



(11)

EP 3 219 406 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2017 Patentblatt 2017/38

(51) Int Cl.:
B21F 1/00 (2006.01)
B21D 7/12 (2006.01)
B21D 7/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17150968.0**

(22) Anmeldetag: **11.01.2017**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Walter, Marc**
87645 Schwangau (DE)
• **Bihler, Mathias**
87642 Halblech (DE)
• **Haußmann, Bernd**
87645 Waltenhofen-Schwangau (DE)

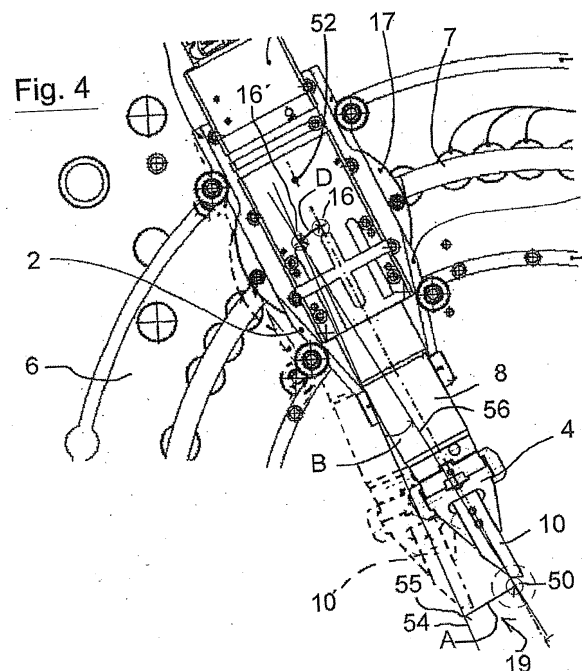
(30) Priorität: **18.03.2016 DE 102016204572**

(74) Vertreter: **Weickmann & Weickmann PartmbB**
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(71) Anmelder: **Otto Bihler**
Handels-Beteiligungs-GmbH
87642 Halblech (DE)

(54) **UMFORMMASCHINE UND VERFAHREN ZUR POSITIONSKORREKTUR DES SCHLITTENAGGREGATES EINER SOLCHEN UMFORMMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Umformmaschine, insbesondere Biegemaschine, umfassend einen Maschinenrahmen mit einer Montagewand (6), wenigstens ein an der Montagewand (6) angeordnetes und wahlweise in verschiedenen Ausrichtpositionen in einer Ausrichtungsebene einstellbares Schlittenaggregat (2) zur Bewegung eines daran vorderseitig absteigend befestigten Umformwerkzeugs (10), insbesondere Biegestempels, in einer Bewegungsebene zu einer vorbestimmten Werkstückbeaufschlagungsstelle (50) in einem Umformzentrum (9), wobei die Anordnung so getroffen ist, dass zur Führung des Umformwerkzeugs (10) während des Umformbetriebs der Maschine kein vom Schlittenaggregat (2) gesonderter Führungskanal in der Bewegungsebene des Umformwerkzeugs (10) vorhanden ist, so dass der Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs (10) in dessen Bewegungsebene richtungsmäßig durch die Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates (2) bzw. eines ggf. daran zur Halterung des Umformwerkzeugs (10) vorgesehenen Werkzeughalters (4) festgelegt ist, und eine Positionierkontrolleinrichtung (40) zur Erfassung von Abweichungen des tatsächlichen Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs (10) von dem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum (9). Verfahren zur Positionskorrektur des Umformwerkzeugs werden auch beschrieben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Umformmaschine, insbesondere Biegemaschine, umfassend einen Maschinenrahmen mit einer Montagewand und wenigstens ein an der Montagewand angeordnetes und wahlweise in verschiedenen Ausrichtpositionen in einer Ausrichtungsebene einstellbares Schlittenaggregat zur Bewegung eines daran vorderseitig absteigend befestigten Umformwerkzeugs, insbesondere Biegestempels, in einer Bewegungsebene zu einem Werkstücksbeaufschlagungspunkt in einem Umformzentrum.

[0002] Eine Umformmaschine der vorstehend genannten Art ist z.B. in der EP 2 641 669 A1 offenbart. Diese bekannte Umformmaschine weist mehrere Schlittenaggregate mit Umformwerkzeugen auf, wobei die Schlittenaggregate auf einem Kreis an der Montageplatte angeordnet sind und mit ihren Umformwerkzeugen auf ein von dem Kreis umgebenes Umformzentrum ausgerichtet sind, um dort in vorbestimmter Weise auf ein Werkstück umformend einzuwirken. Bei den Umformwerkzeugen handelt es sich um Biegestempel, die mittels ihrer Schlittenaggregate nach einem vorbestimmten Bewegungsprofil axial in einer Bewegungsebene vor und zurück bewegt werden, um einen betreffenden Arbeitshub mit Rückhub auszuführen. In dem Beispielsfall der EP 2 641 669 A1 haben die Schlittenaggregate numerisch gesteuerte, elektromotorisch angetriebene Spindeltriebe als Antriebsmittel für die Vor- und Zurückbewegungen der Biegestempel. In dem Umformzentrum weist die bekannte Umformmaschine, wie an sich bei solchen Maschinen bisher üblich, eine Werkzeugführungsplatte auf, in der separat von den Schlittenaggregaten Führungskanäle vorgesehen sind, in denen die jeweiligen Biegestempel aufgenommen und zu deren axialer Vor- und Rückwärtsbewegung stabil geführt sind. Derartige Werkzeugführungsplatten sollen mit ihren Führungskanälen dafür sorgen, dass die Umformwerkzeuge stabil in ihrer Soll-Ausrichtung bei ihren Hubbewegungen geführt werden, so dass sie ein betreffendes Werkstück im Umformzentrum an der gewünschten vorbestimmten Werkstücksbeaufschlagungsstelle berühren und dann ggf. in der gewünschten Weise verformen können. Die auch als Werkzeugplatte bezeichnete Werkzeugführungsplatte besteht üblicherweise aus einem harten Stahl und ist produktspezifisch individualisiert für jedes mittels der Umformmaschine zu bearbeitende Produkt auszugestalten. Die normalerweise mit mehreren unterschiedlich ausgerichteten Führungskanälen zur Führung verschiedener Biegestempel ausgestattete Werkzeugplatte kann auch mit unbewegten Werkzeugelementen, wie etwa Biegekernen, Gesenkelementen usw., ausgestaltet sein. Sie hat üblicherweise eine komplexe Form und erfordert relativ viel Platz im Bereich des Umformzentrums, was zu Beschränkungen bei der Platzausnutzung im Bereich des Umformzentrums und zu Beschränkungen der geometrischen Freiheit bei der Gestaltung von Werkzeugelementen, seien es feststehende Werkzeugelemente oder an der Werkzeugführungsplatte bewegbar geführte Werkzeuge, führt. Dies hat in der Praxis oft dazu geführt, dass für die vorbestimmte Umformung eines Werkstücks eine relativ große Zahl an Werkstückelementen unterschiedlichster Formen und Größen vorzusehen war, was zu hohen Werkzeugkosten geführt hat.

[0003] Üblicherweise handelt es sich bei den umzuformenden Werkstücken um Blechabschnitte oder Drahtabschnitte von einem Bandmaterial, das von einem Coil abgewickelt wird. Nach dem Umformvorgang werden die umgeformten Werkstücke dann ausgeworfen und gesammelt oder einer weiteren Bearbeitungsstation zugeführt.

[0004] Zur Erleichterung eines Einrüstvorgangs oder Umrüstvorgangs können die Schlittenaggregate der aus der EP 2 641 669 bekannten Umformmaschine auf ihrem Anordnungskreis an der Montageplatte mittels einer steuerbaren Antriebsvorrichtung in verschiedene Basispositionen verschoben und dort fixiert werden. Zu einer solchen Fixierung an der Montageplatte weist jedes Schlittenaggregat einen Montagesockel auf, wobei die Schlittenaggregate relativ zu diesem Montagesockel um eine senkrecht zur Bewegungsebene der Biegestempel verlaufende Drehachse verdrehbar sind, um in der jeweiligen bestimmten Basisposition einen Stellwinkel einzustellen, so dass das Schlittenaggregat mit seinem axial bewegbaren, mit dem Biegestempel zu verbindenden Stößel so positioniert und in Flucht mit dem Führungskanal des Biegestempels in der Werkzeugführungsplatte ausgerichtet wird, dass der Biegestempel von dem Schlittenaggregat zur Hin- und Herbewegung längs des Führungskanals angetrieben werden kann. Auch diese Drehbewegung des Schlittenaggregates kann mittels eines steuerbaren Antriebs vorgenommen werden.

[0005] Wenngleich die Umformmaschine gemäß der EP 2 641 669 A1 im Vergleich mit älteren Lösungen bereits eine wesentliche Verkürzung der Rüstzeiten beim Ein- oder Umrüsten der Umformmaschine zur Umformung eines Werkstücks mit sich gebracht hat, so strebt die vorliegende Erfindung noch weitere Verbesserungen insbesondere im Sinne der Verkürzung der Ein- und Umrüstzeiten und ferner im Sinne einer Reduzierung der Werkzeugkosten an.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß eine Umformmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ferner ein Verfahren zu deren Betrieb vorgeschlagen.

[0007] Die erfindungsgemäße Umformmaschine, bei der es sich um eine Biegemaschine, einen Stanz-/Biegeautomat oder dgl. handeln kann, umfasst

- einen Maschinenrahmen mit einer Montagewand,
- wenigstens ein an der Montagewand angeordnetes und wahlweise in verschiedenen Ausrichtpositionen in einer Ausrichtungsebene einstellbares Schlittenaggregat zur Bewegung eines daran vorderseitig absteigend befestigten Umformwerkzeugs, insbesondere Biegestempels, in einer Bewegungsebene zu einer vorbestimmten Werkstück-

beaufschlagungsstelle in einem Umformzentrum, wobei die Anordnung so getroffen ist, dass zur Führung des Umformwerkzeugs während des Umformbetriebs der Maschine kein vom Schlittenaggregat gesonderter Führungskanal in der Bewegungsebene des Umformwerkzeugs zu dessen Führung an einander gegenüberliegenden Seiten vorhanden ist, so dass der Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs in dessen Bewegungsebene richtungs-

- eine Positionierkontrolleinrichtung zur Erfassung von Abweichungen des tatsächlichen Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von dem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum.

