



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.2020 Patentblatt 2020/49

(51) Int Cl.:
B21D 3/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20176912.2**

(22) Anmeldetag: **27.05.2020**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **ZIRN, Leo**
78585 Bubsheim (DE)
• **FRITZ, Rüdiger**
78532 Tuttlingen (DE)

(74) Vertreter: **Westphal, Mussnug & Partner**
Patentanwälte mbB
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(30) Priorität: **27.05.2019 DE 102019114112**

(71) Anmelder: **Grimm AG**
78559 Gosheim (DE)

(54) **RICHTPRESSE UND VERFAHREN ZUM BIEGERICHTEN VON LÄNGLICHEN WERKSTÜCKEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Richtpresse (10) zum Biegerichten von länglichen Werkstücken (17), umfassend einen Maschinentisch (14), zumindest zwei am Maschinentisch (14) befestigte Werkstückaufnahmen (16), die jeweils eine Aufnahmenut (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) aufweisen, eine Antriebseinrichtung (22) zum Drehen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) um seine Längsachse (L), eine Messeinrichtung (24) zum Messen der Rundlaufabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17), und eine zum Maschinentisch (14) hin und vom Maschinentisch (14) weg bewegbare Richteinheit (26) mit einem Richtstempel (28), mit welchem das in der Aufnahmenut (18) aufgenommene Werkstück (17) gebogen werden kann, und zumindest einen Andrückstempel (30), mit welchem das Werkstück (17) in die Aufnahmenut (18) gedrückt werden kann. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken (17) mit einer derartigen Richtpresse (10).

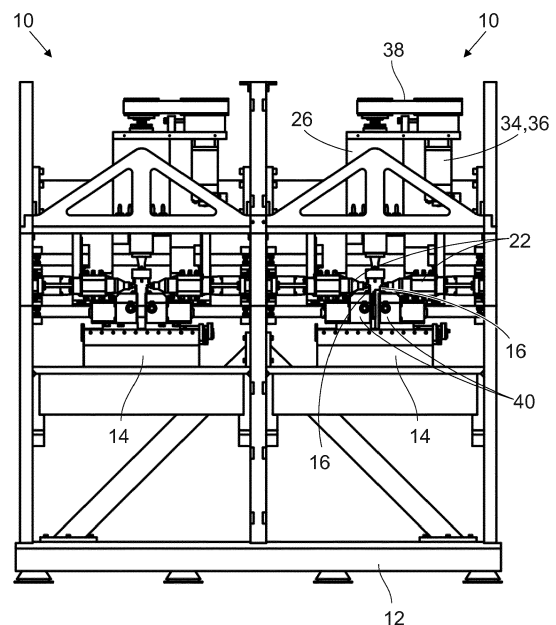


Fig.1A

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Richtpresse und ein Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken.

[0002] Das Biegerichten ist ein Umformprozess, bei welchem die Rundlaufabweichung eines Werkstücks, üblicherweise eines länglichen Werkstücks wie eine Welle oder ein Rohr, auf einen Wert unterhalb eines vorgebbaren Grenzwerts reduziert wird. In vielen Fällen ist das zu richtende Werkstück rotationssymmetrisch, allerdings können auch flächige, quaderförmige Werkstücke gerichtet werden. In diesem Fall wird nicht die Rundlaufabweichung unter den vorgebbaren Grenzwert reduziert, sondern die Abweichung von einer ideal geraden Längsachse. Derartige Abweichungen sollen im Folgenden als Geradheitsabweichung bezeichnet werden.

[0003] Das Biegerichten wird häufig auch bloß als Richten bezeichnet, so dass im Folgenden die Begriffe "Biegerichten" und "Richten" synonym verwendet werden. Als längliches Werkstück soll ein Werkstück angesehen werden, dessen Länge mindestens dreimal so groß ist wie dessen Durchmesser.

[0004] Der Prozess des Biegerichtens umfasst im Wesentlichen zwei Schritte. In einem ersten Schritt wird der Istwert der Rundlaufabweichung eines Werkstücks bestimmt. Hierzu wird das Werkstück typischerweise mit einer Antriebseinrichtung zumindest einmal vollständig um die eigene Längsachse gedreht und die Rundlaufabweichungen über den Drehwinkel mit einer entsprechend ausgebildeten Messeinrichtung bestimmt. Es kann daher festgestellt werden, bei welchem Drehwinkel die höchste Rundlaufabweichung vorliegt. In einem zweiten Schritt wird das Werkstück so auf eine Werkstückaufnahme aufgelegt, dass der Abschnitt des Werkstücks, der die größte Rundlaufabweichung aufweist, nach oben zeigt. Mit einem Richtstempel wird das Werkstück nach unten gedrückt. Die beiden Schritte werden solange wiederholt, bis dass die Soll-Istwertabweichung innerhalb des gewünschten Bereichs liegt.

[0005] Bei Richtpressen, wie sie beispielsweise aus der DE 39 29 397 A1, der DE 42 15 795 C1 und der DE 27 45 874 A1 bekannt sind, wird der erste Schritt, also der Schritt zum Bestimmen der Rundlaufabweichung, auf folgende Weise durchgeführt: Das betreffende Werkstück wird an seinen beiden Stirnflächen zwischen zwei Aufnahmespitzen der Antriebseinrichtung eingespannt und anschließend um die eigene Längsachse gedreht. An den beiden Stirnflächen weisen die Werkstücke konusförmige Vertiefungen auf, in welche die Aufnahmespitzen eingebracht sind, um das Werkstück so auszurichten, dass die Längsachse des Werkstücks mit der Drehachse der Antriebseinrichtung fluchtet. Wenn jedoch die konusförmigen Vertiefungen selbst nicht ausreichend exakt gefertigt sind oder diese als solche zwar ausreichend exakt gefertigt sind, aber ihre Symmetrieachsen nicht mit der Längsachse fluchten, werden Rundlaufabweichungen gemessen, die so nicht vorhanden sind. Der anschließende Schritt des Biegerichtens kann zu einer Umformung führen, welche die tatsächlich vorhandenen Rundlaufabweichungen nicht beseitigt, sondern neue Rundlaufabweichungen schafft.

[0006] Weitere Richtpressen sind aus der DE 101 44 135 C1, der DE 20 2004 009 261 U1 und der EP 2 548 668 A1 bekannt.

[0007] Aufgabe einer Ausführungsform der Erfindung ist es daher, eine Richtpresse vorzuschlagen, mit der es mit einfachen und kostengünstigen Mitteln möglich ist, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken vorzuschlagen, mit denen auf einfache, zeitsparende und kostengünstige Weise eine zuverlässige Bestimmung der Rundlaufabweichungen und Geradheitsabweichungen ermöglicht wird.

[0008] Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen 1 und 11 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Richtpresse zum Biegerichten von länglichen Werkstücken, umfassend

- einen Maschinentisch,
- zumindest zwei am Maschinentisch befestigte Werkstückaufnahmen, die jeweils eine Aufnahmenut zum Aufnehmen des Werkstücks aufweisen,
- eine Antriebseinrichtung zum Drehen des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks um seine Längsachse und/oder zum Bewegen des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks entlang seiner Längsachse,
- eine Messeinrichtung zum Messen der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks, und
- eine zum Maschinentisch hin und vom Maschinentisch weg bewegbare Richteinheit mit

o einem Richtstempel, mit welchem das in der Aufnahmenut aufgenommene Werkstück gebogen werden kann, und

o zumindest einen Andrückstempel, mit welchem das Werkstück in die Aufnahmenut gedrückt werden kann.

[0010] Die Richtpresse ist so ausgestaltet, dass die Bestimmung der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung und das anschließende Biegerichten dann vorgenommen werden, wenn das betreffende Werkstück in den

Werkstückaufnahmen aufgenommen ist. Im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Richtpressen wird die Bestimmung der Rundlaufabweichung nicht unter Verwendung von zwei Aufnahmespitzen durchgeführt, so dass mit der vorliegenden Richtpresse die Fehler der Bestimmung der Rundlaufabweichungen vermieden werden, die von unzureichend präzise gefertigten konusförmigen Vertiefungen hervorgerufen werden. Da sich das Werkstück sowohl beim Schritt des Bestimmens der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung als auch beim Schritt des Biegerichtens in den Werkstückaufnahmen befindet, muss die Position des betreffenden Werkstücks zwischen den beiden Schritten nicht geändert werden. Hierdurch lässt sich wertvolle Zeit einsparen, so dass die Anzahl der Werkstücke, die in einer bestimmten Zeitspanne gerichtet werden kann, erhöht werden kann. Insbesondere dann, wenn es sich bei den Werkstücken, die biegegerichtet werden sollen, um Massenartikel handelt, ist die erzielbare Zeitersparnis ein wichtiger Faktor bei der kostenoptimierten Herstellung.

[0011] Weiterhin kann die Antriebseinrichtung, mit welcher das Werkstück um die eigene Längsachse gedreht wird, einfacher ausgebildet sein, da sie nicht dazu in der Lage sein muss, das Werkstück in die Werkstückaufnahmen einzubringen.

[0012] Darüber hinaus weist die Richteinheit neben dem Richtstempel einen Andrückstempel auf, der dafür sorgt, dass das Werkstück, welches biegegerichtet werden soll, beim Bestimmen der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung in die Aufnahmenut der Werkstückaufnahmen gedrückt wird. Hierdurch wird gewährleistet, dass das betreffende Werkstück beim Bestimmen der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung auch dann eindeutig positioniert ist, wenn das Werkstück von der Antriebseinrichtung beschleunigt und verzögert wird. Dabei bietet es sich an, die Aufnahmenut feststehend und insbesondere nicht rotierbar auszugestalten. In der DE 101 44 135 C1 wird das Werkstück auf zwei drehbaren Rollen gelagert, die nicht als Aufnahmenut anzusehen sind. Die Rollen weisen immer eine bestimmte Rundlaufabweichung auf, welche sich auf das zu richtende Werkstück übertragen und damit die erzielbare Genauigkeit des Richtprozesses negativ beeinflussen. Feststehende Aufnahmenuten lassen sich deutlich genauer fertigen als Rollen, so dass eine höhere Präzision erreichbar ist.

