figur 3 angedeutet ist und die alle wesentlichen Funktionen der Stanzpresse 1 steuert.

[0042] Mittels der durch den ersten Antriebsmotor 32 angetriebenen ersten Antriebsspindel 23 kann eine erste Spindelmutter 42 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 bewegt werden. Entsprechend ist eine zweite Spindelmutter 43, die auf der zweiten Antriebsspindel 24 aufsitzt, mittels der durch den zweiten Antriebsmotor 36 angetriebenen zweiten Antriebsspindel 24 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 bewegbar. Die von der ersten Antriebsspindel 23 und der ersten Spindelmutter 42 einerseits und der zweiten Antriebsspindel 24 und der zweiten Spindelmutter 43 andererseits gebildeten Spindeltriebe sind baugleich. Insbesondere bewegen sich infolgedessen die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 bei identischen Drehzahlen der Antriebsmotoren 32, 36 über identische Weglängen längs der ersten Antriebsspindel 23 und der zweiten Antriebsspindel 24.

[0043] Die erste Spindelmutter 42 ist mit dem antriebsseitigen Getriebekeil 18, die zweite Spindelmutter 43 mit dem antriebsseitigen Getriebekeil 19 verbunden. Infolgedessen vollziehen die antriebsseitigen Getriebekeile 18, 19 die Längsbewegungen der Spindelmutter 42, 43 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 mit. Bei ihren Längsbewegungen sind der antriebsseitige Getriebekeil 18 mit Führungsschuhen 44 und der antriebsseitige Getriebekeil 19 mit Führungsschuhen 45 an Führungsschienen 46, 47 des Maschinenrahmens 2 geführt, die dementsprechend eine gemeinsame Führung für die antriebsseitigen Getriebekeile 18, 19 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 bilden.

[0044] In den Figuren 1 und 2 ist die Stanzpresse in einem Betriebszustand gezeigt, bei welchem sich der Stanzstempel 11 und die Stanzmatrize 8 in einer ihrer Endstellungen längs der horizontalen Rahmenschenkel 3, 4 des Maschinenrahmens 2 befinden. Das freie Ende des Stanzstempels 11 befindet sich geringfügig oberhalb eines auf der Stanzmatrize 8 aufliegenden Bleches 10. Die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 sind auf der ersten Antriebsspindel 23 und auf der zweiten Antriebsspindel 24 in Positionen verfahren, in denen der Abstand der ersten Spindelmutter 42 (Mitte der ersten Spindelmutter 42 in Figur 2 strichpunktiert angedeutet) von dem ersten Festlager 27 der ersten Antriebsspindel 23 übereinstimmt mit dem Abstand der zweiten Spindelmutter 43 (Mitte der zweiten Spindelmutter 43 in Figur 2 strichpunktiert angedeutet) von dem zweiten Festlager 29 der zweiten Antriebsspindel 24. In Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 sind die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 mit einem Abstandsmaß d voneinander beabstandet. Um

das Abstandsmaß d sind auch die erste Antriebsspindel 23 und die zweite Antriebsspindel 24 sowie das erste Festlager 27 und das zweite Festlager 29 in Längsrichtung der gleich langen Antriebsspindeln 23, 24 gegeneinander versetzt.

[0045] Soll ausgehend von den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Verhältnissen mittels des Stanzstempels 11 und der Stanzmatrize 8 eine stanzende Bearbeitung des auf der Stanzmatrize 8 aufliegenden Bleches 10 durchgeführt werden, so ist der Stanzstempel 11 längs einer Hubachse 48 mit einem Arbeitshub abzusenken. Zu diesem Zweck werden die erste Antriebsspindel 23 und die zweite Antriebsspindel 24 mittels des ersten Antriebsmotors 32 und des zweiten Antriebsmotors 36 mit Drehbewegungen um die erste Spindelachse 25 und die zweite Spindelachse 26 angetrieben. Die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit des ersten Antriebsmotors 32 und der ersten Antriebsspindel 23 sowie die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit des zweiten Antriebsmotors 36 und der zweiten Antriebsspindel 24 werden dabei derart gewählt, dass sich die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 gleichzeitig und mit gleicher Geschwindigkeit und dabei gegenläufig aufeinander zu bewegen. Mit den von der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 längs der Antriebsspindeln 23, 24 ausgeführten Längsbewegungen sind entsprechende Längsbewegungen des mit der ersten Spindelmutter 42 verbundenen antriebsseitigen Getriebekeils 18 und des mit der zweiten Spindelmutter 43 verbundenen antriebsseitigen Getriebekeils 19 verbunden. Infolgedessen bewegen sich der antriebsseitige Getriebekeil 18 längs der Linie 20 relativ zu dem werkzeugseitigen Getriebekeil 15 und der antriebsseitige Getriebekeil 19 längs der Linie 21 relativ zu dem werkzeugseitigen Getriebekeil 16. Dadurch wird der Stanzstempel 11 über das Keilgetriebe 17 aus der Position gemäß Figur 1 längs der Hubachse 48 nach unten bewegt. Der Stanzstempel 11 durchdringt dabei das Blech 10 und läuft in die Matrizenöffnung der Stanzmatrize 8 ein.

[0046] Aufgrund der besonderen Gestaltung des Spindeltriebs 22 wird die beschriebene Absenkbewegung des Stanzstempels 11 als geradlinige lineare Bewegung längs der Hubachse 48 und somit ohne eine Bewegungskomponente in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 ausgeführt. Bedingt wird diese Kinematik des Stanzstempels 11 dadurch, dass die Antriebsspindeln 23, 24 für die Spindelmutter 42, 43 und über diese auch für die antriebsseitigen Getriebekeile 18, 19 ein einheitliches Antriebsverhalten zeigen.