[0008] Bei dem Schlittenaggregat handelt es sich vorzugsweise um ein solches mit elektromotorischem Antrieb, welches numerisch steuerbar ist, also um ein sog. NC-Schlittenaggregat oder NC-Umformaggregat.

[0009] Ein Wesensmerkmal der vorliegenden Erfindung ist es, dass die Umformmaschine keine Werkzeugführungsplatte oder Werkzeugplatte mit Führungskanälen in der Bewegungsebene des Umformwerkzeugs aufweist, so dass das Umformwerkzeug bei seinen Hubbewegungen hin zur Werkstückbeaufschlagungsstelle und zurück ausschließlich durch das Schlittenaggregat geführt wird und der Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs in dessen Bewegungsebene somit allein durch die Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates festgelegt ist. Das Umformzentrum umfasst den Raumbereich, der von dem Umformwerkzeug bei dessen Arbeitshüben erreicht werden kann. Die Werkstückbeaufschlagungsstelle ist der Ort im Umformzentrum, an dem das Umformwerkzeug bei seinem Arbeitshub mit dem zu bearbeitenden Werkstück in Berührung kommt. Damit das Umformwerkzeug nach dem betreffenden Rüsten der Maschine bei seinen Arbeitshüben möglichst stabil seinem vorbestimmten Arbeitsbewegungsweg folgt, ist ein hinreichend ausgesteiftes Schlittenaggregat vorzusehen, welches eine stabile, reproduzierbare Führung seines Stößels im Umformbetrieb der Umformmaschine bietet. Damit werden die aus dem Stand der Technik bekannten Führungskanäle im Umformzentrum und somit auch die damit ausgestalteten Werkzeugführungsplatten entbehrlich. Dies ist ein wichtiger Ansatzpunkt der Erfindung. Der Verzicht auf die Werkzeugführungsplatte bedeutet nicht nur die Einsparung eines normalerweise aufwändig herzustellenden, kompliziert geformten Elementes sondern eröffnet Freiheiten in der Ausnutzung des Platzes im Umformzentrum. Diese Freiheiten erlauben Vereinfachungen in der Geometrie und Anordnung von Werkzeugelementen und insbesondere auch der Reduzierung der Anzahl von Werkzeugelementen, die für einen jeweiligen Umformprozess zur Umformung eines Werkstücks erforderlich sind. Insbesondere erlauben die größeren geometrischen Freiheiten der Gestaltung des Umformzentrums die Nutzung von Werkzeugnormalien, welche zumindest gruppenweise auf gleich geformten Rohlingen basieren und lediglich an ihren Werkstückbeaufschlagungsenden produktspezifisch in Bezug auf ihre Aufgabe bei dem Umformprozess individualisiert sind.

[0010] Der Rückgriff auf solche Werkzeugnormalien erlaubt auch eine weitgehend einheitliche Gestaltung der Ankopplungsmittel zwischen Werkzeug und Werkzeughalter des Stößels. Dies kann in den meisten Fällen zu einer erheblichen Reduzierung der Werkzeugkosten genutzt werden.

[0011] Die größeren geometrischen Freiheiten bei der Nutzung des Umformzentrums erlauben auch eine flexiblere Wahl des Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs. Dieser Aspekt hat große Bedeutung im Falle einer erfindungsgemäßen Umformmaschine mit mehreren solchen Schlittenaggregaten mit Umformwerkzeugen. Damit gestaltet sich auch die Planung eines mit der Umformmaschine durchzuführenden Umformprozesses zur Herstellung eines bestimmten Werkstücks flexibler und optimierungsfreundlicher.

[0012] Als angebauter Bestandteil der Umformmaschine oder zumindest als gesondert aufzubewahrendes und im Bedarfsfall einsetzbares Zubehör ist die Positionierkontrolleinrichtung als der Umformmaschine zugehörig vorgesehen. Sie ist dazu betreibbar, Abweichungen der Positionierung bzw. Ausrichtung des Schlittenaggregates von einer Soll-Positionierung und -ausrichtung des Schlittenaggregates durch Messung im Bereich des Umformzentrums zu messen oder zu erfassen, so dass mittels der Positionierkontrolleinrichtung festgestellt werden kann, ob das Umformwerkzeug im Umformzentrum und insbesondere an oder in der unmittelbaren Umgebung der vorbestimmten Werkstückbeaufschlagungsstelle von seinem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg abweicht. Wird eine solche Abweichung festgestellt, so kann das Messergebnis dazu benutzt werden, das Umformwerkzeug hinsichtlich seiner Positionierung und/oder Ausrichtung nachzustellen, so dass die Abweichung zumindest verringert wird. Die Positionierkontrolleinrichtung ist auch ein nützliches Hilfsmittel bei der Ein- oder Umrüstung der Umformmaschine und zwar zur Kontrolle der korrekten Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates.

[0013] Vorzugsweise hat das Schlittenaggregat einen Montagesockel mittels welchem es in einer gewünschten Basisposition an der Montageplatte fixierbar ist, wobei das Schlittenaggregat ferner in der jeweiligen Basisposition relativ zu dem Montagesockel um eine senkrecht zur Ausrichtungsebene verlaufende Drehachse drehbar ist, um einen jeweiligen Stellwinkel des Umformwerkzeugs zu dessen Ausrichtung relativ zur Werkstückbeaufschlagungsstelle einzustellen. Eine solche Positionier- und Verstellmöglichkeit eines Schlittenaggregates ist seiner Art nach beispielsweise aus der bereits genannten EP 2 641 669 A1 bekannt, so dass deren Offenbarungsgehalt insoweit durch die Bezugnahme hierin einbezogen sein soll. Für die Belange der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, wenn zur Ausrichtung des Schlittenaggregates um die Drehachse ein steuerbarer Drehantrieb vorgesehen ist, welcher mit einer hohen Winkelauflösung zur gezielten Änderung des Stellwinkels des Schlittenaggregates und somit des Umformwerkzeugs ausgestattet ist.

Dies ermöglicht es in vielen Fällen Abweichungen der Positionierung- und Ausrichtung des Schlittenaggregates von einer vorbestimmten Soll-Positionierung und -ausrichtung in der Nähe der Werkstückbeaufschlagungsstelle im Umformzentrum allein durch Änderung des Stellwinkels ohne Änderung der Basisposition des Schlittenaggregates hinreichend zu korrigieren, und zwar auch dann, wenn das Schlittenaggregat nicht exakt in seiner vorbestimmten Soll-Basisposition eingestellt sein sollte.

[0014] Wie an sich aus der bereits angesprochenen EP 2 641 669 A1 bekannt, sollte das Schlittenaggregat verschiebbar an der Montageplatte gehalten sein und mittels des Montagesockels an verschiedenen Stellen der Montageplatte in einer jeweiligen Basisposition fixierbar sein, und zwar mittels eines steuerbaren Verstellantriebs. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die verschiedenen Stellen auf einer Kreisbahn liegen, die das Umformzentrum gibt. Das Schlittenaggregat ist dann normalerweise mit dem Umformwerkzeug voraus auf das Umformzentrum ausgerichtet. Dies gilt auch im Falle mehrerer Schlittenaggregate an der Montageplatte. Damit sollen jedoch andere Anordnungen der Schlittenaggregate nicht ausgeschlossen sein, z.B. Linearanordnungen, an denen die Schlittenaggregate in einer geraden Reihe nebeneinander liegen.

[0015] Wie oben bereits angedeutet, kann die Umformmaschine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einem Korrekturmodus betreibbar sein, in dem eine mittels der Positionierkontrolleinrichtung erfasste Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs relativ zu dem Soll-Arbeitsbewegungsweg durch Änderung der Ausrichtung des Schlittenaggregates verringerbar oder kompensierbar ist. Dies kann mit hinreichender Genauigkeit oft allein durch Drehen des Schlittenaggregates um die senkrecht zur Bewegungsebene des Umformwerkzeugs verlaufende Drehachse erfolgen. Die Erfassung eines Fehlers des Arbeitsbewegungsweges sollte stets durch Messung im Umformzentrum nahe der Stelle erfolgen, an der das Umformwerkzeug mit einem betreffenden Werkstück in Kontakt geraten soll. Hierdurch wird erreicht, dass zumindest in dem Raumbereich, in dem es auf eine möglichst genaue Einhaltung des Soll-Arbeitsbewegungsweges des Werkzeugs im Umformzentrum ankommt, die Abweichungen mit einfachen Mitteln korrigiert werden können.

[0016] Die Korrektur der Ausrichtung des Schlittenaggregates kann automatisch gesteuert mittels der dazu vorgesehenen steuerbaren Stellantriebsmittel erfolgen, insbesondere mittels des steuerbaren Drehantriebs. Eine diesbezüglich automatische laufende Überwachung der Einhaltung des Soll-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs im Umformzentrum ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung möglich. Geeignete Sensoren, wie etwa Linearencoder, magnetische Abstandssensoren oder induktive Abstandssensoren oder dgl., können zur Erfassung der Abweichung von Ist-Positionen des Umformwerkzeugs von Soll-Positionen zum Einsatz kommen.

[0017] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Positionierkontrolleinrichtung eine optische Positionserfassungseinrichtung, vorzugsweise Bilderfassungseinrichtung zur optischen, insbesondere bildweisen Erfassung von Ist-Positionen des Schlittenaggregates oder/und des Umformwerkzeugs umfasst, wobei ferner Auswertemittel zur Auswertung zum Zwecke der Erfassung von Abweichungen von zueinander zugeordneten Ist-Positionsdaten und Soll-Positionsdaten als Basis für eine insbesondere automatische Positionierungs- und Ausrichtungskorrektur des Schlittenaggregates vorgesehen sind. Die optische Positionserfassungseinrichtung kann z.B. eine oder mehrere Fotozellen oder dergleichen als Sensoren aufweisen. In ihrer Ausgestaltung als Bilderfassungseinrichtung kann sie beispielsweise einen oder mehrere Kamerasensoren oder Kameras aufweisen. Gemäß einer Variante könnte die Bilderfassungseinrichtung Standbilder im Sinne von Fotografien aufnehmen. Gemäß einer weiteren Variante könnte die Bilderfassungseinrichtung dazu bestimmt und ausgestaltet sein, Bewegbilder im Sinne von Filmsequenzen aufzunehmen, um den Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs beispielsweise während seiner Bewegung aufzunehmen. Die Soll-Positionsdaten können in einem Speicher vorgehalten sein. Vorzugsweise werden auch diese Soll-Positionsdaten auf der Basis von Bilddaten einer betreffenden Bilderfassungseinrichtung erzeugt. Hierzu kann beispielsweise ein Referenzbild oder eine Referenzfilmsequenz insbesondere vom Umformzentrum der ursprünglich präzise eingerüsteten Maschine aufgenommen werden, wobei die Bilddaten nach entsprechender Auswertung dann als Soll-Positionsdaten bereitgestellt werden können. Alternativ können die Soll-Positionsdaten auch computergenerierte Daten sein, mit denen die optisch erfassten Ist-Positionsdaten automatisch verglichen werden.