[0013] Alternativ oder kumulativ zum Drehen des Werkstücks um die Längsachse ist die Antriebseinrichtung zum Bewegen des Werkstücks entlang der Längsachse ausgebildet. Wenn die Geradheitsabweichung eines nicht rotations-symmetrischen Werkstücks, beispielsweise eines quaderförmigen, flachen Werkstücks bestimmt und gegebenenfalls unterhalb eines bestimmten Grenzwerts reduziert werden soll, macht das Drehen um die Längsachse keinen Sinn. In diesem Fall wird das Werkstück mit einer seiner beiden Seitenflächen auf die Werkstückaufnahmen aufgelegt und von der Antriebseinrichtung entlang der Längsachse bewegt. Die Messeinrichtung misst die Abweichung des Abstands zwischen dem Werkstück und der Messeinrichtung vom Soll-Abstand über die Länge des Werkstücks, wodurch die Geradheitsabweichung bestimmt werden kann. Anschließend wird das Werkstück auf die oben beschriebene Weise gerichtet. Dabei kann das betreffende Werkstück so entlang der Längsachse bewegt werden, dass der Richtstempel dort am Werkstück angreifen kann, wo die größte Geradheitsabweichung vorliegt, wodurch die Geradheitsabweichung besonders effektiv reduziert werden kann.

[0014] Bei rotationssymmetrischen Werkstücken können diese sowohl entlang der Längsachse translatorisch als auch um die Längsachse rotatorisch bewegt werden. In diesem Fall können verschiedene Rundlaufabweichungen genau auf die Längsachse bezogen werden. Auch in diesem Fall kann das betreffende Werkstück so entlang der Längsachse bewegt werden, dass der Richtstempel dort am Werkstück angreifen kann, wo die größte Rundlaufabweichung vorliegt, wodurch die Rundlaufabweichung besonders effektiv reduziert werden kann.

[0015] Insbesondere bei längeren Werkstücken können das Messen der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung sowie das anschließende Richten wiederholt an einem Werkstück durchgeführt werden.

[0016] Gemäß einer weiterführenden Ausführungsform umfasst die Richtpresse einen Rotationssensor zum Erfassen der Drehbewegung des Werkstücks. Um den Richtprozess schnell und mit der gewünschten Präzision durchführen zu können, ist es von hoher Wichtigkeit, dass die gemessenen Rundlaufabweichungen einer Drehstellung oder einem Drehwinkel des zu richtenden Werkstücks eindeutig zugeordnet werden kann. Wie erwähnt, wird das Werkstück mittels der Antriebseinrichtung um die eigene Längsachse gedreht, wobei mittels der Messeinrichtung die Rundlaufabweichungen über den Drehwinkel bestimmt werden. Der Drehwinkel wird üblicherweise über die Antriebseinrichtung bestimmt. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich das Werkstück um denselben Drehwinkel dreht wie die Teile der Antriebseinrichtung, welche die Drehbewegung auf das Werkstück übertragen. Allerdings kann es je nach Ausgestaltung des Werkstücks und der Antriebseinrichtung zu einem Durchrutschen des Werkstücks gegenüber den betreffenden Teilen der Antriebseinrichtung kommen. Im Extremfall kann es vorkommen, dass das Werkstück überhaupt nicht gedreht wird. Dies kann insbesondere dann vorkommen, wenn die zurichtenden Bauteile kürzer sind als vorgesehen. Die dann angenommene Zuordnung der gemessenen Rundlaufabweichung zu dem Drehwinkel ist dann unbrauchbar.

[0017] Mithilfe des Rotationssensors kann festgestellt werden, ob das Werkstück um denselben Drehwinkel gedreht worden ist wie von der Antriebseinrichtung vorgegeben. Abweichungen infolge eines Schlupfes oder dergleichen können festgestellt und die Zuordnung der gemessenen Rundlaufabweichung zum Drehwinkel korrigiert oder eine erneute Messung veranlasst werden. Während sich die Rundlaufabweichungen mit einer ausreichenden Genauigkeit berührungslos, beispielsweise mittels eines Lasers, bestimmen lassen, ist die Bestimmung des Drehwinkels berührungslos

nur bedingt möglich. Daher bietet es sich an, dass der Rotationssensor eine Tastnadel aufweist, die am Werkstück anliegt. Aufgrund der Relativbewegung zwischen der Tastnadel und dem Werkstück entsteht eine Reibung, die zur Bestimmung des Drehwinkels verwendet werden kann. Mittels des Rotationssensors werden die Präzision und die Effektivität des Richtprozesses erhöht.

[0018] Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform ist der Andrückstempel federgelagert. Dadurch, dass der Andrückstempel federgelagert ist, wird eine Beschädigung des betreffenden Werkstücks insbesondere bei der Bestimmung der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung vermieden. Zudem können Werkstücke mit unterschiedlichen Durchmessern innerhalb von gewissen Grenzen mit der Richtpresse nach dieser Ausführungsform gerichtet werden, ohne dass hierzu die Richtpresse umgebaut werden müsste. Folglich lässt sich die Richtpresse nach dieser Ausführungsform flexibel einsetzen.

[0019] In einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Aufnahmenut als eine Prismennut ausgebildet sein. Mit einer Prismennut, die beispielsweise einen V-förmigen Querschnitt aufweisen kann, ist es möglich, Werkstücke mit unterschiedlichen Durchmessern in die Werkstückaufnahmen einzubringen, ohne dass hierzu die Werkstückaufnahmen geändert werden müssten. Die Werkstücke liegen nur an zwei Punkten auf der Prismennut auf und sind daher sehr exakt positioniert.

[0020] Bei einer weitergebildeten Ausführungsform können die Werkstückaufnahmen mittels einer Verstelleinrichtung bewegbar am Maschinentisch befestigt sein. Zum Bewegen der Werkstückaufnahmen kann die Verstelleinrichtung beispielsweise einen oder mehrere Servomotoren mit Steuerung umfassen. Dabei können die Werkstückaufnahmen zum einen aufeinander zu und voneinander weg und/oder zum anderen zur Richteinheit hin und von dieser weg bewegt werden. Für den Fall, dass die Werkstückaufnahmen aufeinander zu und voneinander weg bewegbar sind, können unterschiedlich lange Werkstücke gerichtet werden. Insbesondere bei langen Werkstücken kann es der Fall sein, dass entlang der Längsachse an mehreren Abschnitten Rundlaufabweichungen und/oder der Geradheitsabweichungen korrigiert werden müssen. Die Werkstückaufnahmen können so angeordnet werden, dass sich eine betreffende Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung besonders effektiv beseitigen lässt. Für den Fall, dass die Werkstückaufnahmen zur Richteinheit hin und von dieser zurück bewegt werden können, können Werkstücke mit unterschiedlichen Durchmessern so in Bezug auf die Antriebseinrichtung positioniert werden, dass sich ihre Längsachse nicht verändert. Hierzu kann auch der gesamte Maschinentisch, an welchem die Werkstückaufnahmen befestigt sind, entsprechend bewegbar ausgestaltet sein. Modifikationen an der Antriebseinrichtung sind daher nicht notwendig, wodurch sich die Richtpresse nach dieser Ausführungsform besonders flexibel einsetzen lässt.

[0021] Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Werkstückaufnahme zumindest im Bereich der Aufnahmenut eine reibungsreduzierte Oberfläche aufweisen. Derartige Oberflächen können beispielsweise mittels einer Polytetrafluorethylen-Beschichtung (PTFE-Beschichtung) oder mittels einer Oberfläche mit einer besonders geringen Oberflächenrauigkeit bereitgestellt werden. Wie erwähnt, wird bei der vorschlagsgemäßen Richtpresse die Bestimmung der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung dann durchgeführt, wenn das betreffende Werkstück in die Werkstückaufnahmen eingebracht ist. Insbesondere beim Drehen des Werkstücks um die eigene Längsachse, aber auch beim Bewegen des Werkstücks entlang seiner Längsachse stehen folglich die Werkstückaufnahmen und das Werkstück in Kontakt miteinander, so dass eine Reibung zwischen dem Werkstück und den Werkstückaufnahmen auftritt. Einerseits muss die Antriebseinrichtung diese Reibung überwinden, so dass ein gewisser Energiebetrag hierzu notwendig ist. Andererseits verursacht diese Reibung einen bestimmten Abrieb sowohl an dem Werkstück als auch an den Werkstückaufnahmen. Sowohl die zum Drehen des Werkstücks um die eigene Längsachse benötigte Energie als auch der Abrieb können durch das Vorsehen einer reibungsreduzierten Oberfläche der Werkstückaufnahmen verringert werden.

[0022] Eine weitergebildete Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Antriebseinrichtung ein Formschlussmittel und/oder ein Reibschlussmittel zum Übertragen der Drehbewegung auf das Werkstück aufweist. Das Formschlussmittel kann beispielsweise ein Vorsprung mit einem nicht rotationssymmetrischen Querschnitt, beispielsweise mit einem polygonalen Querschnitt, aufweisen, der in eine korrespondierende Ausnehmung eingreift. Sowohl der Vorsprung als auch die Ausnehmung können wahlweise am Werkstück oder an der Antriebseinrichtung angeordnet sein. Das Reibschlussmittel kann beispielsweise in Form eines Gummiklotzes ausgeführt sein, der an der Antriebseinrichtung angeordnet ist und über welchen die Antriebseinrichtung mit dem Werkstück in Kontakt tritt. In beiden Fällen wird gewährleistet, dass die Drehbewegung der Antriebseinrichtung ohne Schlupf auf das betreffende Werkstück übertragen wird. Hierdurch kann die gemessene Rundlaufabweichung exakt einem bestimmten Drehwinkel zugeordnet werden, wodurch sich die Präzision des Biegerichtens erhöhen lässt.