[0047] Grund hierfür ist zum einen der Umstand, dass zu Beginn der gleichzeitigen Längsbewegungen der Spindelmutter 42, 43 der Abstand zwischen der ersten Spindelmutter 42 und dem ersten Festlager 27 der zugeordneten ersten Antriebsspindel 23 und der Abstand der zweiten Spindelmutter 43 von dem zweiten Festlager 29 der zugeordneten zweiten Antriebsspindel 24 gleich groß sind. Darüber hinaus stimmen die erste Antriebs-

spindel 23 und die zweite Antriebsspindel 24 hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit und ihrer Axialsteifigkeit und auch hinsichtlich ihres Massenträgheitsmoments miteinander überein. Schließlich besitzen auch der erste Antriebsstrang 31 der ersten Antriebsspindel 23 und der zweite Antriebsstrang 35 der zweiten Antriebsspindel 24 eine identische Drehsteifigkeit.

[0048] Im Zusammenspiel bewirken alle diese Merkmale des Spindeltriebs 22, dass sich die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 bei ihren Längsbewegungen über identische Weglängen in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 aufeinander zu bewegen.

[0049] Aufgrund der ebenfalls übereinstimmenden Bauweise der einerseits durch den antriebsseitigen Getriebekeil 18 und den werkzeugseitigen Getriebekeil 15 und andererseits durch den antriebsseitigen Getriebekeil 19 und den werkzeugseitigen Getriebekeil 16 gebildeten Getriebekeilpaare des Keilgetriebes 17 werden die ihrem Betrag nach identischen Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 längs der Antriebsspindeln 23, 24 in betragsgleiche Absenkbewegungen der werkzeugseitigen Getriebekeile 15, 16 umgesetzt. Daraus wiederum resultiert eine von Kippbewegungen und seitlichen Verlagerungsbewegungen freie Absenkbewegung des über das Keilgetriebe 17 an den Spindeltrieb 22 angebundenen Stanzstempels 11.

[0050] Dass sich im Laufe der aufeinander zu gerichteten Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 der Abstand der ersten Spindelmutter 42 von dem ersten Festlager 27 der ersten Antriebsspindel 23 und der Abstand der zweiten Spindelmutter 43 von dem zweiten Festlager 29 der zweiten Antriebsspindel 24 mehr und mehr voneinander unterscheiden, hat keine nennenswerten Auswirkungen auf die exakte Geradlinigkeit der Absenkbewegung des Stanzstempels 11, da die Weglängen, über welche sich die Spindelmutter 42, 43 bei ihren gegenläufigen Längsbewegungen bewegen, nur verhältnismäßig kurz sind und sich folglich selbst am Ende der gegenläufigen Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 der Abstand der ersten Spindelmutter 42 von dem ersten Festlager 27 der ersten Antriebsspindel 23 von dem Abstand der zweiten Spindelmutter 43 von dem zweiten Festlager 29 der zweiten Antriebsspindel 24 nur geringfügig unterscheidet.

[0051] Nach dem Stanzhub wird der Stanzstempel 11 längs der Hubachse 48 aus seiner abgesenkten Position in die Position gemäß Figur 1 zurückgezogen. Zu diesem Zweck werden die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 mittels des ersten Antriebsmotors 32 und der ersten Antriebsspindel 23 und mittels des zweiten Antriebsmotors 36 und der zweiten Antriebsspindel 24 mit gegenläufigen und voneinander weg gerichteten Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 in die Positionen gemäß den Figuren 1 und 2 zurückbewegt. Auch der Rückhub des Stanzstempels

11 wird aufgrund der besonderen Gestaltung des Spindeltriebs 22 als exakt lineare Bewegung längs der Hubachse 48 ausgeführt. Am Ende der Rückhubbewegung des Stanzstempels 11 befindet sich die Stanzpresse 1 wieder in dem Betriebszustand gemäß den Figuren 1 und 2.

[0052] Ist nun an dem Blech 10 eine Ausstanzung an der gegenüberliegenden Seite des Maschinenrahmens 2 zu erstellen, so müssen zunächst die Stanzmatrize 8 und das Keilgetriebe 17 mit dem Stanzstempel 11 entsprechend positioniert werden. Die Stanzmatrize 8 wird zu diesem Zweck mittels eines nicht im Einzelnen dargestellten und gleichfalls von der numerischen Maschinensteuerung 41 gesteuerten Verfahrentriebes aus der Position gemäß den Figuren 1 und 2 in die Position gemäß Figur 3 verfahren. Die Zielposition der Stanzmatrize 8 ist in der numerischen Maschinensteuerung 41 hinterlegt.

[0053] Gleichzeitig mit der Stanzmatrize 8 werden mittels des Spindeltriebs 22 das Keilgetriebe 17 und der Stanzstempel 11 numerisch gesteuert in eine der Zielposition der Stanzmatrize 8 entsprechende Zielposition bewegt. Zur Ausführung dieser Positionierbewegung werden der erste Antriebsmotor 32 und die erste Antriebsspindel 23 sowie der zweite Antriebsmotor 36 und die zweite Antriebsspindel 24 derart betrieben, dass sich die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 gleichzeitig und mit gleicher Geschwindigkeit und dabei mit gleichgerichteten Längsbewegungen aus ihren Anfangspositionen gemäß den Figuren 1 und 2 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 in ihre Zielpositionen bewegen.

[0054] Aufgrund der besonderen Gestaltung des Spindeltriebs 22 sind die gleichgerichteten Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 exakt synchronisiert. Die exakte Synchronisierung der gleichgerichteten Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 ist von besonderer Bedeutung.