[0018] Der Überwachungsprozess der Ist-Situation kann beispielsweise regelmäßig nach bestimmten Zeitabständen automatisch erfolgen. Andererseits besteht auch die Möglichkeit den Überwachungsprozess kontinuierlich insbesondere auch während eines Umformprozesses, also während der normalen Arbeitsweise der Umformmaschine ablaufen zu lassen.

[0019] Bei Feststellung einer nicht mehr zu tolerierenden Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges vom Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum kann dann ein automatischer Korrekturvorgang erfolgen, in dem die Umformmaschine beispielsweise vorübergehend in einen Korrekturmodus übergeht, um die Abweichung zu verringern bzw. zu kompensieren.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Umformmaschine nach der Erfindung ist im Anspruch 4 dargestellt, wobei Ausgestaltungen dieser weiteren Ausführungsform in den auf Anspruch 4 rückbezogenen Ansprüchen, insbesondere auch in den Ansprüchen 13 - 15 genannt sind

[0021] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Positionskorrektur des Schlittenaggregates einer Um-

formmaschine nach Anspruch 2. Das Verfahren umfasst die Schritte:

- Erfassen einer Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum und
- Verdrehen des Schlittenaggregates um die Drehachse, so dass die Abweichung zumindest verringert wird.

[0022] Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens geht davon aus, dass geringe Positionsabweichungen des Schlittenaggregates allein durch Änderung des Stellwinkels durch Verdrehen des Schlittenaggregates soweit korrigierbar sind, dass sie sich nach der Korrektur an der Werkzeugbeaufschlagungsstelle im Umformzentrum nicht relevant auswirken. Das Nachstellen des Stellwinkels durch Verdrehen des Schlittenaggregates um die Drehachse kann bei hinreichender Auflösung des verwendeten steuerbaren Drehantriebs auf einfache Weise präzise erfolgen.

[0023] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren nach Anspruch 19 zur Positionskorrektur des Umformwerkzeugs einer Umformmaschine nach Anspruch 4, umfassend die Schritte:

- Erfassen einer Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum (9) und
- Verschieben des Justierrahmens (4B) längst der Justierbahn, so dass die Abweichung (A) zumindest verringert wird.

[0024] Die Verfahren nach Anspruch 18 und Anspruch 19 können kombiniert werden, so dass zur Verringerung der Abweichung (A) sowohl das Schlittenaggregat um seine Drehachse verdreht wird, als auch der Justierrahmen längs der Justierbahn verschoben wird.

[0025] Vorzugsweise umfasst der Schritt des Erfassens einer Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg das optische Erfassen, insbesondere bildweise Erfassen von Ist-Positionen des Schlittenaggregates oder/und des Umformwerkzeugs mittels einer optischen Positionserfassungseinrichtung, vorzugsweise Bilderfassungseinrichtung - und das Vergleichen der dabei ermittelten Daten mit Referenzdaten von zugeordneten Soll-Positionen des Schlittenaggregates oder/und des Umformwerkzeugs.

[0026] Das Erfassen von Ist-Positionen des Umformwerkzeugs setzt nicht voraus, dass das Umformwerkzeug tatsächlich während des Messvorgangs eingebaut ist. Es kann beispielsweise auch ein Element einer Messeinrichtung, beispielsweise ein mit Markierungen ausgestattetes Element anstelle des Umformwerkzeugs in dessen Position relativ zum Schlittenaggregat angeordnet sein.

[0027] Möglichkeiten der Vorgehensweise des Erfassens von geometrischen Abweichungen von Soll-Positionen, wie sie auch bei dem vorliegenden Verfahren eingesetzt werden können, wurden vorstehend bereits im Zusammenhang mit der Umformmaschine erwähnt.

[0028] Vorzugsweise erfolgt die Einstellung oder Nachstellung des Stellwinkels des Schlittenaggregates durch Verdrehen automatisch in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von dem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg mittels eines steuerbaren Drehantriebs.

[0029] Der Schritt des Erfassens einer Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg kann gemäß einer Verfahrensvariante laufend automatisch, vorzugsweise auch während des Umformbetriebs der Umformmaschine erfolgen.

[0030] Durch die Möglichkeit der einfachen Überwachung und Korrektur von Abweichungen des Umformwerkzeugs von seinem vorbestimmten Soll-Arbeitsweg kann ein weitgehend störungsfreier und dauerhafter Betrieb der Umformmaschine unter Verzicht auf Werkzeugführungsplatten bzw. Werkzeugplatten, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, gewährleistet werden. Damit eröffnen sich Möglichkeiten einer optimierten Ausnutzung des Platzes im Umformzentrum, also des Bereichs, in dem die Werkstückumformung stattfindet. Damit einhergehend können einfacher geformte Werkzeuge als bisher zum Einsatz kommen, insbesondere Werkzeuge, die auf standardisierten Grundformen basieren. Auch ist die Anzahl insbesondere nicht bewegter Werkzeugelemente im Umformzentrum bei vielen Umformprozessen deutlich geringer zu halten, als dies nach dem Stand der Technik für gleiche Umformaufgaben möglich war.

[0031] Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

- Figur 1 zeigt in einer Frontansicht eine gattungsgemäße Umformmaschine nach dem Stand der Technik, wie sie in der EP 2 641 669 A1 näher erläutert ist.
- Figur 2a zeigt in Frontansicht einen das Umformzentrum umfassenden Bereich einer Umformmaschine nach der Erfindung mit Umformwerkzeugen.
- Figur 2b zeigt den Maschinenbereich aus Figur 2a in entsprechender Perspektive, jedoch ohne Umformwerkzeuge.
- Figur 3 zeigt in einer Frontansicht ein Detail einer Umformmaschine nach der Erfindung, nämlich ein Umformzentrum mit darauf ausgerichteten Schlittenaggregaten und mit einer Positionierkontroll-einrichtung zur Erfassung von Abweichungen des tatsächlichen IstArbeitsbewegungsweges eines

Umformwerkzeugs von dem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs an einer vorbestimmten Stelle im Umformzentrum.
 Figur 4 zeigt zur Erläuterung einer Korrekturoperation ein Detail einer Umformmaschine nach der Erfindung in Frontansicht.

Figuren 5a und 5b zeigen in einer perspektivischen Ausschnittsdarstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Werkzeughalter, welcher einen Basisrahmen und einen relativ dazu verschiebbaren Justierrahmen aufweist, wobei in Figur 5a der Justierrahmen in Flucht zur Längserstreckung des zugeordneten Schlittenaggregates in einer Grundstellung dargestellt ist, wohingegen er in Figur 5b seitlich aus dieser Grundstellung heraus verschoben dargestellt ist.

[0032] Bei der in Figur 1 dargestellten, aus EP 2 641 669 A1 bekannten Umformmaschine handelt es sich um einen Stanz-Biegeautomaten 1, der ein Maschinengestell 3 mit einem Rahmen 5 und einer Montagewand 6, an welcher Umformaggregate 2 in einer Anordnung auf einem Kreis 7 montiert sind, aufweist. Bei den Umformaggregaten 2 handelt es sich um Schlittenaggregate mit axial vor- und zurückbewegbaren Stößeln 8, die an ihren zu einem Umformzentrum 9 ausgerichteten vorderen Enden Werkzeughalter 4 aufweisen, an denen Umformwerkzeuge 10 fixiert sind. Die Schlittenaggregate 2 weisen elektronisch steuerbare Elektromotoren 11 als Antriebsmittel für den linearen Vorschub und Rückhub der Stößel 8 und den daran vermittels der Werkzeughalter 4 angebrachten Umformwerkzeugen 10 auf. Zwischen dem Elektromotor 11 und dem Stößel 8 weist das jeweilige Schlittenaggregat 2 noch ein Getriebe, z.B. in Form eines Spindeltriebs, auf.

[0033] In dem Umformzentrum 9 weist die bekannte gattungsgemäße Umformmaschine 1 eine Werkzeugführungsplatte 13 auf, die mit Führungskanälen 15 für die Umformwerkzeuge 10 ausgestattet ist. Die Führungskanäle liegen in einer Ausrichtebene der Schlittenaggregate 2, die parallel zu der Montagewand 6 verläuft. Die Umformwerkzeuge, beispielsweise Biegestempel 10, sind in den Führungskanälen 15 aufgenommen und darin stabil zur Ausführung ihrer Arbeitshübe in Richtung Umformzentrum 9 und zurück geführt, so dass sie auf ihrem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg bei ihren Arbeitshüben während eines Umformprozesses bei der Bearbeitung eines umzuformenden Werkstückes im Umformzentrum 9 verbleiben. Wie bereits eingangs erwähnt, sind derartige Werkzeugführungsplatten 13 relativ komplex geformt und für den jeweiligen speziellen anstehenden Umformprozess individuell ausgestaltet.

[0034] Es ist ersichtlich, dass beim Einrüsten der Umformmaschine 1 für eine bestimmte Umformaufgabe die Schlittenaggregate 2 exakt so positioniert - und ausgerichtet werden müssen, dass sie die Umformwerkzeuge 10 längs der Zwangsführungen durch die Führungskanäle 15 weitestgehend klemmfrei vor- und zurückbewegen können.

[0035] Zur Erleichterung eines solchen Einrüstvorgangs können die Schlittenaggregate 2 auf dem Anordnungskreis 7 automatisch in verschiedene Basispositionen verschoben werden. Hierzu weisen sie Montagesockel 17 auf, die mit Eingriffsmitteln durch eine den Anordnungskreis 7 definierende Kreisnut hindurch die Montagewand 6 hintergreifen und in einer jeweiligen Basisposition an der Montagewand 6 fixierbar sind. Zur Bewegung der Schlittenaggregate 2 entlang des Anordnungskreises 7 ist ein rückseitig der Montagewand 6 angeordneter, steuerbarer Stellantrieb (nicht gezeigt) vorgesehen.