[0023] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Richtpresse einen Spindelantrieb zum Bewegen der Richteinheit aufweist. Zum Richten von Werkstücken müssen üblicherweise sehr hohe Kräfte aufgebracht werden, die üblicherweise im Bereich von 7 t liegen. Beispielsweise bei der in der DE 39 29 397 A1 offenbarten Richtpresse wird ein Hydraulikzylinder verwendet, um die Richteinheit und insbesondere den Richtstempel anzutreiben. Hierzu ist ein Druckspeicher notwendig, der einen gewissen Raum benötigt. Folglich kann die Richtpresse nicht überall in einer Werkhalle angeordnet werden. Darüber hinaus ist die Geräuscentwicklung des Hydraulikzylinders vergleichsweise hoch. Bei der in der DE 42 15 795 C1 offenbarten Richtpresse wird die Richteinheit und insbesondere der Richtstempel

mittels einer Hebeleinrichtung angetrieben, die einen vergleichsweise großen Bauraum benötigt. In beiden Fällen lassen sich die Rundlaufabweichungen und/oder der Geradheitsabweichung nur in bestimmten Grenzen beseitigen. Bezogen auf Werkstücke mit einem Durchmesser von 5 bis 20 mm lassen sich die Grundablaufabweichungen nur bis zu 20 µm reduzieren.

[0024] Aufgrund der Verwendung des Spindelantriebs, der auch als Kugelgewindetrieb ausgestaltet sein kann, ist es in dieser Ausführungsform der vorliegenden Richtpresse möglich, die Rundlaufabweichungen und/oder der Geradheitsabweichung bei vergleichbaren Werkstücken auf bis zu 5 µm zu reduzieren. Darüber hinaus benötigt der Spindeltrieb einen vergleichsweise geringen Bauraum.

[0025] Eine weitergebildete Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Spindeltrieb einen Elektromotor, insbesondere einen Servomotor umfasst. Die Verwendung eines Elektromotors ermöglicht es, die Geräuschentwicklung beim Antreiben des Richtstempels besonders gering zu halten. Insbesondere die Verwendung eines Servomotors ermöglicht eine besonders präzise Reduzierung der Rundlaufabweichungen und/oder der Geradheitsabweichung.

[0026] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Richtpresse mit einer Zu- und Abfuhrvorrichtung zum Zuführen von zu richtenden Werkstücken zur Richtpresse und zum Abführen der in der Richtpresse gerichteten Werkstücke zusammenwirkt. In dieser Ausführungsform kann der Prozess des Richtens weitgehend automatisiert werden. Insbesondere dann, wenn es sich bei den zu richtenden Werkstücken um Massenartikel handelt, lässt sich hierdurch die Bearbeitungszeit deutlich verringern, wodurch sich auch die Stückkosten gering halten lassen.

[0027] Eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken mittels einer Richtpresse nach einem der vorherigen Ausführungsformen, umfassend folgende Schritte:

- Auflegen eines länglichen Werkstücks in die Werkstückaufnahmen,
- Bewegen der Richteinheit zum Maschinentisch hin, so dass das Werkstück mit dem Andrückstempel in die Werkstückaufnahme gedrückt wird,
- Drehen des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks um seine Längsachse um mindestens 360° mittels der Antriebseinrichtung,
- Messen der Rundlaufabweichung des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks mit der Messeinrichtung,
- Drehen des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks mittels der Antriebseinrichtung derart, dass die größte Rundlaufabweichung zum Richtstempel zeigt, und
- Bewegen der Richteinheit zum Maschinentisch hin, so dass das Werkstück mit dem Richtstempel gebogen wird.

[0028] Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorschlagsgemäßen Verfahren erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Richtpresse erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass aufgrund der Tatsache, dass die Rundlaufabweichung des betreffenden Werkstücks dann gemessen wird, wenn sich das Werkstück in der Aufnahmenut der Werkstückaufnahmen befindet, Messfehler im Vergleich zu Messungen, die unter Verwendung von Aufnahmespitzen durchgeführt werden, vermieden werden, die in einer unzureichend präzisen Fertigung der konusförmigen Vertiefungen begründet sind, in welche die Aufnahmespitzen eingebracht werden.

[0029] Die Schritte des Verfahrens können solange wiederholt werden, bis dass die Rundlaufabweichung bis auf einen Wert unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes reduziert worden ist.

[0030] Der Schritt des Messens der Rundlaufabweichung kann auch so durchgeführt werden, dass nicht nur die größte Rundlaufabweichung, sondern auch die zweitgrößte oder die drittgrößte Rundlaufabweichung bestimmt wird. Auch diese Rundlaufabweichungen können auf die angegebene Weise reduziert werden.

[0031] Eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken mittels einer Richtpresse nach einem der vorherigen Ausführungsformen, umfassend folgende Schritte:

- Auflegen eines länglichen Werkstücks in die Werkstückaufnahmen,
- Bewegen der Richteinheit zum Maschinentisch hin, so dass das Werkstück mit dem Andrückstempel in die Werkstückaufnahme gedrückt wird,
- Bewegen des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks entlang der Längsachse mittels der Antriebseinrichtung,
- Messen der Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks mit der Messeinrichtung, und
- Bewegen der Richteinheit zum Maschinentisch hin, so dass das Werkstück mit dem Richtstempel gebogen wird.

[0032] In dieser Ausführungsform des Verfahrens wird nicht die Rundlaufabweichung, sondern die Geradheitsabweichung insbesondere eines nicht rotationssymmetrischen Werkstücks bestimmt. Auch bei der Bestimmung der Geradheitsabweichung gilt, dass aufgrund der Tatsache, dass die Geradheitsabweichung des betreffenden Werkstücks dann gemessen wird, wenn sich das Werkstück in der Aufnahmenut der Werkstückaufnahmen befindet, Messfehler im Vergleich zu Messungen, die unter Verwendung von Aufnahmespitzen durchgeführt werden, vermieden werden. Derartige

Messfehler sind insbesondere in einer unpräzisen Einspannung des Werkstücks zwischen den Aufnahmespitzen begründet, die vorschlagsgemäß vermieden werden.

[0033] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens umfasst folgende Schritte:

- 5 - Bewegen der Richteinheit vom Maschinentisch weg,
- Bewegen des Werkstücks entlang der Längsachse mit der Antriebseinrichtung, und
- erneutes Bewegen der Richteinheit zum Maschinentisch hin, so dass das Werkstück mit dem Richtstempel gebogen wird.

10 **[0034]** In dieser Ausgestaltung des Verfahrens liegt eine Information vor, an welcher Stelle bezogen auf die Längsachse die größte Rundlaufabweichung vorliegt, was insbesondere bei längeren Werkstücken von Vorteil ist. Insbesondere bei längeren Werkstücken ist es häufig der Fall, dass entlang der Längsachse mehrere Abschnitte eine erhöhte Rundlaufabweichung aufweisen. Dadurch, dass das Werkstück entlang der Längsachse verschoben werden kann, kann der Richtstempel genau dort am Werkstück ansetzen, wo die betreffende Rundlaufabweichung vorliegt, so dass die betref-

15 fenden Abschnitte besonders effektiv gerichtet werden können.
[0035] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens umfasst folgende Schritte:

- Bewegen der Werkstückaufnahmen entlang der Längsachse mit einer Verstelleinrichtung in Abhängigkeit der ge-
- 20 messenen Rundlaufabweichung und/oder der gemessenen Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut aufgenommenen Werkstücks.

[0036] Der Abstand zwischen den Werkstückaufnahmen kann so verändert werden, dass die gemessene Rundlaufabweichung oder Geradheitsabweichung besonders zielgerichtet beseitigt werden kann. Für den Fall, dass die Messung ergibt, dass die Geradheitsabweichung auf einen kleinen Abschnitt begrenzt ist, können die Werkstückaufnahmen ver-

25 gleichsweise dicht aufeinander zu bewegt werden. Erstreckt sich die Geradheitsabweichung über einen größeren Abschnitt, können die Werkstückaufnahmen in einem größeren Abstand zueinander positioniert werden. Bei der Bestimmung des Abstands der Werkstückaufnahmen voneinander kann auch das Widerstandsmoment des betreffenden Werkstücks berücksichtigt werden, so dass der Biegeprozess mit minimalem Kraftaufwand durchgeführt werden kann.

30 **[0037]** Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Figur 1A eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Richtpresse zum Biegerichten von länglichen Werkstücken anhand einer Vorderansicht,

35 Figur 1B die in Figur 1A dargestellte Ausführungsform der Richtpresse anhand einer perspektivischen Ansicht,

Figur 2 eine isolierte Darstellung eines Maschinengestells, der erfindungsgemäßen Richtpresse anhand einer perspektivischen Ansicht,

40 Figur 3 eine isolierte Darstellung der Richteinheit,

Figur 4 eine isolierte Darstellung einer Werkstückaufnahme, die mit einer Verstelleinrichtung bewegbar sind,

45 Figuren 5A bis 5D verschiedene prinzipielle Darstellungen zum Erläutern eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Richtpresse,

Figuren 6A bis 6D verschiedene prinzipielle Darstellungen zum Erläutern eines zweiten Ausführungsbeispiels des

50 erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Richtpresse, und

Figur 7 eine prinzipielle Darstellung einer Zu- und Abfuhrvorrichtung, mit welcher Werkstücke zur Richt-

55 **[0038]** In den Figuren 1A und 1B ist eine erfindungsgemäße Richtpresse 10 anhand einer Vorderansicht bzw. anhand einer perspektivischen Darstellung gezeigt. Die Richtpresse 10 ist in einem Maschinengestell 12 angeordnet, welches in der Figur 2 isoliert dargestellt ist. Das Maschinengestell 12 ist so ausgebildet, dass zwei Richtpressen 10 nebeneinander angeordnet werden können, wodurch die zur Verfügung stehende Grundfläche einer Werkhalle besonders effektiv

genutzt werden kann. Es können auch zwei oder mehrere der Maschinengestelle 12 nebeneinander angeordnet werden, so dass sich ein modularer Aufbau nach dem Baukastenprinzip realisieren lässt. Allerdings kann das Maschinengestell 12 auch nur für die Aufnahme einer Richtpresse 10 vorgesehen sein (nicht dargestellt).