[0055] Sie gestattet zum einen ein exaktes Anfahren der Zielpositionen durch die Spindelmutter 42, 43 und somit auch durch das Keilgetriebe 17 und den Stanzstempel 11. Außerdem bewirkt die exakte Synchronisierung der gleichgerichteten Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43, dass ungeachtet des relativ langen Fahrwegs die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 an ihren Zielpositionen mit demselben Abstandsmaß voneinander beabstandet sind wie zu Beginn ihrer gleichgerichteten Längsbewegungen. Die erste Spindelmutter 42 und die zweite Spindelmutter 43 behalten ihren anfänglichen Abstand d bis zum Ende ihrer gleichgerichteten Längsbewegungen bei. Infolgedessen treten bei den gleichgerichteten Längsbewegungen keine Relativbewegungen der mit den Spindelmutter 42, 43 verbundenen antriebsseitigen Getriebekeile 18, 19 gegenüber den werkzeugseitigen Getriebekeilen 15, 16 auf. Dies wiederum führt dazu, dass der Doppelkeil 13 während seiner

Positionierbewegung die in Figur 1 veranschaulichte Position längs der Hubachse 48 beibehält. Der Stanzstempel 11 ändert folglich bei den gleichgerichteten Längsbewegungen der Spindelmutter 42, 43 seine Lage ausschließlich in horizontaler Richtung längs der Antriebsspindeln 23, 24. Schließlich sind aufgrund der exakten Synchronisierung der gleichgerichteten Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 der Abstand der ersten Spindelmutter 42 von dem Festlager 27 der ersten Antriebsspindel 23 und der Abstand der zweiten Spindelmutter 43 von dem Festlager 29 der zweiten Antriebsspindel 24 auch an den Zielpositionen der Spindelmutter 42, 43 gleich groß, was wiederum dazu beiträgt, dass die Antriebsspindeln 23, 24 bei sich an die Positionierung des Keilgetriebes 17 und des Stanzstempels 11 anschließenden Hubbewegungen des Stanzstempels 11 längs der Hubachse 48 ein einheitliches Antriebsverhalten zeigen.

[0056] Am Ende der gleichgerichteten Längsbewegungen der Spindelmutter 42, 43 und der damit verbundenen Positionierbewegung des Keilgetriebes 17 und des Stanzstempels 11 ergeben sich die in Figur 3 dargestellten Verhältnisse.

[0057] Die erste Spindelmutter 42 und der antriebsseitige Getriebekeil 18 liegen weiterhin auf der linken Seite des ersten Festlagers 27 der ersten Antriebsspindel 23. Von der ersten Spindelmutter 42 und dem antriebsseitigen Getriebekeil 18 passiert wurde das Loslager 30 der zweiten Antriebsspindel 24. Aufgrund einer entsprechenden Anordnung und konstruktiven Gestaltung der ersten Spindelmutter 42, des antriebsseitigen Getriebekeils 18 und des Loslagers 30 können sich die erste Spindelmutter 42 und der antriebsseitige Getriebekeil 18 kollisionsfrei an dem Loslager 30 vorbeibewegen.

[0058] Die zweite Spindelmutter 43 und der antriebsseitige Getriebekeil 19 haben im Laufe der Positionierbewegung des Keilgetriebes 17 das erste Festlager 27 der ersten Antriebsspindel 23 in der Bewegungsrichtung passiert. Dies war aufgrund einer entsprechenden Anordnung und konstruktiven Gestaltung der zweiten Spindelmutter 43 und des antriebsseitigen Getriebekeils 19 und auch aufgrund einer entsprechenden Anordnung und Gestaltung des ersten Festlagers 27 der ersten Antriebsspindel 23 möglich.

[0059] Damit die zweite Spindelmutter 43 und der antriebsseitige Getriebekeil 19 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 die Positionen gemäß Figur 3 anfahren können, muss rechts des ersten Festlagers 27 der ersten Antriebsspindel 23 ein entsprechender Freiraum vorhanden sein. Dieser Freiraum wird durch entsprechende Bemessung der ersten Spindelverlängerung 33 des zwischen dem ersten Festlager 27 und dem ersten Antriebsmotor 32 vorgesehenen ersten Antriebsstrangs 31 geschaffen. Der zweite Antriebsstrang 35 kann unter den gegebenen Umständen kürzer sein als der erste Antriebsstrang 31.

[0060] Aus diesem Grund ist die zweite Spindelverlängerung 37 des zweiten Antriebsstrangs 35 gegenüber

der ersten Spindelverlängerung 33 des ersten Antriebsstrangs 31 verkürzt. Damit ungeachtet der unterschiedlichen Längen der ersten Spindelverlängerung 33 und der zweiten Spindelverlängerung 37 die Drehsteifigkeiten der ersten Spindelverlängerung 33 und der zweiten Spindelverlängerung 37 identisch sind, ist an der zweiten Spindelverlängerung 37 die vorstehend beschriebene Durchmesserreduzierung vorgesehen.

[0061] Haben die Stanzmatrize 8 und das Keilgetriebe 17 mit dem Stanzstempel 11 die Position gemäß Figur 3 erreicht, so kann in der vorstehend beschriebenen Art und Weise die stanzende Bearbeitung des Blechs 10 durch gleichzeitige gegenläufige Längsbewegungen der ersten Spindelmutter 42 und der zweiten Spindelmutter 43 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 durchgeführt werden. Da das Keilgetriebe 17 und der Stanzstempel 11 in Längsrichtung der Antriebsspindeln 23, 24 exakt positioniert sind, ist gewährleistet, dass der Stanzstempel 11 exakt konzentrisch mit der Matrizenöffnung der Stanzmatrize 8 angeordnet ist und folglich funktions-sicher und störungsfrei zur Bearbeitung des Blechs 10 in die Matrizenöffnung der Stanzmatrize 8 eintauchen kann.