[0036] Jedes Schlittenaggregat 2 ist um eine senkrecht zur Bewegungsebene des zugehörigen Umformwerkzeugs stehende Drehachse 16 relativ zu ihrem Montagesockel 17 drehbar, so dass eine Stellwinkleinstellung des betreffenden Umformwerkzeugs 10 ausgehend von einer jeweiligen Basispositionierung des Schlittenaggregates 2 auf dem Anordnungskreis 7 möglich ist. (Dies ist für einige Schlittenaggregate 2 in Figur 1 durch Darstellung in zwei Winkleinstellungen angedeutet.) Hierzu hat jedes Schlittenaggregat 2 ein Drehlager, welches an dem Montagesockel 17 vorgesehen ist. Zum Drehen der Schlittenaggregate 2 um ihre Drehachsen 16 weist die Umformmaschine 1 einen steuerbaren Drehantrieb (nicht gezeigt) auf, mittels welchem jedes Schlittenaggregat 2 unabhängig von den anderen Schlittenaggregaten 2 um seine Drehachse 16 gesteuert verdrehbar ist. Durch Verschieben eines Schlittenaggregates 2 auf dem Anordnungskreis 7 in eine vorbestimmte Basisposition und durch Verdrehen des Schlittenaggregates 2 in seiner Basisposition kann somit eine gewünschte Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates 2 erfolgen, die einen Antrieb des zugehörigen Umformwerkzeugs 10 längs der Zwangsführung 15 in der Werkzeugführungsplatte 13 ermöglicht.

[0037] Abgesehen von der Anordnung und Verwendung einer Werkzeugführungsplatte 13 kann eine Umformmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung die vorstehend erwähnten Merkmale der Umformmaschine gemäß Figur 1 aufweisen. Im Unterschied zu der gattungsgemäßen Umformmaschine nach Figur 1 wird bei einer Umformmaschine nach der Erfindung auf gesonderte Führungskanäle für Umformwerkzeuge im Bereich des Umformzentrums verzichtet, so dass der Arbeitsbewegungsweg jedes Umformwerkzeugs allein durch die Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates bzw. des Umformwerkzeugs festgelegt ist.

[0038] Figur 2a zeigt das Umformzentrum 9 und dessen Umgebung einer im Übrigen entsprechend der gattungsgemäßen Maschine aus Figur 1 ausgestalteten Umformmaschine nach der Erfindung, wobei die Umformmaschine bereits mit betreffenden Werkzeugen eingerüstet ist.

[0039] Figur 2b zeigt den Maschinenabschnitt aus Figur 2a ohne Werkzeuge. Elemente in den Figuren 2a und 2b und den weiteren Figuren, die Elementen der Figur 1 entsprechen, sind mit korrespondierend gleichen Bezugszahlen ge-

kennzeichnet. Erkennbar sind in Figur 2a die mit ihren Umformwerkzeugen 10 auf ein Umformzentrum 9 ausgerichteten Schlittenaggregate 2 bei den Umformwerkzeugen 10 handelt es sich um Biegestempel, die frontseitig an den Stößeln 8 der Schlittenaggregate 2 befestigt sind und mittels dieser Stößel 8 axial vor- und zurückbewegbar sind, um Arbeitshübe und Rückhübe auszuführen. Dabei liegen sie nicht in Führungsnuten, sondern stehen frei nach vorn von den Stößeln 8 der Schlittenaggregate 2 ab. Der Arbeitsbewegungsweg des Biegestempels 10 eines jeweiligen Schlittenaggregates 2 ist richtungsmäßig somit durch die Positionierung und Ausrichtung des zugehörigen Schlittenaggregates 2 bestimmt.

[0040] Zusätzlich zu den bewegten Umformwerkzeugen 10 (Biegeschlitten 10) sind in dem Umformzentrum 9 noch feststehende Umformwerkzeuge 31 vorgesehen. Diese feststehenden Werkzeuge 31 sind auf einem rückwärtigen standardisierten Werkzeugträger 32 befestigt, der ein vorgegebenes Nuten- und Gewinderaster zur Befestigung von feststehenden Werkzeulementen 31 aufweist. Ein solcher Werkzeugträger 32 ist in Figur 2b gut zu erkennen. Er ist fest mit der Montagewand 6 verbunden. Der Verzicht auf eine Werkzeugführungsplatte mit Führungsnuten für bewegte Umformwerkzeuge bietet in vorteilhafter Weise Freiheiten bei der Ausnutzung des Platzes im Bereich des Umformzentrums 9 und insbesondere auch Freiheiten, was die Gestaltung sowohl der feststehenden als auch der bewegten Umformwerkzeuge 31, 10 anbelangt. Diese Vorteile werden bei Umformmaschinen nach der vorliegenden Erfindung genutzt. Um zu vermeiden, dass die frei bewegten Umformwerkzeuge 10 aufgrund von Einstellfehlern, Maschinentoleranzen, Alterung oder/und Verschleiß usw. bei ihren Arbeitshüben von dem für sie in einem betreffenden Umformprozess vorbestimmten Arbeitsbewegungsweg abweichen, ist gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass eine Positions- und Ausrichtungsüberwachung mittels einer Positionierkontrolleinrichtung stattfindet. Dieses kann nach bestimmten Zeitabständen oder laufend kontinuierlich erfolgen.

[0041] In Figur 3 ist eine Möglichkeit der Positionier- und Ausrichtkontrolle eines jeweiligen Schlittenaggregates 2 (hier des Schlittenaggregates 2a) außerhalb des Umformbetriebes der Umformmaschine gezeigt. Hierzu ist eine als Zubehör zur Umformmaschine zugehörige Messeinrichtung 40 vorgesehen, welche temporär auf einem zentralen Dorn im Umformzentrum 9 um eine senkrecht zur Bewegungsebene des Umformwerkzeuges des betreffenden Schlittenaggregates 2a verlaufende Drehachse 42 drehbar angeordnet ist, um ein in seinem distalen Bereich dem betreffenden Umformwerkzeug ähnelnden Ausrichtfinger 45 winkelmäßig zu verstellen. Dieser Ausrichtfinger 45 ist längs einer Linearführung 43 orthogonal zu der Drehachse 42 und parallel zu der Bewegungsebene eines von dem betreffenden Schlittenaggregat 2a zu bewegendem Umformwerkzeugs linear bewegbar. Der Ausrichtfinger 45 hat somit einen durch die Drehbarkeit der Messanordnung 40 bestimmten Rotationsfreiheitsgrad und einen zusätzlichen, durch die Bewegbarkeit längs der Linearführung 43 bestimmten Translationsfreiheitsgrad. Die Verstellung des Ausrichtfingers 45 sowie dessen Winkelausrichtung ist mittels einer Messuhr 44 messbar, so dass die Ausrichtung eines betreffenden Umformwerkzeugs dadurch erfasst werden kann, dass der Ausrichtfinger 45 axial zu dem Schlittenaggregat 2a in der Weise ausgerichtet wird, dass er die Ausrichtung annimmt, die ein an dem Stößel 8 ordnungsgemäß fixiertes Umformwerkzeug 10 aufweist bzw. einnehmen würde. Der Ausrichtfinger 45 liegt dabei in einer anderen Ebene als das ggf. darunter liegende Umformwerkzeug 10, so dass er nicht mit dem Schlittenaggregat 2a an dessen vorderen Stößelende oder einem ggf. daran angeordneten Umformwerkzeug kollidiert. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die dargestellte Positionier- und Ausrichtkontrolle ohne eingebautes Umformwerkzeug des betreffenden Schlittenaggregates 2a funktionieren kann, da der Ausrichtfinger 45 so ausgerichtet werden kann, dass er in die Richtung weist, die das Umformwerkzeug einnehmen würde. Dabei werden die Winkel- und Verschiebungsdaten des Ausrichtfingers 45 mittels der Messuhr 44 erfasst. Durch Vergleich mit Referenzdaten, die die Soll-Positionierung und Ausrichtung des betreffenden Umformwerkzeug angeben, kann festgestellt werden, ob das Schlittenaggregat 2a fehlerhaft positioniert bzw. ausgerichtet ist und somit eine Abweichung des Arbeitsbewegungsweges des von dem Schlittenaggregat 2a zu bewegendem Umformwerkzeugs von dem Soll-Arbeitsbewegungsweg im Bereich des Umformzentrums 9 vorliegt. Liegt eine solche Abweichung vor, so kann durch Drehen des betreffenden Schlittenaggregates 2a um seine Drehachse 16 eine Korrektur im Sinne der Verringerung dieser Abweichung vorgenommen werden. Dies erfolgt vorzugsweise automatisch mittels des steuerbaren Drehantriebs. Die Erfassung der Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges des betreffenden Umformwerkzeugs vom Soll-Arbeitsbewegungsweg sollte nahe an dem Werkzeugbeaufschlagungspunkt oder im Umformzentrum 9 erfolgen.

[0042] In Figur 4 ist ein Schlittenaggregat 2 mit durchgezogenen Linien in einer exakten Soll-Positionierung und -Ausrichtung so dargestellt, dass ein bestimmungsgemäß an dem Stößel 8 fixiertes Umformwerkzeug 10 die ihm zugeordnete Werkstückbeaufschlagungsstelle 50 im Umformzentrum 9 bei entsprechendem Vorwärtshub erreicht hat. Das Schlittenaggregat 2 ist hierzu mit seinem Montagesockel 10 in einer gewünschten Basisposition auf dem Anordnungskreis 7 angeordnet - und durch Stellwinkleinstellung durch Drehung um die Drehachse 16 so zu dem Umformzentrum 9 ausgerichtet worden, dass das Umformwerkzeug 10 (im Beispielsfall ein Biegestempel) seinem Soll-Arbeitsbewegungsweg entlang der strichpunktierter eingezeichneten Achse 52 bei den Arbeitshüben folgen kann. Die Achse 52 verläuft durch die Drehachse 70 und die Werkstückbeaufschlagungsstelle 50.

[0043] Mit gestrichelten Linien ist in Figur 4 dasselbe Schlittenaggregat 2 in fehlerhafter Positionierung und Ausrichtung angedeutet. Dabei ist es um einen Betrag D gegenüber der Soll-Basispositionierung auf dem Anordnungskreis 7 verschoben und überdies auch hinsichtlich des Stellwinkels fehlerhaft ausgerichtet, so dass sein Umformwerkzeug 10 bei

Hubbewegungen einen durch die Linie 54 gekennzeichneten Arbeitsbewegungsweg folgen würde. Mit A ist in Figur 4 die Abweichung des Ist-Arbeitsbewegungsweges 54 des fehlerhaft eingestellten Schlittenaggregates 2 gegenüber dem längs der Achse 52 verlaufenden Soll-Arbeitsbewegungsweg gekennzeichnet, wobei diese Abweichung A zwischen der Werkstückbeaufschlagungsstelle 50 auf der Achse 52 und der Stelle 55 auf der Achse 54 erfasst wurde. Die Stelle 55 auf der Achse 54 markiert den Punkt, den das Umformwerkzeug mit einer bestimmten Stelle an seinem vorderen Ende erreicht, wenn der Hub des fehlerhaft positioniert und ausgerichtetes Schlittenaggregates 2 dem Hub des korrekt positionierten und ausgerichtetes Schlittenaggregates 2 entspricht, mit dem letzteres sein Umformwerkzeug 10 mit der entsprechenden Stelle an dessen vorderen Ende an die Werkstückbeaufschlagungsstelle positioniert hat.