[0039] Die beiden Richtpressen 10 sind weitgehend identisch aufgebaut, so dass sich die nachfolgende Beschreibung auf beide Richtpressen 10 bezieht.

[0040] Die Richtpresse 10 weist einen Maschinentisch 14 auf, an welchem mindestens zwei Werkstückaufnahmen 16 zum Aufnehmen eines Werkstücks 17 befestigt sind (siehe auch Figuren 5A bis 5D). Wie insbesondere aus dem vergrößerten Ausschnitt X der Figur 5A hervorgeht, weisen die Werkstückaufnahmen 16 jeweils eine Aufnahmenut 18 auf, in welche das Werkstück 17 eingebracht werden kann. Die Aufnahmenut 18 ist in diesem Fall als eine V-förmige Nut, die auch als Prismanut 20 oder als Lünette bezeichnet wird, ausgebildet.

[0041] Die beiden Werkstückaufnahmen 16 sind mittels jeweils einer Verstelleinrichtung 40 unabhängig voneinander zur Richteinheit 26 hin und von dieser weg sowie aufeinander zu und voneinander weg bewegbar (siehe auch Figur 4). Die Verstelleinrichtung 40 umfasst einen Servomotor 41 mit Steuerung (nicht dargestellt).

[0042] Weiterhin umfasst die Richtpresse 10 eine Antriebseinrichtung 22, mit der das in den Werkstückaufnahmen 16 aufgenommene Werkstück 17 um seine eigene Längsachse L gedreht (siehe insbesondere Figur 5C) sowie entlang seiner Längsachse bewegt (siehe Figur 6C) werden kann. Die Antriebseinrichtung 22 kann einen Servomotor mit Steuerung aufweisen (nicht dargestellt). Darüber hinaus ist eine Messeinrichtung 24 vorgesehen (siehe Figuren 5A bis 5D), mit welcher die Rundlaufabweichungen des in den Werkstückaufnahmen 16 aufgenommenen Werkstücks 17 bestimmt werden können. Die Messeinrichtung 24 kann, wie insbesondere aus der Figur 5C ersichtlich, die Rundlaufabweichungen des betreffenden Werkstücks 17 berührungslos ermitteln, beispielsweise mithilfe eines Laserstrahls. Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform der Messeinrichtung 24, in welcher die Messeinrichtung 24 einen Messtaster aufweist, mit dem die Messeinrichtung 24 am Werkstück 17 anliegt, um die Rundlaufabweichungen zu bestimmen. An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass die Messeinrichtung 24 das Werkstück 17 auch mit zwei Laserstrahlen und somit an zwei beabstandeten Stellen vermessen kann (siehe insbesondere Figur 6C).

[0043] Darüber hinaus ist die Richtpresse 10 mit zumindest einem Rotationssensor 25 ausgerüstet. Mit dem Rotationssensor 25 kann die Veränderung der Drehstellung des Werkstücks 17 infolge des Einwirkens der Antriebseinrichtung 22 auf das Werkstück 17 ermittelt werden. Insbesondere kann ermittelt werden, ob das Werkstück 17 tatsächlich um dasselbe Winkelmaß gedreht worden ist wie von der Antriebseinrichtung 22 vorgegeben. Ein Schlupf insbesondere beim Beschleunigen und Verzögern der Antriebseinrichtung 22 kann so erkannt werden. Je nach Ausführung kann der Rotationssensor 25 in die Messeinrichtung 24 integriert werden.

[0044] Weiterhin umfasst die Richtpresse 10 eine Richteinheit 26, welche zum Maschinentisch 14 hin und vom Maschinentisch 14 weg bewegbar ist. Die Richteinheit 26 weist einen Richtstempel 28 und zwei Andrückstempel 30 auf, welche besonders gut in den Figuren 5A bis 5D und 6A bis 6D erkennbar sind. Bezogen auf die im bestimmungsgemäßen Gebrauch vorliegende Ausrichtung der Richteinheit 26 sind die beiden Andrückstempel 30 jeweils rechts und links vom Richtstempel 28 angeordnet.

[0045] Wie insbesondere aus der Figur 3 hervorgeht, weist die Richtpresse 10 einen Spindelantrieb 32 auf, mit welcher die Richteinheit 26 zum Maschinentisch 14 hin und von diesem weg bewegt werden kann. Zum Antreiben der Spindelantrieb 32 ist ein Elektromotor 34, in diesem Fall ein Servomotor 36 vorgesehen, dessen Drehbewegung über ein Riemengetriebe 38 auf den Spindelantrieb 32 übertragen wird.

[0046] Bezugnehmend auf die Figuren 5A bis 5D wird im Folgenden ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens erläutert, mit welcher die vorschlagsgemäße Richtpresse 10 betrieben werden kann. In der Figur 5A befindet sich die Richtpresse 10 in einem Ausgangszustand, in welchem sich noch kein Werkstück 17 in den Werkstückaufnahmen 16 befindet. Man erkennt, dass sich die beiden Andrückstempel 30 etwas weiter zum Maschinentisch 14 hin erstrecken als der Richtstempel 28. Die beiden Andrückstempel 30 sind mit jeweils einer Feder 42 vorgespannt und folglich federgelagert.

[0047] Mittels einer Greifeinrichtung 44 (vgl. Figur 7) wird ein Werkstück 17a, welches gerichtet werden soll, in die Werkstückaufnahmen 16 eingebracht, wie aus Figur 5B hervorgeht. Das Werkstück 17a ist in diesem Fall stabförmig und rotationssymmetrisch. Anschließend wird die Richteinheit 26 infolge eines Aktivierens des Elektromotors 34 zum Maschinentisch 14 hin bewegt, so dass die Andrückstempel 30 das Werkstück 17a in die beiden Werkstückaufnahmen 16 drücken. Dabei werden die Federn 42 etwas komprimiert, um die gewünschte Andruckkraft zu erhalten. Der Richtstempel 28 berührt dabei das Werkstück 17a nicht.

[0048] Die Antriebseinrichtung 22 weist zwei parallel zum zur Oberfläche des Maschinentisches 14 bewegbare Antriebsglieder 46 auf, welche, wie aus der Figur 5C erkennbar ist, soweit an das Werkstück 17a herangefahren werden, bis dass diese mit dem Werkstück 17a in Berührung kommen. Die Werkstückaufnahmen 16 sind so ausgeführt, dass die Längsachse L des Werkstücks 17a so weit wie möglich mit der Drehachse D der beiden Antriebsglieder 46 fluchtet. Die beiden Antriebsglieder 46 werden nun in Drehung versetzt, wobei sich die Drehung der beiden Antriebsglieder 46 auf das Werkstück 17a überträgt. Hierzu weisen die Antriebsglieder 46 an ihren freien Enden, über welche sie mit dem Werkstück 17a in Kontakt treten, Formschlussmittel 48 oder Reibschlussmittel 50 auf, um die Drehbewegung möglichst schlupffrei auf das Werkstück 17a zu übertragen. Das Werkstück 17a wird beim Drehen weiterhin von den Andrück-

stempeln 30 in die Werkstückaufnahmen 16 gedrückt, um ein Herausspringen während des Drehens zu verhindern. Damit das Werkstück 17a mit möglichst geringem Energieaufwand und möglichst abriebsarm in den Werkstückaufnahmen 16 gedreht werden kann, weisen diese zumindest im Bereich der Aufnahmenut 18 eine reibungsreduzierte Oberfläche 52 auf, die im vergrößerten Ausschnitt X der Figur 5A zu erkennen ist.

[0049] Die Messeinrichtung 24 wird nun aktiviert und die Rundlaufabweichung des Werkstücks 17a bestimmt. Die Messeinrichtung 24 ist dabei so ausgestaltet, dass die Rundlaufabweichungen über den Drehwinkel des Werkstücks 17a bestimmt werden können. Gleichzeitig wird auch der Rotationssensor 25 aktiviert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Rotationssensor 25 eine Tastnadel 27 auf, welche beim Aktivieren soweit ausgefahren wird, dass die Tastnadel 27 mit dem Werkstück 17a in Berührung kommt. Mit der Tastnadel 27 können Relativbewegungen zwischen der Tastnadel 27 und dem Werkstück 17a registriert werden. Folglich kann festgestellt werden, um welchen Drehwinkel das Werkstück 17a tatsächlich gedreht worden ist und ob der Drehwinkel mit demjenigen übereinstimmt, der von der Antriebseinrichtung 22 vorgegeben worden ist. Die Zuordnung der Rundlaufabweichungen zum Drehwinkel des Werkstücks 17a kann auf diese Weise verifiziert werden. Insbesondere dann, wenn das Werkstück 17a in den Antriebsgliedern 46 durchrutscht, stimmt der von der Antriebseinrichtung 22 vorgegebene Drehwinkel nicht mit dem tatsächlichen Drehwinkel überein. Rundlaufabweichungen würden dann einem falschen Drehwinkel zugeordnet und der Richtprozess, der im Folgenden näher beschrieben wird, würde nicht zur gewünschten Präzision führen.