[0062] Figur 4 zeigt eine Antriebsvorrichtung in Form eines Spindeltriebs 52, der anstelle des vorstehend im Detail beschriebenen Spindeltriebs 22 an der Stanzpresse 1 eingesetzt werden kann. Hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise stimmt der Spindeltrieb 52 mit dem Spindeltrieb 22 weitgehend überein.

[0063] Eine erste Spindelmutter 92 ist mit einem antriebsseitigen Getriebekeil 68, eine zweite Spindelmutter 93 ist mit einem antriebsseitigen Getriebekeil 69 verbunden. Eine die erste Spindelmutter 92 lagernde erste Antriebsspindel 73 und eine die zweite Spindelmutter 93 lagernde zweite Antriebsspindel 74 verlaufen parallel zueinander und sind gleich lang sowie hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit, ihrer Axialsteifigkeit und ihres Massenträgheitsmoments baugleich. Mittels eines ersten Antriebsmotors 32 kann die erste Antriebsspindel 73 um eine erste Spindelachse 25 angetrieben werden. Ein zweiter Antriebsmotor 36 dient zum Antrieb der zweiten Antriebsspindel 74 um eine zweite Spindelachse 26.

[0064] Zur Drehlagerung der ersten Antriebsspindel 73 sind ein erstes Festlager 77 und ein erstes Loslager 78 vorgesehen. Die Drehlagerung der zweiten Antriebsspindel 74 erfolgt mittels eines zweiten Festlagers 79 und eines zweiten Loslagers 80. Zusätzlich werden die erste Antriebsspindel 73 mittels des ersten Festlagers 77 und die zweite Antriebsspindel 74 mittels des zweiten Festlagers 79 in axialer Richtung an dem Maschinenrahmen 2 abgestützt. Über einen ersten Antriebsstrang 81 mit einer ersten Spindelverlängerung 83 ist die erste Antriebsspindel 73 an den Antriebsmotor 32 angebunden. In entsprechender Weise ist ein zweiter Antriebsstrang 85 mit einer zweiten Spindelverlängerung 87 zwischen der zweiten Antriebsspindel 74 und dem Antriebsmotor 36 vorgesehen.

[0065] Entsprechend den Verhältnissen an dem Spin-

delantrieb 22 sind an den antriebsseitigen Getriebekeilen 68, 69 werkzeugseitige Getriebekeile 15, 16 aufgehängt, die gemeinsam mit den antriebsseitigen Getriebekeilen 68, 69 ein Keilgetriebe 67 zur Erzeugung von Hubbewegungen des Stanzstempels 11 bilden.

[0066] Abweichend von dem Spindeltrieb 22 sind an dem Spindeltrieb 52 die erste Spindelmutter 92 und die zweite Spindelmutter 93 zu Beginn ihrer gleichzeitigen Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln 73, 74 nicht voneinander beabstandet. Bei gleichgerichteten gegenläufigen Längsbewegungen, wie sie zur Erzeugung eines Arbeitshubes des Stanzstempels 11 durchgeführt werden, läuft die erste Spindelmutter 92 mit einem diese drehbar lagernden Ansatz des antriebsseitigen Getriebekeils 68 in eine Aussparung 94 an dem antriebsseitigen Getriebekeil 69 ein und die zweite Spindelmutter 93 bewegt sich mit einem die zweite Spindelmutter 93 lagernden Ansatz des antriebsseitigen Getriebekeils 69 in eine Aussparung 95 des antriebsseitigen Getriebekeils 68.

[0067] Auch an dem Spindeltrieb 52 sind zur Gewährleistung eines einheitlichen Antriebsverhaltens der Antriebsspindeln 73, 74 und somit zur exakten Bewegung und/oder Positionierung des Stanzstempels 11 die vorstehend im Einzelnen beschriebenen Maßnahmen getroffen.

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung für eine Werkzeugmaschine (1), insbesondere für eine Werkzeugmaschine (1) für die Blechbearbeitung,

- mit einer Spindelordnung, die wenigstens eine Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) aufweist sowie
- mit zwei Spindelmuttern (42, 43; 92, 93), die mittels der Spindelordnung gleichzeitig mit Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) bewegbar sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Spindelordnung zwei parallel zueinander verlaufende Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) aufweist, die jeweils um eine Spindelachse (25, 26) drehbar gelagert und die um die jeweilige Spindelachse (25, 26) antreibbar sind,

dass die Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) jeweils an einem Ende ein in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) wirksames Festlager (27, 29; 77, 79) aufweisen, gleich lang und hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit sowie ihrer Axialsteifigkeit baugleich sind und

dass auf jeder der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) eine der Spindelmuttern (42, 43; 92, 93) aufsitzt und die Spindelmuttern (42, 43; 92, 93) mittels der Spindelordnung gleichzeitig mit Längsbewegungen in

- Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bewegbar sind, indem jede der Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der zugeordneten Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) mit einer Längsbewegung bewegbar ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu Beginn der gleichzeitigen Längsbewegungen der Spindelmutter (42, 43; 92, 93) der in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bestehende Abstand der einen Spindelmutter (42, 43; 92, 93) von dem Festlager (27, 29; 77, 79) der zugeordneten Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) dem in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bestehenden Abstand der anderen Spindelmutter (42, 43; 92, 93) von dem Festlager (27, 29; 77, 79) der zugeordneten Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) entspricht.
 3. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) gleichzeitig und mit gegenläufigen Längsbewegungen bewegbar sind.
 4. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) gleichzeitig und mit gleich gerichteten Längsbewegungen bewegbar sind.
 5. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindelmutter (42, 43) zu Beginn der gleichzeitigen Längsbewegungen mit einem von Null verschiedenen Abstandsmaß (d) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) voneinander beabstandet sind und dass die Antriebsspindeln (23, 24) um das Abstandsmaß (d) der Spindelmutter (42, 43) in ihrer Längsrichtung gegeneinander versetzt sind.
 6. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass für jede der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) ein Antriebsmotor (32, 36) vorgesehen ist,
 - dass zwischen jeder der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) und dem zugeordneten Antriebsmotor (32, 36) ein Antriebsstrang (31, 35; 81, 85) mit wenigstens einem Antriebselement vorgesehen ist, über welchen die jeweilige Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) durch den zugeordneten Antriebsmotor (32, 36) antreibbar ist und
 - dass die beiden Antriebsstränge (31, 35; 81, 85) wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich sind.
 7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsstrang (31, 35; 81, 85) wenigstens einer der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) als Antriebselement eine in Längsrichtung der Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) verlaufende Spindelverlängerung (33, 37; 83, 87) umfasst, die mit der Antriebsspindel (23, 24; 73, 74) drehfest verbunden ist.
 8. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsstränge (31, 35; 81, 85) beider Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) als Antriebselement eine Spindelverlängerung (33, 37; 83, 87) umfassen, und dass die beiden Antriebsstränge (31, 35; 81, 85) wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich sind, indem die Spindelverlängerungen (31, 35; 81, 85) der beiden Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) wenigstens hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich sind.
 9. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindelverlängerungen (33, 37; 83, 87) der beiden Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) hinsichtlich ihrer Drehsteifigkeit baugleich sind, indem die Spindelverlängerungen (83, 87) bei gleich großem Querschnitt gleich lang sind oder indem die Spindelverlängerungen (33, 37) unterschiedlich lang sind und die längere Spindelverlängerung (33) einen größeren Querschnitt aufweist als die kürzere Spindelverlängerung (37).
 10. Werkzeugmaschine, insbesondere für die Blechbearbeitung, mit einem Bearbeitungswerkzeug (11) sowie mit einer Antriebsvorrichtung (22, 52), mittels derer das Bearbeitungswerkzeug (11) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Antriebsvorrichtung (22, 52) die Antriebsvorrichtung (22, 52) nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorgesehen ist.
 11. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass zwischen der Antriebsvorrichtung (22, 52) und dem Bearbeitungswerkzeug (11) ein Keilgetriebe (17, 67) vorgesehen ist mit zwei antriebsseitigen Keilgetriebeelementen (18, 19; 68, 69) und mit zwei werkzeugseitigen Keilgetriebeelementen (15, 16),
 - dass jeweils ein antriebsseitiges Keilgetriebeelement (18, 19; 68, 69) und ein werkzeugseitiges Keilgetriebeelement (15, 16) einander zugeordnet sind und ein Keilgetriebeelementpaar bilden,
 - dass die Keilgetriebeelemente (15, 18; 16, 19; 15, 68; 16, 69) jedes der Keilgetriebeelementpaare einander an wenigstens einer Keiffläche gegenüberliegen und die Keifflächen der beiden

Keilgetriebeelementpaare gegensinnig gegen die Spindelachsen (25, 26) der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) der Antriebsvorrichtung (22, 52) geneigt sind,

- dass jedes der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) mit einer der Spindelmutter (42, 43; 92, 93) der Antriebsvorrichtung (22, 52) und jedes der werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) mit dem Bearbeitungswerkzeug (11) verbunden ist und

- dass die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) gemeinschaftlich mit den Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) gleichzeitig mit Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bewegbar sind und dadurch über die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) eine Bewegung des Bearbeitungswerkzeugs (11) erzeugbar ist.

12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, wobei die Antriebsvorrichtung (22, 52) nach Anspruch 3 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) gemeinschaftlich mit den Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) gleichzeitig und mit gegenläufigen Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bewegbar sind, wobei sich die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) bei ihren gleichzeitigen und gegenläufigen Längsbewegungen relativ zu den werkzeugseitigen Keilgetriebeelementen (15, 16) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bewegen und dadurch eine Querbewegung der werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) und des Bearbeitungswerkzeugs (11) in Querrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) erzeugbar ist.

13. Werkzeugmaschine nach Anspruch 12, wobei die Antriebsvorrichtung (22) nach Anspruch 5 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) und die Spindelmutter (42, 43) mit gleichzeitigen und gegenläufigen Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) aufeinander zu bewegbar sind und dass für die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) eine gemeinsame Führung (46, 47) vorgesehen ist, mittels derer die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) bei ihren gleichzeitigen und aufeinander zu gerichteten Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) geführt sind, wobei zusätzlich zu den Spindelmutter (42, 43) auch die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) zu Beginn ihrer gleichzeitigen und aufeinander zu gerichteten Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) voneinander beabstandet sind.

14. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Antriebsvorrichtung nach Anspruch 4 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) gemeinschaftlich mit den Spindelmutter (42, 43; 92, 93) mittels der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) gleichzeitig und mit gleichgerichteten Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) bewegbar sind, wobei die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19; 68, 69) bei ihren Längsbewegungen die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) mitnehmen und dadurch über die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) eine Längsbewegung des Bearbeitungswerkzeugs (11) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24; 73, 74) erzeugbar ist.

15. Werkzeugmaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**

- dass die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) gemeinschaftlich mit den Spindelmutter (42, 43) mittels der Antriebsspindeln (23, 24) gleichzeitig und mit gleichgerichteten Längsbewegungen in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) bewegbar sind, wobei die antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) bei ihren Längsbewegungen die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) mitnehmen und dadurch über die werkzeugseitigen Keilgetriebeelemente (15, 16) eine Längsbewegung des Bearbeitungswerkzeugs (11) in Längsrichtung der Antriebsspindeln (23, 24) erzeugbar ist und

- dass das Festlager (27) derjenigen Antriebsspindel (23) die gegenüber der anderen Antriebsspindel (24), in Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) und der Spindelmutter (42, 43) betrachtet, zurückgesetzt ist, derart vorgesehen, insbesondere angeordnet, ist, dass es bei den gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) und der Spindelmutter (42, 43) von demjenigen antriebsseitigen Keilgetriebeelement (19) und/oder von derjenigen Spindelmutter (43) passierbar ist, das oder die in Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) und der Spindelmutter (42, 43) voreilt oder voreilen.