[0044] Zur Korrektur des Positions- und Ausrichtungsfehlers, also der Abweichung A, kann das Schlittenaggregat 2 durch Drehen um seine um den Betrag D gegenüber der Soll-Lage auf dem Anordnungskreis 7 verschobene Drehachse 16' verstellt werden, so dass die Achse 54 mit der Achse 56 zusammenfällt, welche sich zwischen der Drehachse 16' und dem Werkstückbeaufschlagungspunkt 50 in Figur 4 erstreckt. Damit ist die Positionierungsabweichung D des Schlittenaggregates auf dem Anordnungskreis 7 nicht aufgehoben, was jedoch in den meisten Fällen auch nicht erforderlich ist, da der neue Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs 10 längs der Achse 56 in der Umgebung der Werkstückbeaufschlagungsstelle 50 nur vernachlässigbar gering von dem Soll-Arbeitsbewegungsweg längs der Achse 52 abweicht, was in Figur 4 sehr gut zu erkennen ist. Es kann somit allein durch Stellwinkeländerung B eine hinreichend korrekte Positions- und Ausrichtungskorrektur des Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs 10 durchgeführt werden. Dies ist insbesondere steuerungstechnisch vorteilhaft, da lediglich der Drehantrieb des Schlittenaggregates 2 zu einem solchen Fehlerausgleich anzusteuern ist. Eine Stellwinkeländerung B kann daher rasch und zuverlässig mit gewünschtem Fehlerkorrekturerfolg durchgeführt werden.

[0045] Die Erfassung der Abweichung A oder eines damit korrespondierenden Abweichungsmaßes in Figur 4 kann mit den unter Bezugnahme auf Figur 3 erläuterten Maßnahmen erfolgen. Bevorzugt wird jedoch eine automatische Erfassung und Bestimmung der erforderlichen Stellwinkeländerung B mittels dazu geeigneter Mess- und Auswertungsmittel.

[0046] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Position und Ausrichtung der Schlittenaggregate 2 optisch durch Bildaufnahme mittels wenigstens einer Kamera erfolgt, die zumindest das Umformzentrum 9 und seine Umgebung erfasst. Durch Auswertung der Bilddaten und Vergleich mit entsprechenden Soll-Daten können dann Positions- und Ausrichtfehler der Schlittenaggregate 2 festgestellt werden, um sie schließlich in der schon erläuterten Weise korrigieren zu können.

[0047] Ein ebenfalls bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Umformmaschine 1 nach der Erfindung ist ausschnittsweise in den Figuren 5a und 5b dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel kann einige oder sämtliche Merkmale der vorstehend bereits erläuterten Ausführungsbeispiele aufweisen und hat als zusätzliche Besonderheit einen geteilten Werkzeughalter 4 mit einem Basisrahmen 4A, der fest mit dem linear verschiebbaren Stößel 8 des Schlittenaggregates 2 an dessen vorderen Ende verbunden ist, und mit einem Justierrahmen 4B, der an dem Basisrahmen zur Ausführung von Justierbewegungen relativ zu dem Schlittenaggregat 2 längs einer im Beispielsfall geradlinigen Justierbahn quer zur Längserstreckung 52 des Schlittenaggregates 2 in dessen Ausrichtungsebene oder parallel dazu verschiebbar geführt ist. In Figur 5a ist der Justierrahmen 4B in einer Grundstellung an dem Basisrahmen 4A dargestellt, in der er im Wesentlichen in Flucht zur Längserstreckung 52 des Schlittenaggregates 2 angeordnet ist. In Figur 5b ist der Justierrahmen 4B aus seiner Grundstellung heraus längs der Justierbahn verschoben dargestellt, so dass er relativ zu dem Schlittenaggregat 2 seitlich versetzt ist. An dem Justierrahmen 4B ist ein Werkzeugadapter 57 vorgesehen, der zur Aufnahme und Fixierung eines betreffenden Umformwerkzeugs (in Figuren 5a und 5b nicht gezeigt) dient, so dass das Umformwerkzeug z.B. längs der Werkzeugausrichtachse 53 ausgerichtet an den Justierrahmen 4B fixiert ist.

[0048] Zur Führung des Justierrahmens 4B an dem Basisrahmen 4A des Werkzeughalters 4 weisen der Basisrahmen 4A und der Justierrahmen 4B einander komplementäre Führungsprofile 58, 59 auf. Die Justierrahmen 4B kann in jeder gewünschten Justierstellung auf seiner begrenzten linearen Justierbahn mittels einer Klemmschraubenanordnung 60 fixiert werden.

[0049] Im Beispielsfall der Figuren 5a und 5b ist die Justierbahn geradlinig ausgebildet. In Varianten des hier betrachteten Ausführungsbeispiels könnten die einander komplementäre Führungsprofile des Basisrahmens und des Justierrahmens des Werkzeughalters alternativ so geformt sein, dass auch schräg zur Längserstreckung des Schlittenaggregates verlaufende oder gekrümmte, bspw. bogenförmige Justierbahnen vorliegen, längst denen der Justierrahmen relativ zum Basisrahmen des Werkzeughalters verschiebbar ist.

[0050] Das Maß der Verschiebung des Justierrahmens 4B kann beispielsweise durch einen oder mehrere seitliche Anschläge für den Justierrahmen 4B oder ein daran bereits vorgesehenen Umformwerkzeug an der Montagewand 6 oder einer daran vorgesehenen Werkzeugträgerplatte 32 für unbewegte Werkzeuge begrenzt bzw. festgelegt sein. Solche Anschläge können beispielsweise von einem oder mehreren Steckstiften gebildet sein, die in Löchern eines Lochrasters an der Montagewand bzw. an dem Werkzeugträger eingesteckt sind. Es können hierzu Steckstifte mit unterschiedlichen Durchmessern oder/und Steckstifte mit exzentrischen Umfangskonturen vorgehalten sein, um Abstandsvariationen der Anschläge nutzen zu können. Die Anschlagstifte können nach dem Einrüsten der Umformma-

schine, d.h. nach entsprechender Einstellung des oder der Umformwerkzeuge gegebenenfalls entfernt werden. In anderen Fällen können solche Anschläge auch als einseitige seitliche Führungsmittel für das betreffende Umformwerkzeug an der Montagewand oder einer daran gegebenenfalls vorgesehenen Platte auch während der späteren Umformprozesse verbleiben.

[0051] Die Verschiebbarkeit des Justierrahmens 4B relativ zu dem Schlittenaggregat 2 stellt somit einen weiteren Freiheitsgrad zur Korrektur von Abweichungen A des Ist-Arbeitsbewegungsweges eines an dem Justierrahmen 4B bestimmungsgemäß anzuordnenden Umformwerkzeugs 10 relativ zu dessen Soll-Arbeitsbewegungsweg dar.

[0052] Ist das zugeordnete Schlittenaggregat in eine gewünschte Basisposition auf dem Anordnungskreis 7 an der Montagewand 6 bewegt- und dort fixiert worden, besteht die Möglichkeit das Schlittenaggregat 2 um seine Drehachse 16 in eine gewünschte Ausrichtstellung hin zu dem Umformzentrum 9 zu drehen. Falls gewünscht und erforderlich kann dann noch der Justierrahmen 4B des Werkzeughalters 4 relativ zu dem Schlittenaggregat 2 längs der Justierbahn verschoben werden. Dies kann insgesamt oder teilweise manuell oder gemäß einer (nicht gezeigten) Weiterbildung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 5a und 5b automatisch mittels betreffender Stellantriebe und unter Kontrolle einer Steuereinrichtung erfolgen. Auf diese Weise ist somit ein an dem Justierrahmen 4B anzuordnendes Umformwerkzeug einzustellen, sodass es seine Umformaufgabe im Umformprozess präzise durchführen kann.

[0053] Sollte eine betreffende Positionierkontrollereinrichtung Abweichungen des Ist-Arbeitsbewegungsweges eines an dem Justierrahmen 4B bestimmungsgemäß angeordneten Umformwerkzeugs relativ zu dessen Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum 9 feststellen, so kann in einem Korrekturmodus der Umformmaschine 1 eine Korrektureinstellung des Umformwerkzeugs unter Nutzung des Drehfreiheitsgrades des Schlittenaggregates 2 um dessen Drehachse 16 oder/und unter Nutzung des Verschiebefreiheitsgrades des Justierrahmens 4B relativ zu dem Schlittenaggregat 2 durchgeführt werden.

[0054] Der Ist-Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs kann gemäß einer Variante der Erfindung stets mittels der Positionierkontrollereinrichtung auf Abweichungen vom Soll-Arbeitsbewegungsweg überwacht werden, so dass auch eine laufende bedarfsweise automatische Korrektur in der geschilderten Weise durch Drehen des Schlittenaggregates oder/und durch Verschieben des Justierrahmens möglich sein kann.

[0055] Der Möglichkeit der Einstellung eines Umformwerkzeuges durch Verschieben eines betreffenden Schlittenaggregates längs einer Führung an der Montagewand in eine Basisposition, durch Drehen der Schlittenaggregates um eine Drehachse zur Wahl eines Stellwinkels und durch Verschieben eines betreffenden Justierrahmens eines Werkzeughalters längs einer Justierbahn relativ zu dem Schlittenaggregat in der oben erläuterten Weise kann eigenständige erfinderische Bedeutung auch in der Anwendung bei gattungsgemäßen Umformmaschinen zukommen, also auch bei Umformmaschinen mit Führungskanälen für Umformwerkzeuge im Umformzentrum gemäß Figur 1, wobei entsprechende geteilte Werkzeughalter mit verschiebbaren Justierrahmen vorzusehen wären. Die Anmelderin behält sich vor, auf diesen Aspekt eine gesonderte Teilanmeldung zu richten und darin Vorrichtungs- oder/und Verfahrensaspekte aufzugreifen. Auch diesbezüglich kommt ganz oder teilweises manuelles Verschieben bzw. Drehen des Schlittenaggregates bzw. des Justierrahmens infrage. Wobei eine bevorzugte Ausführungsform eine automatische Einstellung mittels gesteuerter Stellantriebe vorsieht.