[0050] Nachdem die Rundlaufabweichungen bestimmt worden sind, wird das Werkstück 17a mit der Antriebseinrichtung 22 so um die Längsachse L gedreht, dass die größte Rundlaufabweichung zur Richteinheit 26 hin zeigt. Nun wird die Richteinheit 26 weiter zum Maschinentisch 14 hin bewegt, so dass der Richtstempel 28 mit dem Werkstück 17a in Berührung kommt (siehe Figur 5D). Der Richtstempel 28 bringt eine so hohe Kraft auf das Werkstück 17a auf, so dass dieses zum Maschinentisch 14 hin gebogen und plastisch verformt wird, wodurch die Rundlaufabweichung reduziert wird.

[0051] Der Schritt des Bestimmens der Rundlaufabweichung kann nun wiederholt werden, um festzustellen, ob die Rundlaufabweichung einen Wert erreicht hat, der unterhalb eines bestimmten Schwellenwertes liegt. Ist dies der Fall, kann das betreffende Werkstück 17a aus der Richtpresse 10 genommen werden. Liegt der Wert noch nicht unter dem Schwellenwert, kann das Werkstück 17a erneut mit dem Richtstempel 28 zum Maschinentisch 14 hin gebogen werden. Dieser Vorgang kann so häufig wiederholt werden, bis dass der Wert der Rundlaufabweichung unter dem Schwellenwert liegt. Es kann allerdings vorgesehen sein, dass nur eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen durchgeführt wird, um auszuschließen, dass ein Werkstück 17a mit einer besonders hohen Rundlaufabweichung unnötig lang gerichtet wird. In diesem Fall kann es sinnvoll sein, das betreffende Werkstück 17 als Ausschuss zu deklarieren und auszusondern.

[0052] Anhand der Figuren 6A bis 6D ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Verfahrens dargestellt. Die prinzipielle Verfahrensweise gleicht derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels, so dass im Folgenden auf die Unterschiede eingegangen wird. Angemerkt werden soll an dieser Stelle, dass aus Darstellungsgründen der Rotationssensor 25 nicht gezeigt ist. Der Rotationssensor 25 kann aber auf dieselbe Weise eingesetzt werden wie für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben. Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel soll in diesem Fall ein nicht rotationssymmetrisches Werkstück 17b gerichtet werden. Das Werkstück 17b weist einen rechteckigen Querschnitt auf und kann beispielsweise ein Flacheisen sein. Die Werkstückaufnahme 16 ist entsprechend an die Form des Werkstücks 17b angepasst. Auch die Antriebsglieder 46 sind an die Form des Werkstücks 17b angepasst.

[0053] In diesem Fall wird nicht die Rundlaufabweichung, sondern die Geradheitsabweichung gemessen. Wie aus Figur 6C hervorgeht, wird das Werkstück 17b nicht um seine Längsachse L gedreht, sondern von der Antriebseinrichtung 22 translatorisch entlang der Längsachse L bewegt. Dabei wird das Werkstück 17b mit den Andrückstempeln 30 in die Werkstückaufnahmen 16 gedrückt.

[0054] Die Geradheitsabweichung äußert sich in sich über die Längsachse ändernden Abständen zwischen dem Werkstück 17b und der Messeinrichtung 24. Nachdem die Geradheitsabweichung bestimmt worden ist, wird das Werkstück 17b auf die oben beschriebene Weise gerichtet.

[0055] Wie insbesondere aus der Figur 6C hervorgeht, verwendet die Messeinrichtung 24 zwei Laserstrahlen, um den Abstand zwischen der Messeinrichtung 24 und dem Werkstück 17b an zwei in Bezug auf die Längsachse L beabstandeten Stellen zu bestimmen. Hierdurch kann einerseits der Weg, um welchen das Werkstück 17b entlang der Längsachse L bewegt werden muss, verringert werden, wodurch Zeit im Richtprozess eingespart werden kann. Zudem muss nicht das gesamte Werkstück 17b vermessen werden. Kennt man den Abstand zwischen dem Werkstück 17b und der Messeinrichtung 24 an zwei Stellen, kann der Verlauf der Geradheitsabweichung über dem gesamten Werkstück 17b aufgrund von Erfahrungswerten und/oder unter Berücksichtigung der Balkentheorie geschätzt werden. Hierdurch lässt sich der Weg, um welchen das Werkstück 17b entlang der Längsachse L bewegt werden muss, weiter verringern.

[0056] Für den Fall, dass ein rotationssymmetrisches Werkstück 17a gerichtet werden soll, kann dieses nicht nur um die eigene Längsachse L gedreht, sondern auch entlang der Längsachse L bewegt werden. Hiermit lässt sich die Rundlaufabweichung über die Längsachse L bestimmen. Unabhängig davon, ob das Werkstück 17a zum Bestimmen der Rundlaufabweichung gedreht oder zusätzlich entlang der Längsachse bewegt wird, kann die Messeinrichtung 22 aus den genannten Gründen zwei Laserstrahlen oder mehr als zwei Laserstrahlen verwenden.

[0057] In den Figuren 5A bis 6D ist nicht dargestellt, dass die Werkstückaufnahmen 16 entlang der Längsachse L des

Werkstücks 17a, 17b verstellt werden können, so dass die Auflagerungspunkte des Werkstücks 17a, 17b relativ zum Richtstempel 28 verändert werden können. Bei einer gegebenen Rundlaufabweichung oder Geradheitsabweichung kann die Position der Werkstückaufnahmen 16 relativ zum Richtstempel 28 anhand von Erfahrungswerten und/oder hieraus entwickelten Algorithmen so verändert werden, dass die Rundlaufabweichung oder die Geradheitsabweichung

möglichst mit nur einem Richtvorgang und möglichst weitreichend reduziert werden kann.

[0058] In Figur 7 ist eine Zu- und Abfuhrvorrichtung 54 anhand einer prinzipiellen Darstellung gezeigt, mit welcher eine Vielzahl von zu richtenden Werkstücken 17 der Richtpresse 10 zugeführt und von dieser wieder entnommen werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Zu- und Abfuhrvorrichtung 54 eine Zufuhr-Fördereinrichtung 56, die ein Bunkerband 58 und ein Entnahmeband 60 umfasst. Das Entnahmeband 60 ist etwas unterhalb des Bunkerbands 58 angeordnet, wobei das Bunkerband 58 etwas über das Entnahmeband 60 hervorsteht. Die zu richtenden Werkstücke 17 sind im dargestellten Ausführungsbeispiel Masseartikel, welche ungeordnet auf das Bunkerband 58 geschüttet werden können. Das Bunkerband 58 und das Entnahmeband 60 können mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegt werden, wodurch es möglich ist, die Anzahl der Werkstücke 17, welche vom Bunkerband 58 auf das Entnahmeband 60 übergeben wird, gering zu halten. Insbesondere ist es auch möglich, hierzu das Bunkerband 58 für eine gewisse Zeit zu stoppen, während das Entnahmeband 60 weiterläuft. Die Zu- und Abfuhrvorrichtung 54 umfasst eine Bildverarbeitungseinrichtung 62, mit welcher die auf dem Entnahmeband 60 angeordneten Werkstücke 17 hinsichtlich ihrer Position und Ausrichtung erfasst werden können. Diese Information wird an die bereits erwähnte Greifeinrichtung 44 übermittelt, welche hiermit in der Lage ist, ein einzelnes Werkstück 17 vom Entnahmeband 60 zu entnehmen und auf die beiden Werkstückaufnahmen 16 der Richtpresse 10 aufzulegen, wie es in der Figur 5B dargestellt ist. Anschließend kann das Werkstück 17 auf die oben beschriebene Weise bearbeitet werden. Nach erfolgter Bearbeitung wird das bearbeitete Werkstück 17 mittels der Greifeinrichtung 44 aus der Richtpresse 10 entnommen und auf eine Abführeinheit 66 aufgelegt, mit welcher das bearbeitete Werkstück 17 weitertransportiert werden kann. Wie aus der Figur 7 hervorgeht, können die bearbeiteten Werkstücke 17 geordnet auf die Abführeinheit 66 aufgelegt werden. Insbesondere ist es möglich, die bearbeiteten Werkstücke 17 geordnet in einen hier nicht dargestellten Ladungsträger abzulegen, so dass die bearbeiteten Werkstücke 17 platzsparend weitertransportiert werden können.

[0059] Wie ebenfalls aus der Figur 7 hervorgeht, ist weist die Greifeinrichtung 44 zwei Greifabschnitte 68 auf, so dass sie zwei Werkstücke 17 gleichzeitig ergreifen kann. Wenn die Greifeinrichtung 44 ein zu bearbeitendes Werkstück 17 von vom Entnahmeband 60 entnimmt, ist nach der Entnahme nur ein Greifabschnitt 68 belegt. Wenn die Greifeinrichtung 44 die Richtpresse 10 erreicht hat, entnimmt sie zunächst das bearbeitete Werkstück 17 mit dem freien Greifabschnitt 68 aus den Werkstückaufnahmen 16 und legt danach das zu bearbeitende Werkstück 17 in den Werkstückaufnahmen 16 ab. Das bearbeitete Werkstück 17 transportiert sie dann zur Abführeinheit 66 und legt es dort ab. Hierdurch können die zurückzulegenden Wege der Greifeinrichtung 44 und folglich die benötigte Zeit gering gehalten werden.