16. Werkzeugmaschine nach Anspruch 14, wobei die Antriebsvorrichtung (22) nach Anspruch 6 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spin-

delverlängerung (33, 37) wenigstens an derjenigen Antriebsspindel (23, 24) vorgesehen ist, deren Festlager (27, 29) von demjenigen antriebsseitigen Keilgetriebeelement (18, 19) und/oder von derjenigen Spindelmutter (42, 43) passierbar ist, die in Richtung der gleichzeitigen und gleichgerichteten Längsbewegungen der antriebsseitigen Keilgetriebeelemente (18, 19) und der Spindelmutter (42, 43) voreilt oder voreifen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

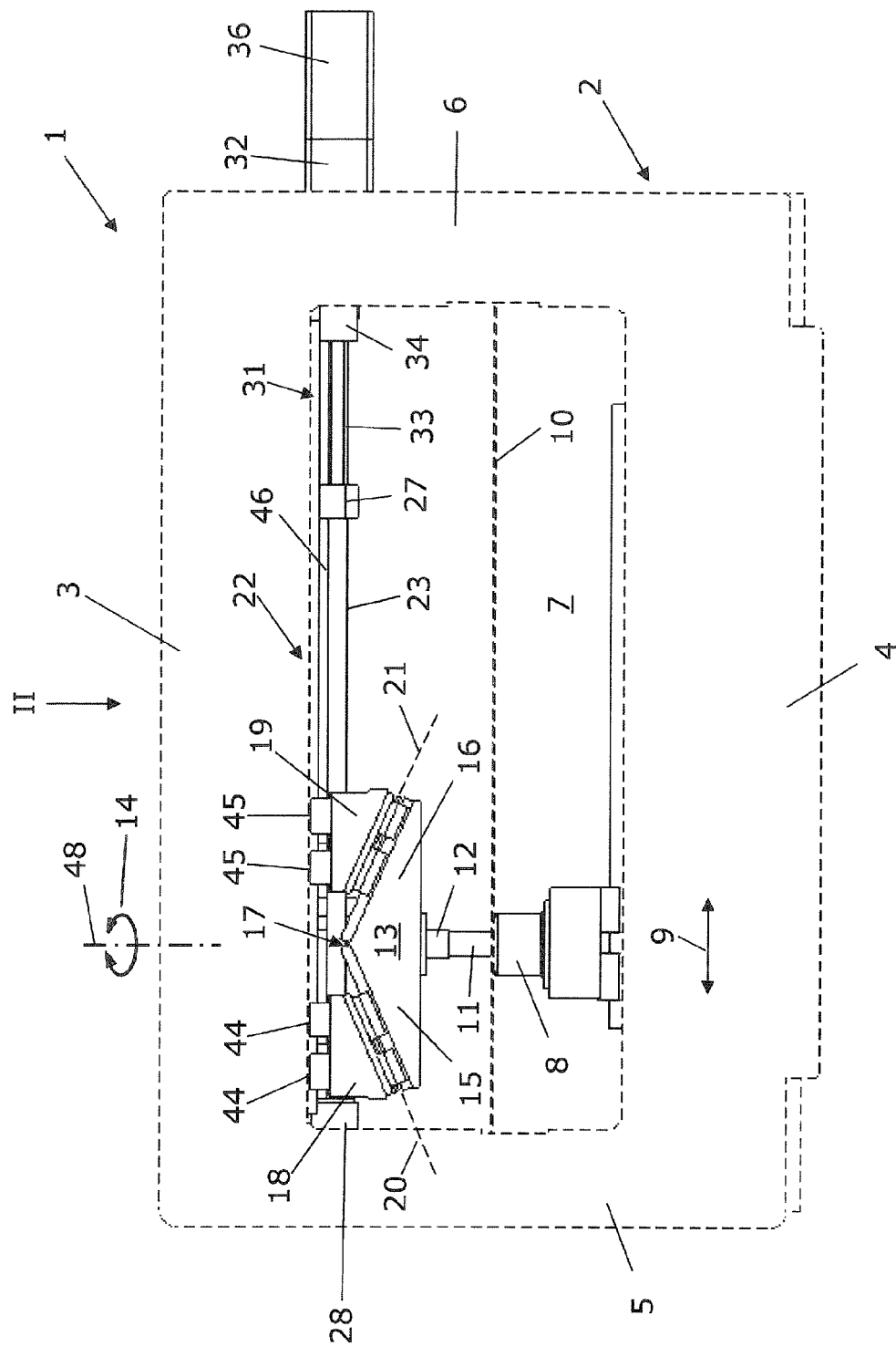


Fig. 1

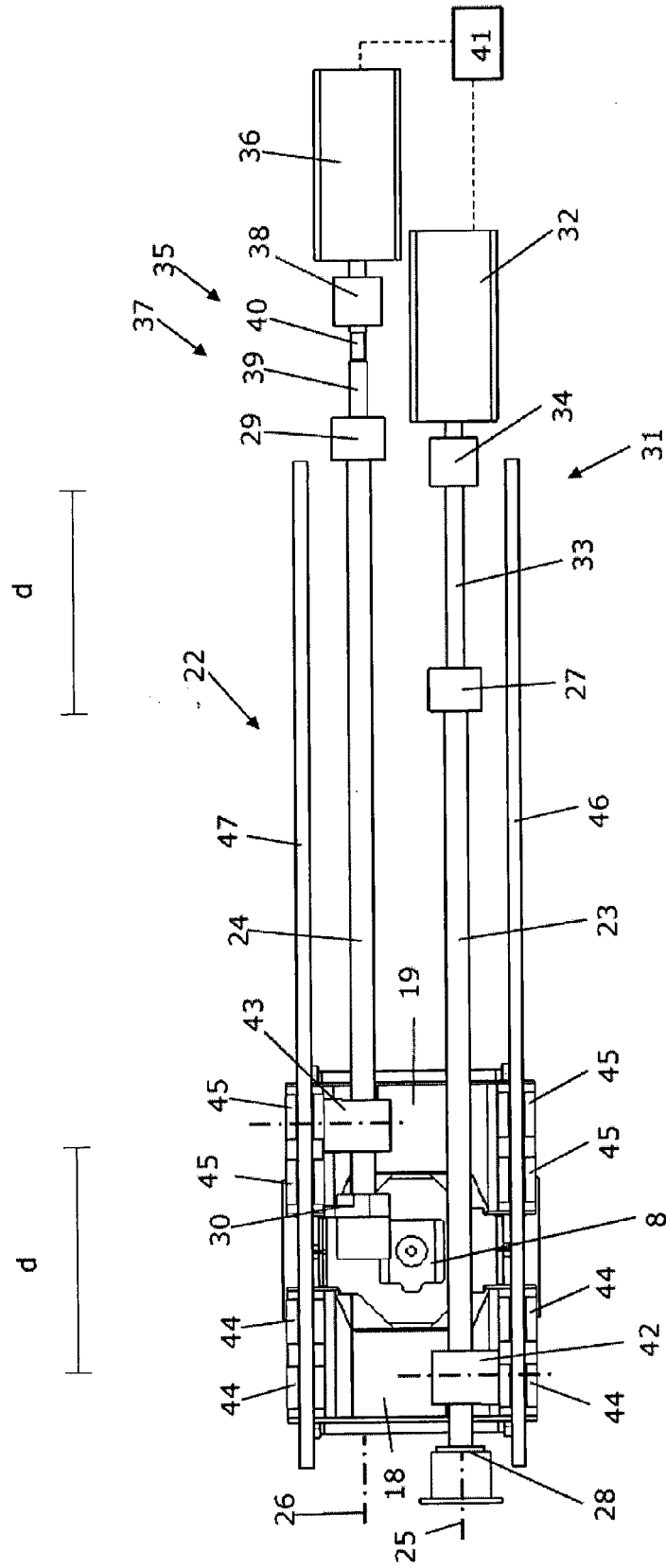


Fig. 2

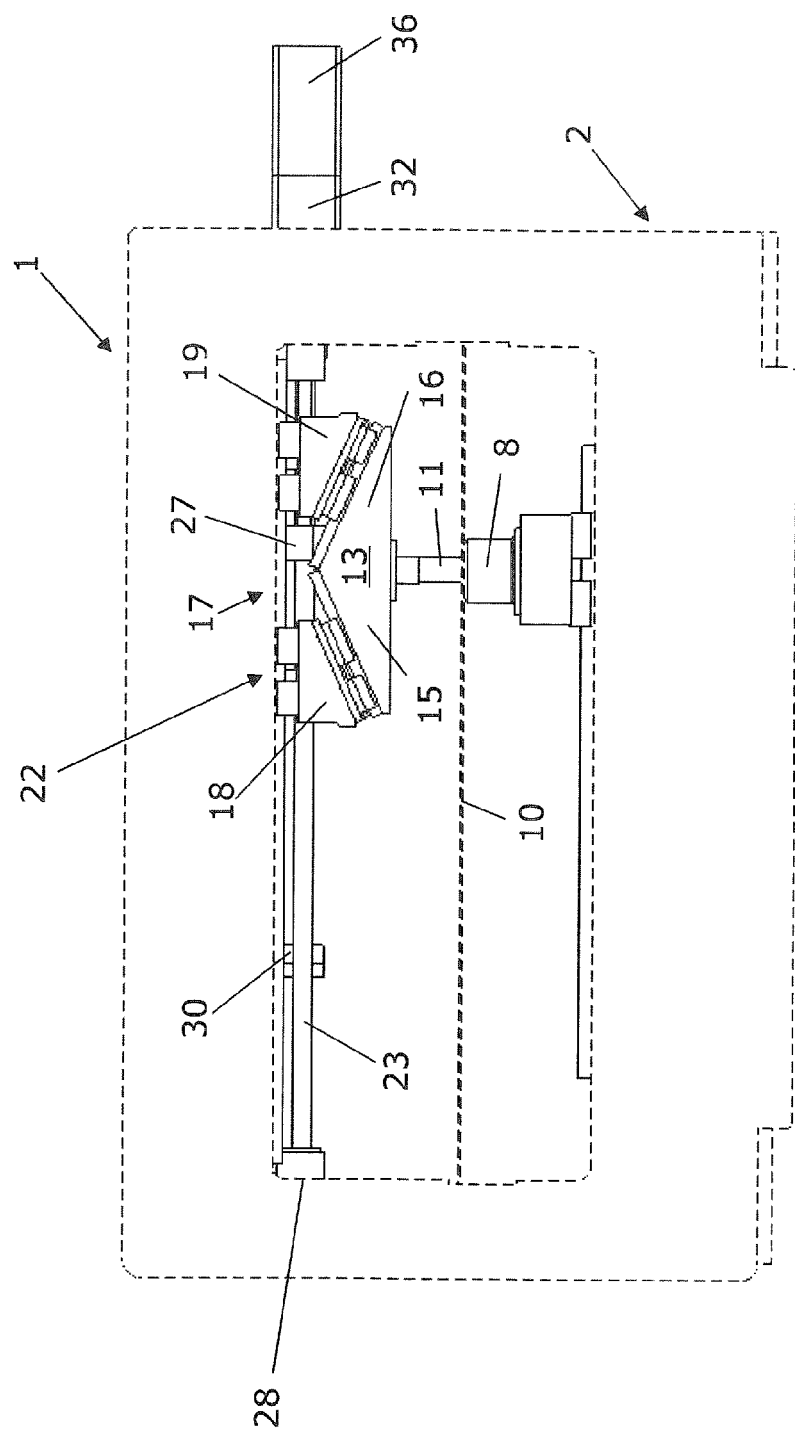