Patentansprüche

1. Umformmaschine, insbesondere Biegemaschine, umfassend

- einen Maschinenrahmen mit einer Montagewand (6),
- wenigstens ein an der Montagewand (6) angeordnetes und wahlweise in verschiedenen Ausrichtpositionen in einer Ausrichtungsebene einstellbares Schlittenaggregat (2) zur Bewegung eines daran vorderseitig abstehend befestigten Umformwerkzeugs (10), insbesondere Biegestempels, in einer Bewegungsebene zu einer vorbestimmten Werkstückbeaufschlagungsstelle (50) in einem Umformzentrum (9), wobei die Anordnung so getroffen ist, dass zur Führung des Umformwerkzeugs (10) während des Umformbetriebs der Maschine kein vom Schlittenaggregat (2) gesonderter Führungskanal in der Bewegungsebene des Umformwerkzeugs (10) vorhanden ist, so dass der Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs (10) in dessen Bewegungsebene richtungsmäßig durch die Positionierung und Ausrichtung des Schlittenaggregates (2) bzw. eines ggf. daran zur Halterung des Umformwerkzeugs (10) vorgesehenen Werkzeughalters (4) festgelegt ist, und
- eine Positionierkontrollereinrichtung (40) zur Erfassung von Abweichungen des tatsächlichen Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von dem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum (9).

2. Umformmaschine nach Anspruch 1, wobei das Schlittenaggregat mittels eines Montagesockels (17) in einer Basisposition an der Montagewand (6) fixierbar ist und in der Basisposition relativ zu dem Montagesockel (17) um

eine senkrecht zur Ausrichtungsebene verlaufende Drehachse (16) drehbar ist, um einen jeweiligen Stellwinkel des Umformwerkzeugs (10) zu dessen Ausrichtung relativ zur Werkstückbeaufschlagungsstelle (50) einzustellen.

- 5 3. Umformmaschine nach Anspruch 2, wobei ein steuerbarer Drehantrieb zum Verdrehen des Schlittenaggregates (2) um die Drehachse (16) zur gezielten Änderung des Stellwinkels des Umformwerkzeugs (10) vorgesehen ist.
- 10 4. Umformmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Umformwerkzeug an einem Werkzeughalter (4) fixiert ist, der an dem Schlittenaggregat (2) angeordnet- und zusammen mit dem Umformwerkzeug von dem Schlittenaggregat (2) zur Bewegung antreibbar ist, wobei der Werkzeughalter (4) einen direkt mit dem Schlittenaggregat verbundenen Basisrahmen (4A) und einen daran zur Ausführung von Justierbewegungen relativ zu dem Schlittenaggregat (2) längs einer Justierbahn verschiebbar geführten Justierahmen (4B) aufweist, an dem das Umformwerkzeug angeordnet ist.
- 15 5. Umformmaschine nach Anspruch 4, wobei die Justierbahn geradlinig und quer, vorzugsweise orthogonal zu einer Längsachse (52') des Schlittenaggregates (2) verläuft.
- 20 6. Umformmaschine nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Justierahmen (4B) mittels einer steuerbaren Werkzeughalter-Stelleinrichtung relativ zu dem Basisrahmen (4A) längs der Justierbahn verschiebbar ist.
- 25 7. Umformmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 2 - 6, wobei das Schlittenaggregat (2) mittels des Montagesockels (17) an verschiedenen Stellen der Montagewand (6) in einer jeweiligen Basisposition fixierbar ist.
- 30 8. Umformmaschine nach Anspruch 7, wobei ein steuerbarer Verstellantrieb zum geführten Verschieben des Schlittenaggregates (2) zu verschiedenen Stellen der Montagewand (6) vorgesehen ist.
- 35 9. Umformmaschine nach Anspruch 7 oder 8, wobei die verschiedenen Stellen auf einer Kreisbahn (7) liegen, die das Umformzentrum (9) umgibt.
- 40 10. Umformmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 1-9, wobei sie in einem Korrekturmodus betreibbar ist, in dem eine mittels der Positionierkontrolleinrichtung (40) erfasste Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs relativ zu dem Soll-Arbeitsbewegungsweg durch Änderung der Ausrichtung des Schlittenaggregates (2) verringerbare oder kompensierbar ist.
- 45 11. Umformmaschine nach Anspruch 10, wobei sie in dem Korrekturmodus dazu eingerichtet ist, die Änderung der tatsächlichen Ausrichtung des Schlittenaggregates (2) zur Verringerung oder Kompensation der Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges von dem Soll-Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs (10) durch Drehen des Schlittenaggregates (2) um die Drehachse (16) zu ermöglichen.
- 50 12. Umformmaschine nach Anspruch 11 und Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in dem Korrekturmodus dazu eingerichtet ist, das Schlittenaggregat (2) um die Drehachse (16) automatisch gesteuert mittels des steuerbaren Drehantriebs zu drehen, um die Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von dessen Soll-Arbeitsbewegungsweg in der Nähe der Werkstückbeaufschlagungsstelle im Umformzentrum (9) zu verringern.
- 55 13. Umformmaschine nach Anspruch 4 oder einem darauf bezogenen Anspruch, wobei sie in einem Korrekturmodus betreibbar ist, in dem eine mittels der Positionierkontrolleinrichtung (40) erfasste Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs (10) relativ zu dem Soll-Arbeitsbewegungsweg durch Verschieben des Justierrahmens (4B) relativ zu dem Basisrahmen (4A) des Werkzeughalters (4) verringerbare oder kompensierbar ist.
14. Umformmaschine nach Anspruch 10 und Anspruch 13, wobei sie in dem Korrekturmodus dazu eingerichtet ist, die Änderung der tatsächlichen Ausrichtung des Schlittenaggregates (2) zur Verringerung oder Kompensation der Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges von dem Soll-Arbeitsbewegungsweg des Umformwerkzeugs (10) durch Drehen des Schlittenaggregates (2) um die Drehachse (16) oder/und durch Verschieben des Justierrahmens (4B) relativ zu dem Basisrahmen (4A) des Werkzeughalters (4) verringerbare oder kompensierbar ist.
15. Umformmaschine nach Anspruch 14, wobei die Drehung des Schlittenaggregates (2) um die Drehachse (16) oder/und die Verschiebung des Justierrahmens (4B) relativ zu dem Basisrahmen (4A) des Werkzeughalters (4) automatisch mittels eines oder mehrerer Stellantriebe unter Kontrolle einer Steuereinrichtung durchführbar ist.

5 16. Umformmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Positionierkontrollereinrichtung eine optische Positionserfassungseinrichtung, vorzugsweise eine Bilderfassungseinrichtung zur optischen, insbesondere bildweisen Erfassung von Ist-Positionen des Schlittenaggregates (2) oder/und des Umformwerkzeugs (10) umfasst, wobei ferner Auswertemittel zur Auswertung zum Zwecke der Erfassung von Abweichungen von zueinander zugeordneten Ist-Positionsdaten und Soll-Positionsdaten als Basis für eine insbesondere automatische Ausrichtungskorrektur des Schlittenaggregates (2) bzw. Umformwerkzeugs (10) vorgesehen sind.

10 17. Umformmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schlittenaggregat (2) einen steuerbaren elektromotorischen Antrieb aufweist und als NC-Aggregat ausgebildet ist.

18. Verfahren zur Positionskorrektur des Umformwerkzeugs einer Umformmaschine nach Anspruch 2, umfassend die Schritte:

- 15
- Erfassen einer Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum (9) und
 - Verdrehen des Schlittenaggregates (2) um die Drehachse (16), so dass die Abweichung (A) zumindest verringert wird.

20 19. Verfahren zur Positionskorrektur des Umformwerkzeugs einer Umformmaschine nach Anspruch 4, umfassend die Schritte:

- 25
- Erfassen einer Abweichung (A) des Ist-Arbeitsbewegungsweges des Umformwerkzeugs von einem vorbestimmten Soll-Arbeitsbewegungsweg im Umformzentrum (9) und
 - Verschieben des Justierrahmens (4B) längst der Justierbahn, so dass die Abweichung (A) zumindest verringert wird.

30 20. Verfahren nach Anspruch 18 und nach Anspruch 19, wobei zur Verringerung der Abweichung (A) sowohl das Schlittenaggregat (2) um seine Drehachse (16) verdreht wird als auch der Justierrahmen (4A) längs der Justierbahn verschoben wird.