Bezugszeichenliste

[0060]

- 10 Richtpresse
- 12 Maschinengestell
- 14 Maschinentisch
- 16 Werkstückaufnahme
- 17 Werkstück
- 18 Aufnahmenut
- 20 Prismennut
- 22 Antriebseinrichtung
- 24 Messeinrichtung
- 25 Rotationssensor
- 26 Richteinheit
- 27 Tastnadel
- 28 Richtstempel
- 30 Andrückstempel
- 32 Spindelantrieb
- 34 Elektromotor
- 36 Servomotor
- 38 Riemengetriebe

40	Verstelleinrichtung
41	Servomotor
42	Feder
44	Greifeinrichtung
5	46 Antriebsglieder
48	Formschlussmittel
50	Reibschlussmittel
52	reibungsreduzierte Oberfläche
10	54 Zu- und Abführvorrichtung
56	Zuführ-Fördereinrichtung
58	Bunkerband
60	Entnahmeband
62	Bildverarbeitungseinrichtung
15	64 Greifeinrichtung
66	Abführeinheit
68	Greifabschnitt
D	Drehachse
20	L Längsachse

Patentansprüche

- 25 1. Richtpresse (10) zum Biegerichten von länglichen Werkstücken (17), umfassend
- einen Maschinentisch (14),
 - zumindest zwei am Maschinentisch (14) befestigte Werkstückaufnahmen (16), die jeweils eine Aufnahmenut (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) aufweisen,
 - 30 - eine Antriebseinrichtung (22) zum Drehen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) um seine Längsachse (L) und/oder zum Bewegen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) entlang seiner Längsachse (L),
 - eine Messeinrichtung (24) zum Messen der Rundlaufabweichung und/oder der Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17), und
 - 35 - eine zum Maschinentisch (14) hin und vom Maschinentisch (14) weg bewegbare Richteinheit (26) mit
 - o einem Richtstempel (28), mit welchem das in der Aufnahmenut (18) aufgenommene Werkstück (17) gebogen werden kann, und
 - o zumindest einen Andrückstempel (30), mit welchem das Werkstück (17) in die Aufnahmenut (18) gedrückt werden kann.
 - 40
2. Richtpresse (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Andrückstempel (30) federgelagert ist.
- 45 3. Richtpresse (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmenut (18) als eine Prismennut (20) ausgebildet ist.
4. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahmen (16) mittels einer Verstelleinrichtung (40) bewegbar am
50 Maschinentisch (14) befestigt sind.
5. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme (16) zumindest im Bereich der Aufnahmenut (18) eine reibungsreduzierte Oberfläche aufweist.
- 55 6. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (22) ein Formschlussmittel (48) und/oder ein Reibschlussmittel (50) zum Übertragen der Drehbewegung auf das Werkstück (17) aufweist.

7. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (22) zum Bewegen des Werkstücks (17) entlang der Längsachse (L) ausgebildet ist.

8. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Richtpresse (10) einen Rotationssensor (25) zum Erfassen der Drehbewegung des Werkstücks (17) umfasst.

9. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Richtpresse (10) einen Spindelantrieb (32) zum Bewegen der Richteinheit (26) aufweist.

10. Richtpresse (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelantrieb (32) einen (36), insbesondere einen Servomotor umfasst.

11. Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Richtpresse (10) mit einer Zu- und Abfuhrvorrichtung (54) zum Zuführen von zu richtenden Werkstücken (17) zur Richtpresse (10) und zum Abführen der in der Richtpresse (10) gerichteten Werkstücke (17) zusammenwirkt.

12. Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken (17) mittels einer Richtpresse (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende Schritte:

- Auflegen eines länglichen Werkstücks (17) in die Werkstückaufnahmen (16),
- Bewegen der Richteinheit (26) zum Maschinentisch (14) hin, so dass das Werkstück (17) mit dem Andrückstempel (30) in die Werkstückaufnahme (16) gedrückt wird,
- Drehen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) um seine Längsachse (L) um mindestens 360° mittels der Antriebseinrichtung (22),
- Messen der Rundlaufabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) mit der Messeinrichtung (24),
- Drehen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) mittels der Antriebseinrichtung (22) derart, dass die größte Rundlaufabweichung zum Richtstempel (28) zeigt, und
- Bewegen der Richteinheit (26) zum Maschinentisch (14) hin, so dass das Werkstück (17) mit dem Richtstempel (28) gebogen wird.

13. Verfahren zum Biegerichten von länglichen Werkstücken (17) mittels einer Richtpresse (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend folgende Schritte:

- Auflegen eines länglichen Werkstücks (17) in die Werkstückaufnahmen (16),
- Bewegen der Richteinheit (26) zum Maschinentisch (14) hin, so dass das Werkstück (17) mit dem Andrückstempel (30) in die Werkstückaufnahme (16) gedrückt wird,
- Bewegen des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) entlang der Längsachse (L) mittels der Antriebseinrichtung (22),
- Messen der Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17) mit der Messeinrichtung (24), und
- Bewegen der Richteinheit (26) zum Maschinentisch (14) hin, so dass das Werkstück (17) mit dem Richtstempel (28) gebogen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder nach Anspruch 13, weiterhin umfassend folgende Schritte:

- Bewegen der Richteinheit (26) vom Maschinentisch (14) weg,
- Bewegen des Werkstücks (17) entlang der Längsachse (L) mit der Antriebseinrichtung (22) in Abhängigkeit der gemessenen Rundlaufabweichung oder der gemessenen Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17), und
- erneutes Bewegen der Richteinheit (26) zum Maschinentisch (14) hin, so dass das Werkstück (17) mit dem Richtstempel (28) gebogen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, weiterhin umfassend folgende Schritte:

EP 3 744 436 A1

- Bewegen der Werkstückaufnahmen (16) entlang der Längsachse (L) mit einer Verstelleinrichtung (40) in Abhängigkeit der gemessenen Rundlaufabweichung und/oder der gemessenen Geradheitsabweichung des in der Aufnahmenut (18) aufgenommenen Werkstücks (17).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