Fig. 3

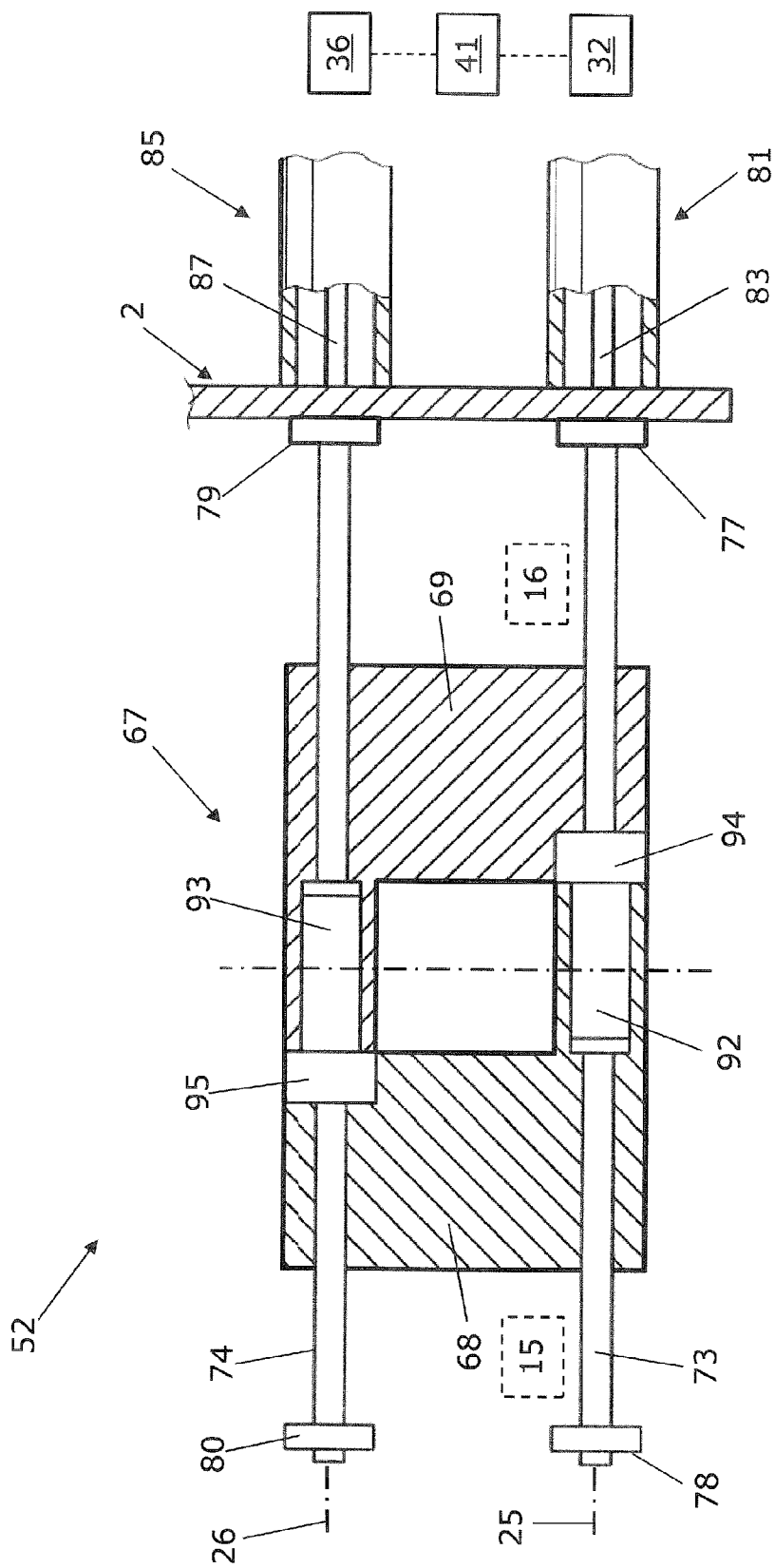


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 19 4914

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/278606 A1 (HYATT GREGORY A [US] ET AL) 4. November 2010 (2010-11-04)	1-10	INV.
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 * * Absatz [0036] - Absatz [0037] *	11-16	B21D28/00 B21D28/04
A,D	EP 2 527 058 A1 (TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE]) 28. November 2012 (2012-11-28) * das ganze Dokument *	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		29. April 2015	
		Prüfer	
		Cano Palmero, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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	

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

EP 14 19 4914

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente 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.

29-04-2015

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
10	US 2010278606 A1	04-11-2010	DE 112010002745 T5	27-06-2013
15			JP 5562411 B2	30-07-2014
			JP 2012525983 A	25-10-2012
			US 2010278606 A1	04-11-2010
			WO 2010129383 A2	11-11-2010

20	EP 2527058 A1	28-11-2012	CN 103596710 A	19-02-2014
			EP 2527058 A1	28-11-2012
			ES 2517390 T3	03-11-2014
			JP 2014515315 A	30-06-2014
			KR 20140071280 A	11-06-2014
			US 2014090443 A1	03-04-2014
			WO 2012160039 A1	29-11-2012
25	-----			
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

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

- EP 2527058 A1 [0003]