Fig. 1

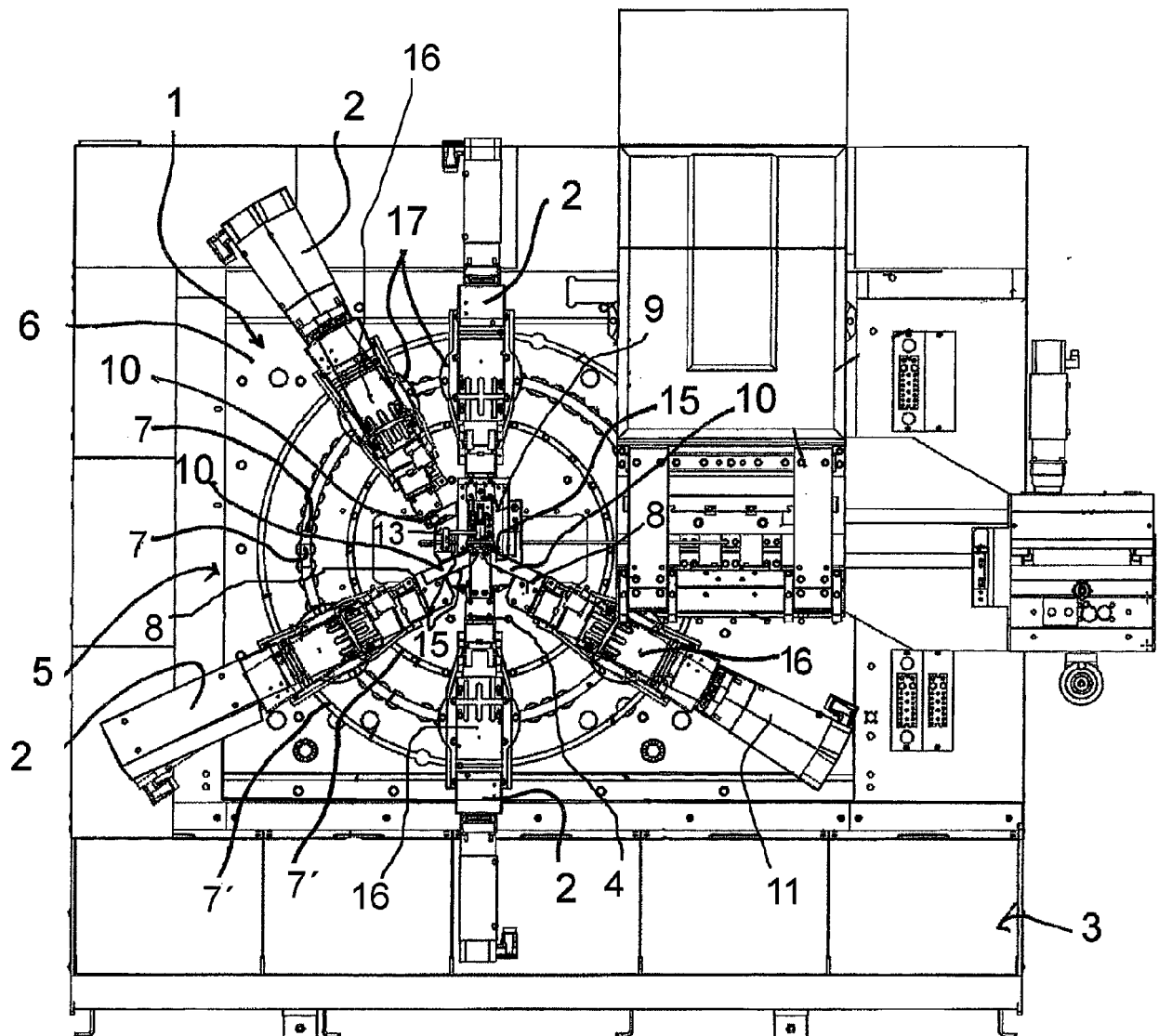


Fig. 2a

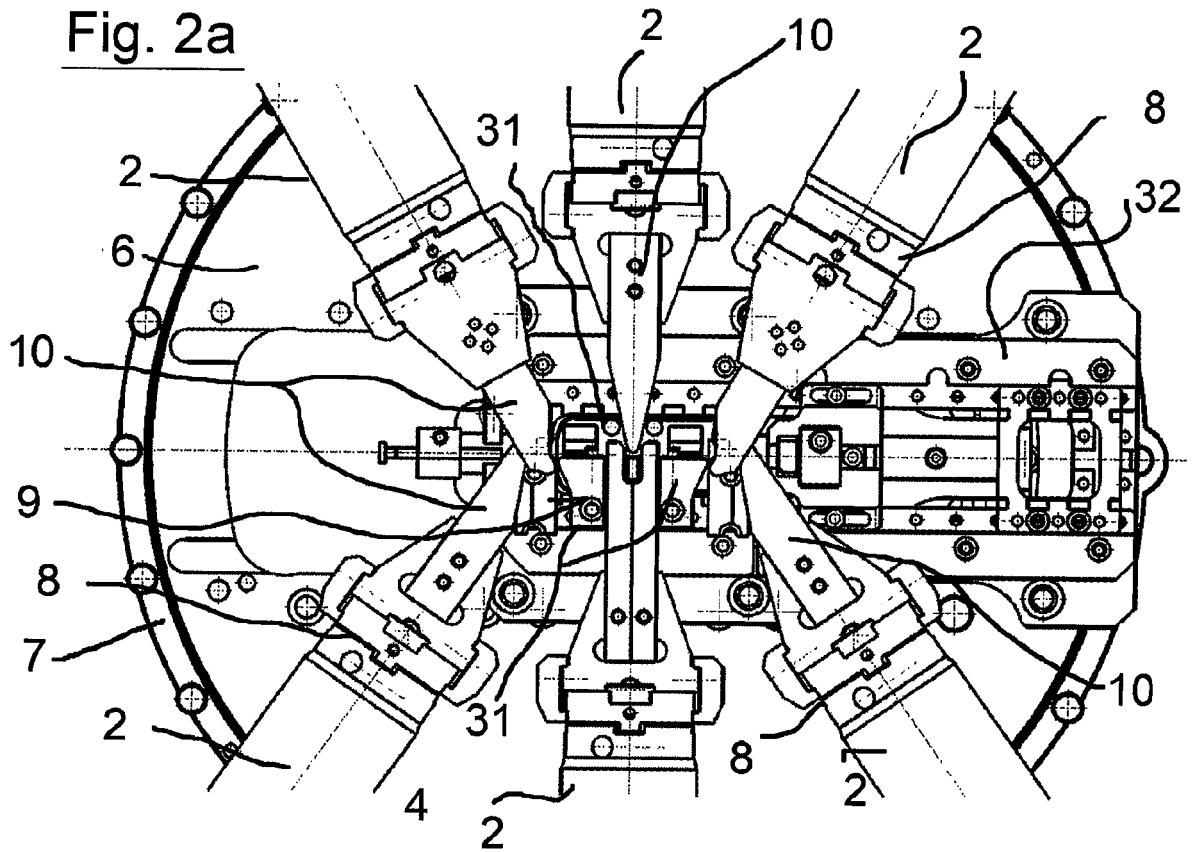


Fig. 2b

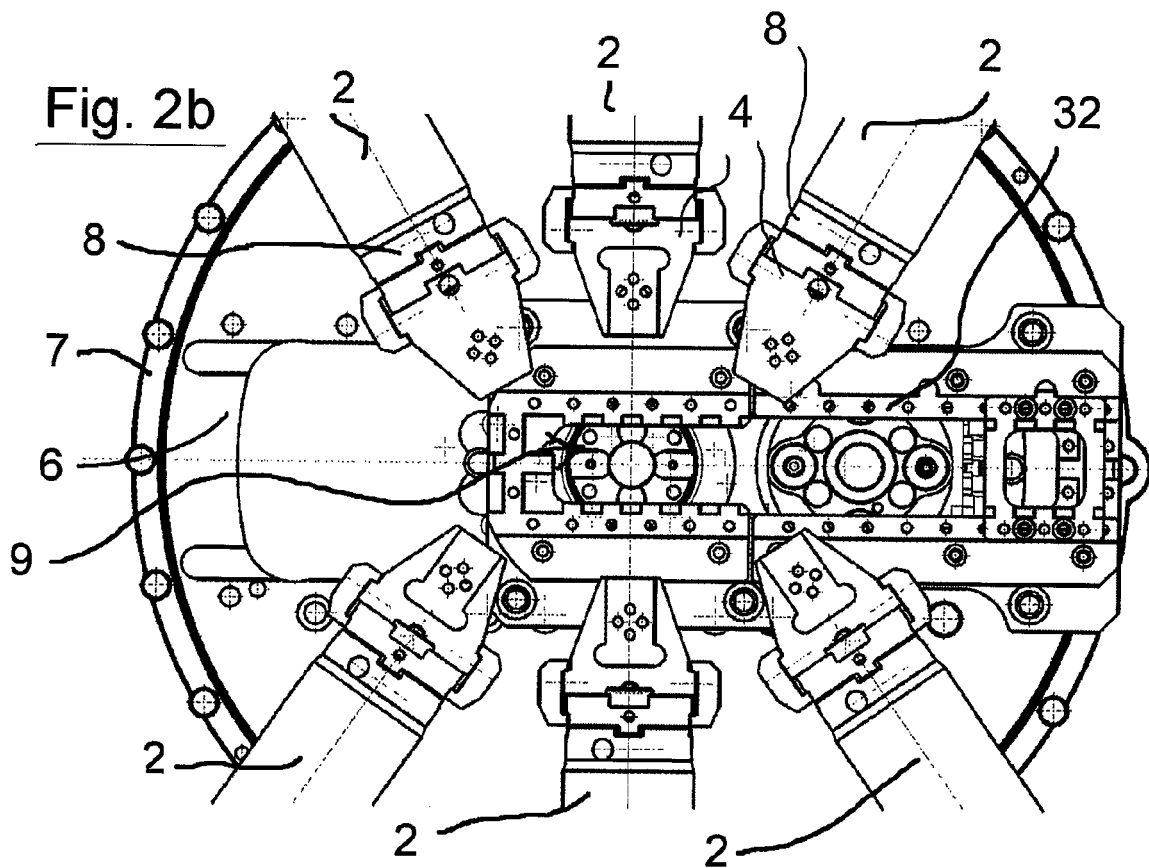


Fig. 3

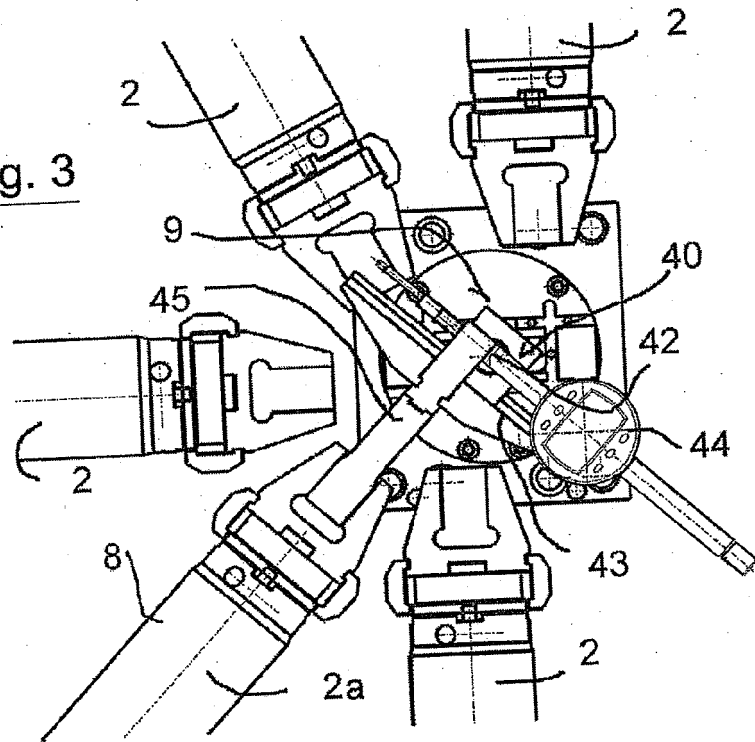


Fig. 4

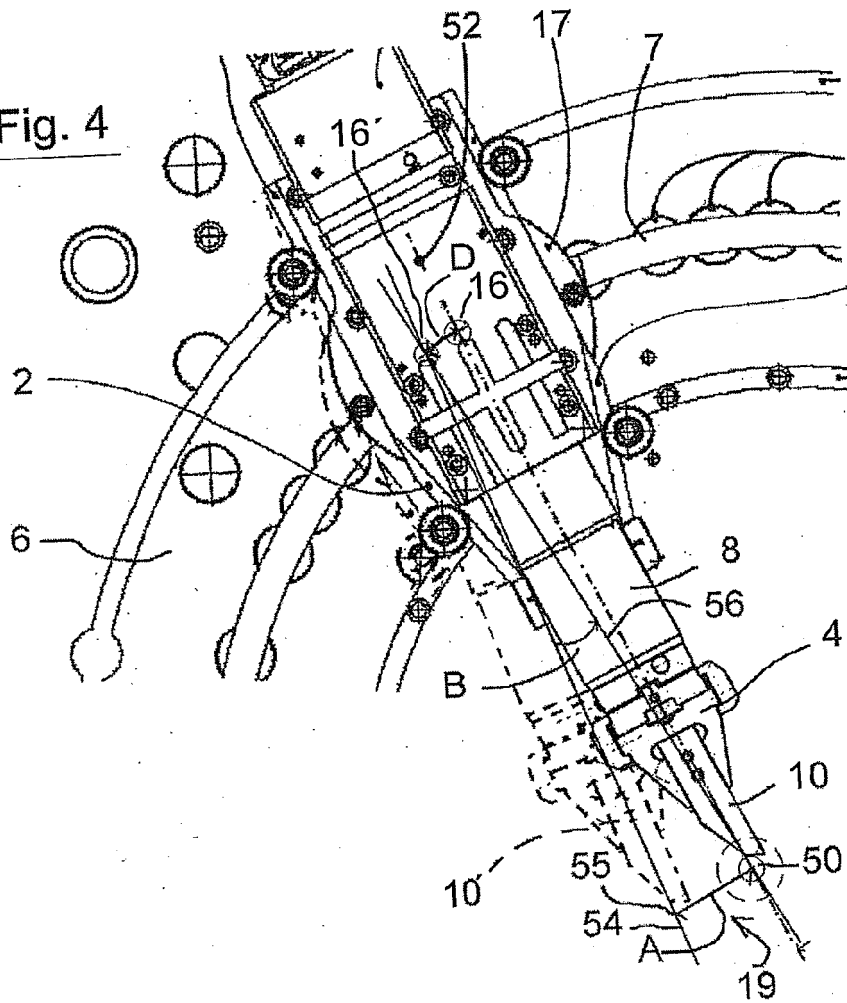


Fig. 5a

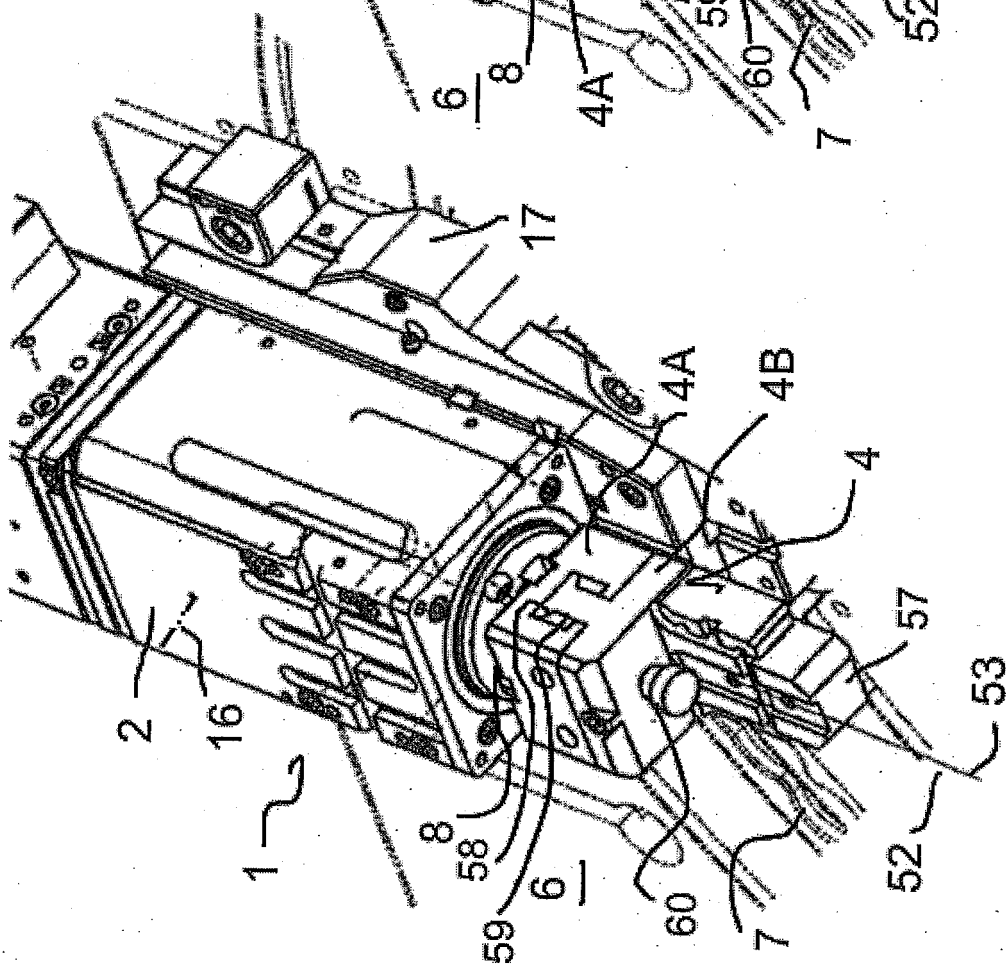
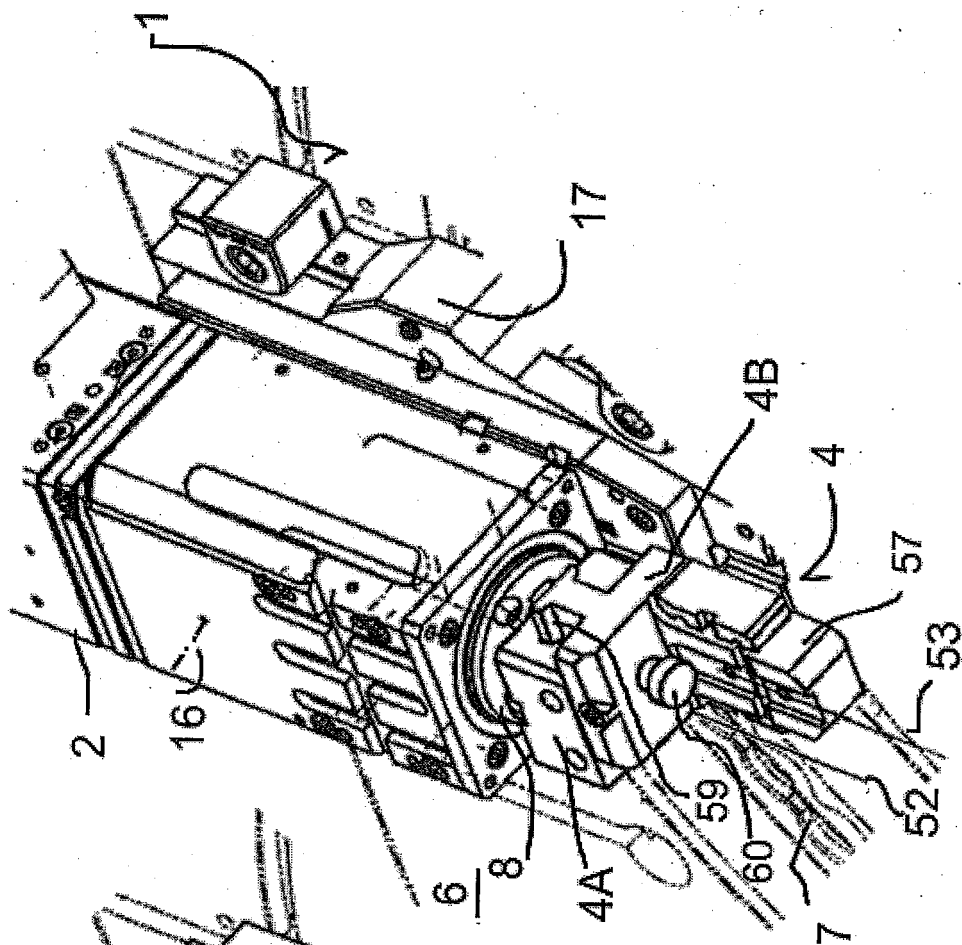


Fig. 5b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 15 0968

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 2 641 669 A1 (BIHLER OTTO HANDELS BETEILIGUNGS GMBH [DE]) 25. September 2013 (2013-09-25) * Abbildungen 1,2 *	1-20	INV. B21F1/00 B21D7/02 B21D7/12
A,D	DE 10 2014 206603 B3 (WAFIOS AG [DE]) 3. September 2015 (2015-09-03) * Abbildung 1 *	1-20	
A	US 2011/214467 A1 (KRUEGER WOLFGANG [DE] ET AL) 8. September 2011 (2011-09-08) * Absatz [0061] - Absatz [0061]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-20	
A	CN 205 020 709 U (TJK MACHINERY TIANJIN CO LTD) 10. Februar 2016 (2016-02-10) * Abbildungen 1,2 *	1-20	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D B21F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Juli 2017	Prüfer Vinci, Vincenzo
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 15 0968

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.

10-07-2017

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2641669 A1	25-09-2013	DE 102012204740 A1	26-09-2013
		DE 202013002888 U1	24-04-2013
		EP 2641669 A1	25-09-2013
		EP 2756893 A1	23-07-2014
		ES 2466923 T3	11-06-2014
		ES 2552537 T3	30-11-2015
		HK 1204233 A1	13-11-2015

DE 102014206603 B3	03-09-2015	DE 102014206603 B3	03-09-2015
		EP 3126073 A1	08-02-2017
		WO 2015150130 A1	08-10-2015

US 2011214467 A1	08-09-2011	DE 102010010895 B3	06-10-2011
		JP 5727253 B2	03-06-2015
		JP 2011177791 A	15-09-2011
		US 2011214467 A1	08-09-2011

CN 205020709 U	10-02-2016	KEINE	

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 2641669 A1 [0002] [0005] [0013] [0014] [0031] [0032]
- EP 2641669 A [0004]