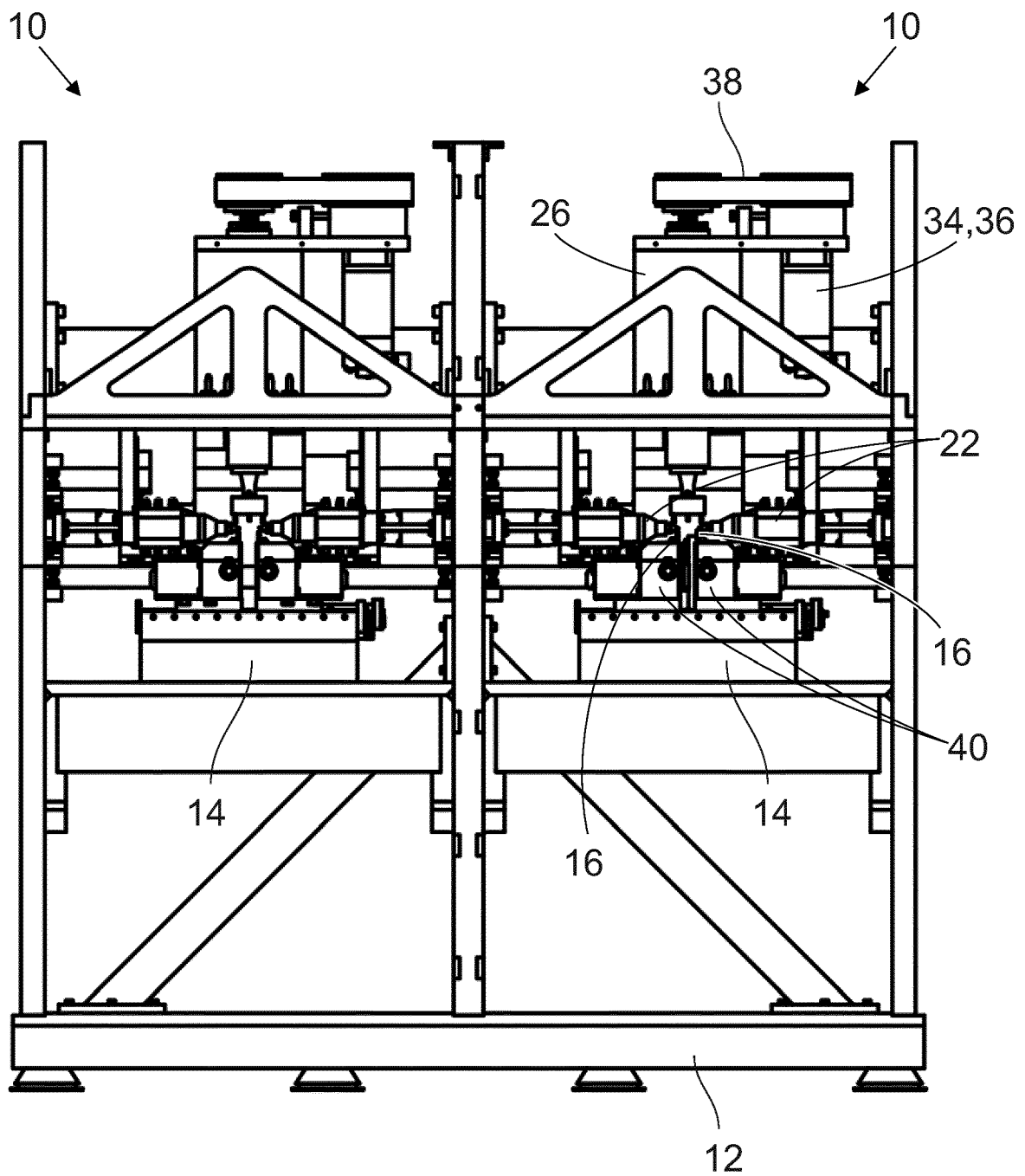


Fig.1A

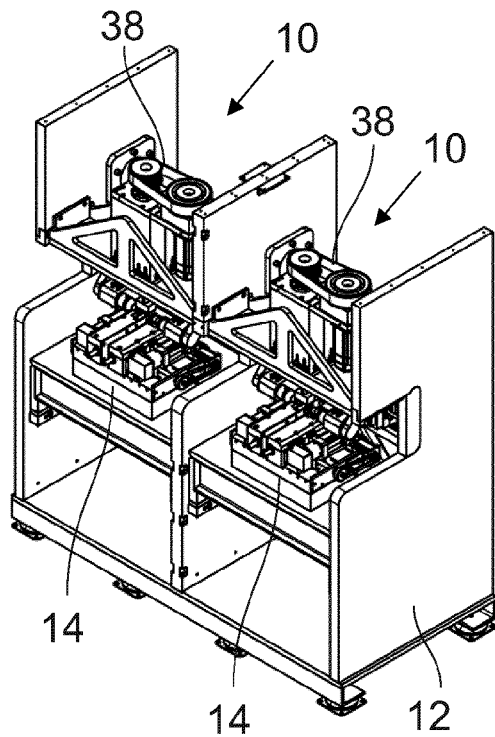


Fig.1B

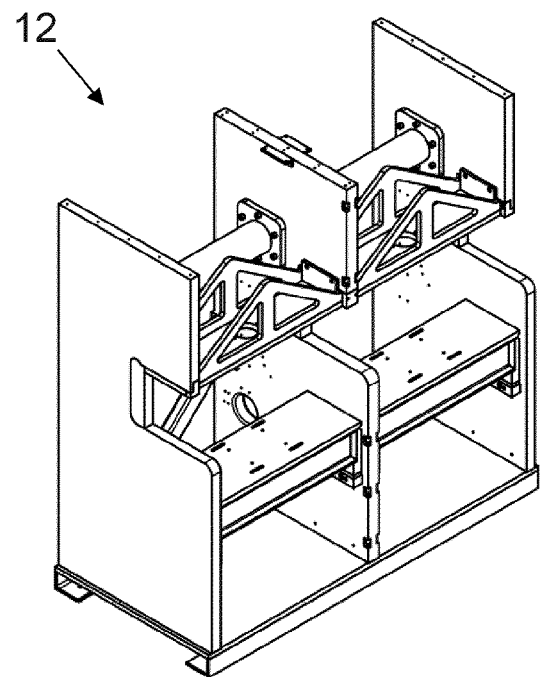


Fig.2

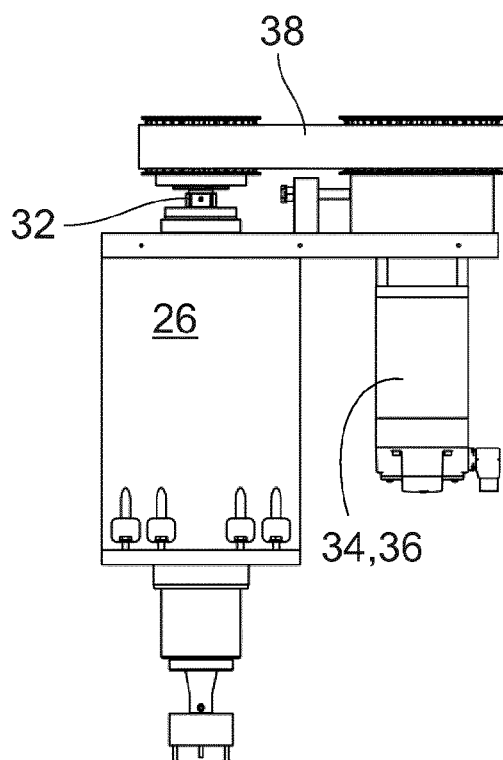


Fig.3

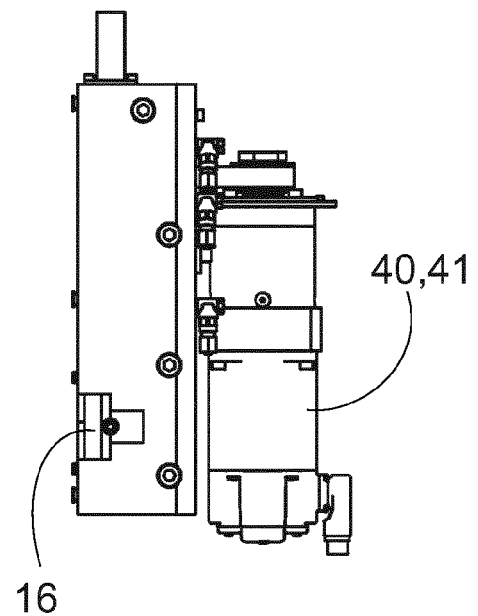


Fig.4

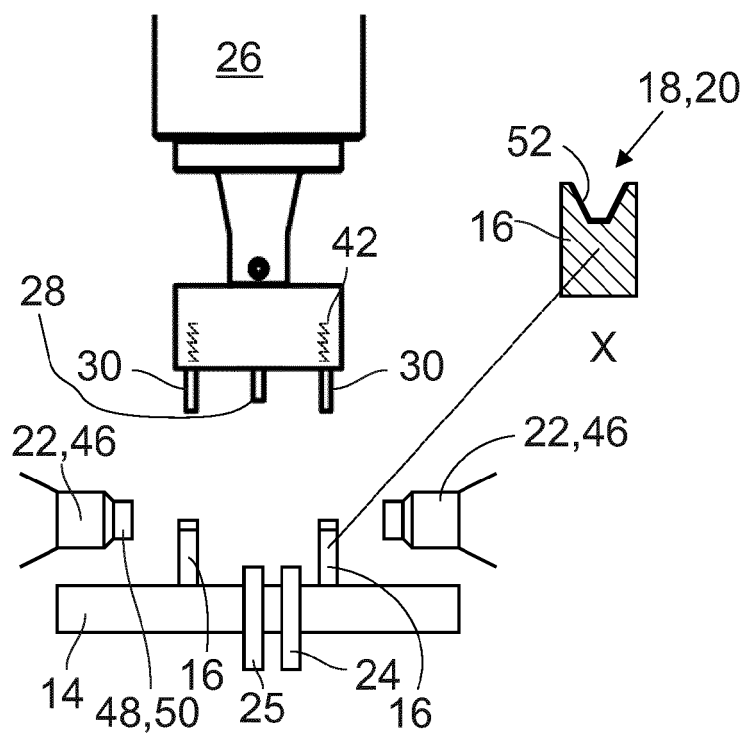


Fig.5A

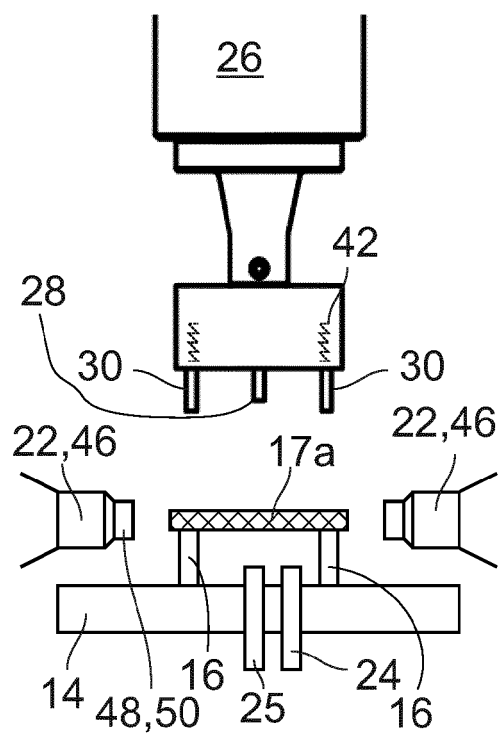


Fig.5B

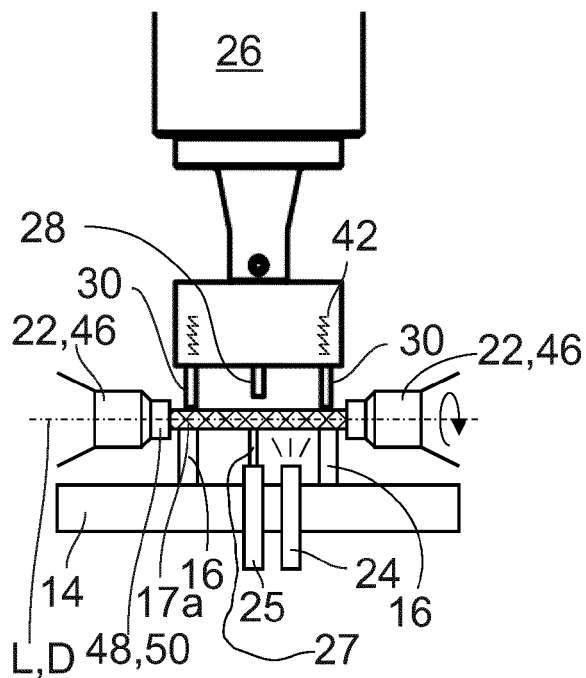


Fig.5C

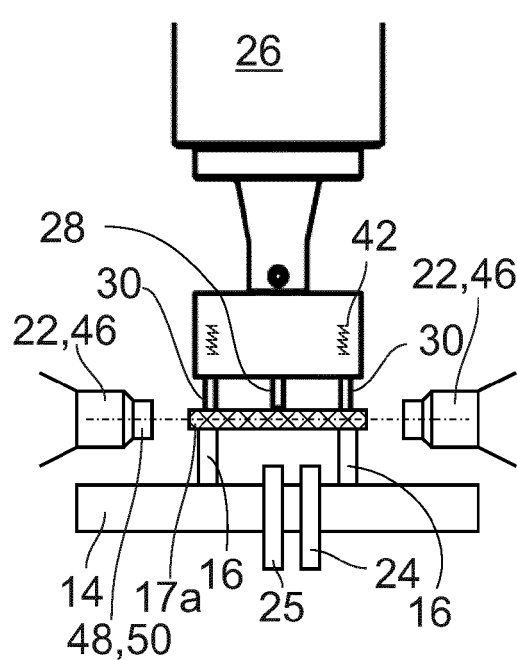


Fig.5D

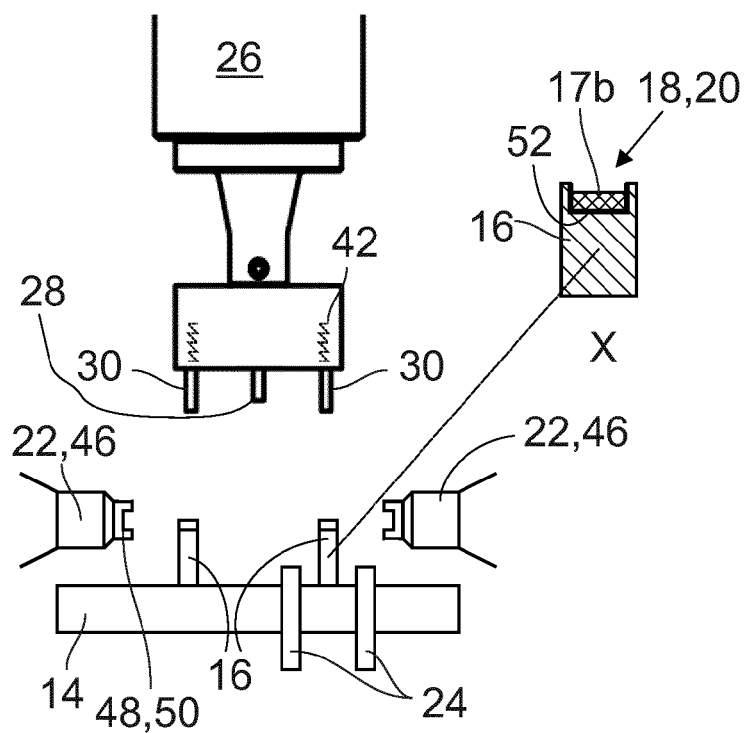


Fig. 6A

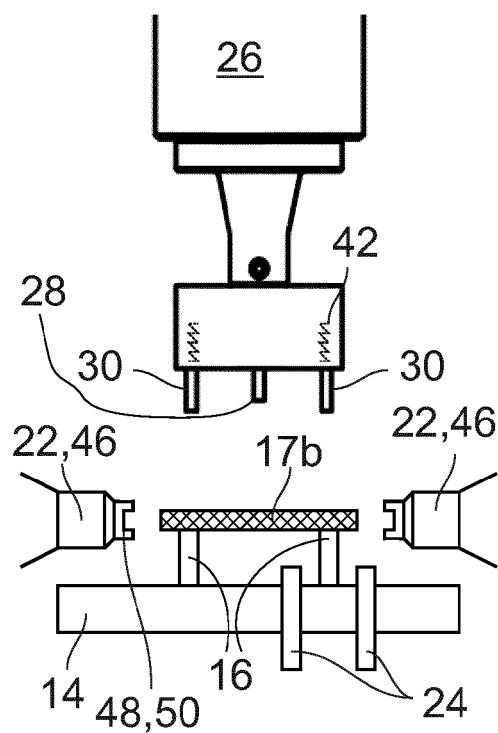


Fig. 6B

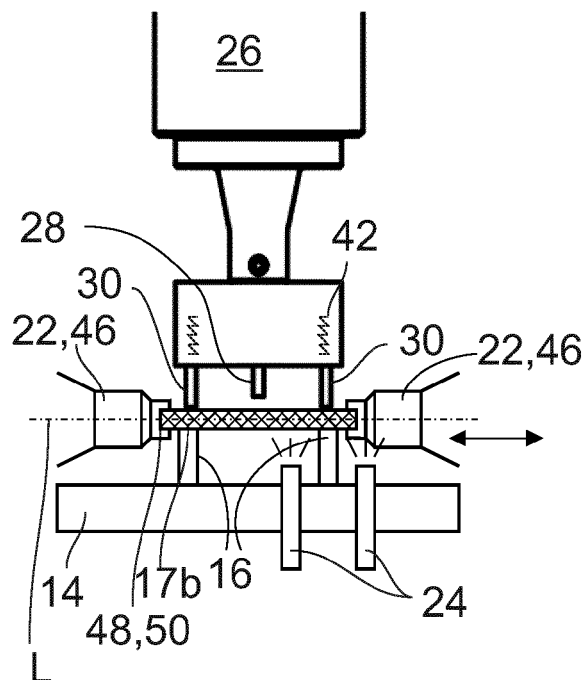


Fig. 6C

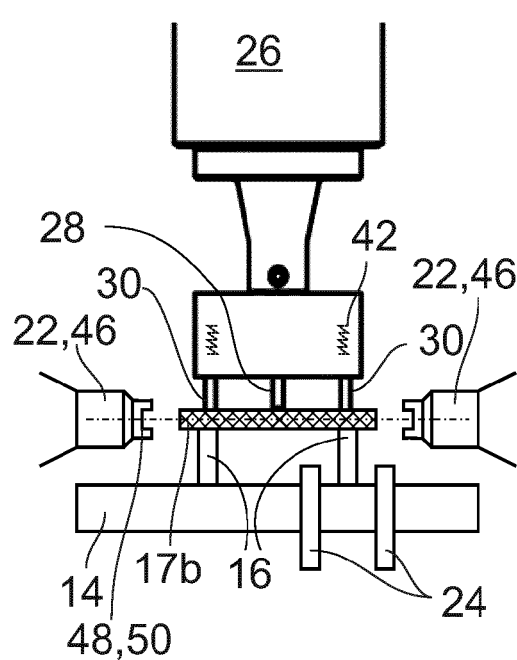


Fig. 6D

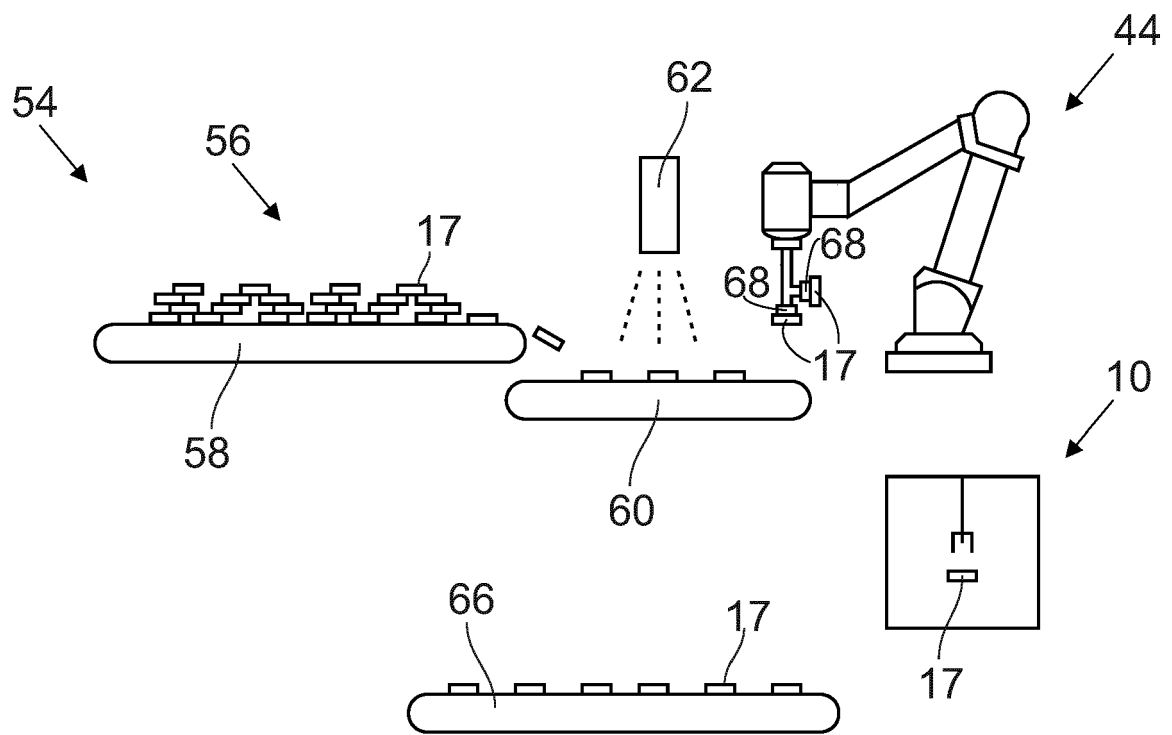


Fig.7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 6912

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)
X	DE 20 2010 011976 U1 (MAE MASCHINEN U APPBAU GOETZEN GMBH [DE]) 1. Dezember 2011 (2011-12-01) * Absätze [0022] - [0026]; Abbildungen 1--7 *	1,3,4,6,7,11-15	INV. B21D3/10
A		2	
X	DE 20 2006 008001 U1 (MAE MASCHINEN UND APPBAU GOETZ [DE]) 27. September 2007 (2007-09-27) * Absätze [0015] - [0017]; Abbildungen 1, 2 *	1,4-7,12,13	
Y		8-10	
A		2	
Y	JP S61 189820 A (SUMITOMO METAL IND) 23. August 1986 (1986-08-23) * Abbildung 1 *	8	
Y,D	DE 42 15 795 C1 (MAE MASCHINEN U APPARATEBAU GO [DE]) 4. November 1993 (1993-11-04) * Abbildung 1 *	9,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. September 2020	Prüfer Vassoille, Philippe
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 03.82 (P04C03)

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

EP 20 17 6912

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.

24-09-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202010011976 U1	01-12-2011	CN 103228373 A	31-07-2013
		DE 202010011976 U1	01-12-2011
		EP 2611555 A1	10-07-2013
		US 2013160514 A1	27-06-2013
		WO 2012028296 A1	08-03-2012

DE 202006008001 U1	27-09-2007	KEINE	

JP S61189820 A	23-08-1986	KEINE	

DE 4215795 C1	04-11-1993	DE 4215795 C1	04-11-1993
		EP 0641265 A1	08-03-1995
		ES 2110093 T3	01-02-1998
		US 5622075 A	22-04-1997
		WO 9323184 A1	25-11-1993

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

- DE 3929397 A1 [0005] [0023]
- DE 4215795 C1 [0005] [0023]
- DE 2745874 A1 [0005]
- DE 10144135 [0006]
- DE 202004009261 U1 [0006]
- EP 2548668 A1 [0006]
- DE 10144135 C1 [0012]