



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 35 450 B4 2004.09.30**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 35 450.5**  
(22) Anmeldetag: **19.07.2000**  
(43) Offenlegungstag: **07.02.2002**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **B65G 47/90**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Hermann Spicher GmbH, 51069 Köln, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Lippert, Stachow, Schmidt & Partner, 51427 Bergisch Gladbach**

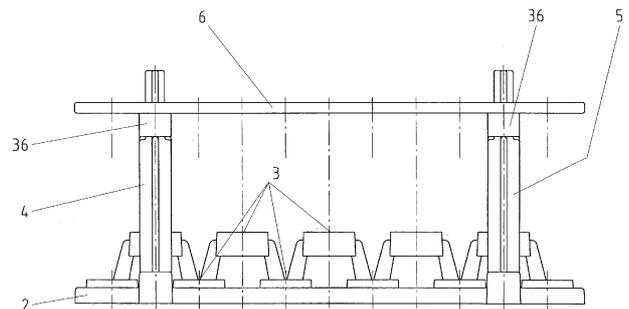
(72) Erfinder:  
**Spicher, Hermann-Josef, 51469 Bergisch Gladbach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE-AS 25 56 595**  
**US 38 24 674**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Einsetzen länglicher Werkstücke in einen Transportrost**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Einsetzen länglicher Werkstücke aus Stahl in einen Transportrost (1), der zur Wärmebehandlung der Werkstücke gemeinsam mit diesen durch einen Wärmebehandlungssofen gefördert werden muss, wobei

- der Transportrost (1) mit Aufstellnestern (3) für die Werkstücke und in einem Abstand über den Aufstellnestern (3) mit Halteöffnungen (7) versehen ist, wobei die Werkstücke durch die Halteöffnungen (7) hindurchgesteckt und im eingesteckten Zustand von den Halteöffnungen (7) seitlich auf Abstand gehalten werden,
- die Sollposition jeder Halteöffnung (7) in vertikaler Flucht über einem Aufstellnest (3) liegt, jedoch die Istposition jeder Halteöffnung (7) aus der vertikalen Flucht abweichen kann, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschickungsroboter (B) vorgesehen ist, dessen Wege und Bewegungswinkel mit einem Positionsmesssystem gemessen und an eine Steuerelektronik weitergeleitet werden,
- dass der Beschickungsroboter (B) einen Fühldorn (F) in vertikaler Lage über eine gespeicherte Sollposition einer Halteöffnung (7) des Transportrostes (1) bewegt,
- dass das freie der...



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einsetzen länglicher Werkstücke aus Stahl in einen Transportrost, der zur Wärmebehandlung der Werkstücke gemeinsam mit diesen durch einen Wärmebehandlungsofen gefördert werden muss, wobei der Transportrost mit Aufstellnestern für die Werkstücke und in einem Abstand über den Aufstellnestern mit Halteöffnungen versehen ist, die Werkstücke durch die Halteöffnungen hindurchgesteckt und im eingesteckten Zustand von den Halteöffnungen seitlich auf Abstand gehalten werden, und die Sollposition jeder Halteöffnung in vertikaler Flucht über einem Aufstellnest liegt, jedoch die Istposition jeder Halteöffnung aus der vertikalen Flucht abweichen kann.

[0002] Der Transportrost wird gelegentlich auch als Beschickungskorb bezeichnet, weil er aus Stegringen und Verbindungsstegen gebildet ist, die an ein Korbgeflecht erinnern. Die Sollpositionen und die Istpositionen der Halteöffnungen sowie der Aufstellnester können deshalb relativ stark voneinander abweichen, weil durch die wiederholte Wärmebehandlung eine Verspannung und ein ungleichmäßiger Verzug sowie ein Wachstum der Transportroste hervorgerufen wird.

[0003] Für die Wärmebehandlung werden die Transportroste mit den Stahlwerkstücken in einen Wärmebehandlungsofen eingesetzt oder im kontinuierlichen Fluss durch einen Wärmebehandlungsofen hindurch gefördert.

[0004] Um Beschädigungen der Werkstücke durch Aneinanderstoßen zu verhindern und um eine gleichmäßige und rasche Erwärmung der Werkstücke zu ermöglichen, sind diese geordnet in den Transportrosten aufgestellt. Ein Transportrost besteht aus einer besonderen gegossenen Legierung, die einem wiederholten Einsetzen oder Durchlaufen des Wärmebehandlungsofens gut standhält.

[0005] Durch das wiederholte Erwärmen des Transportrostes in dem Wärmebehandlungsofen sowie das anschließende mehr oder weniger schnelle Abkühlen beziehungsweise Abschrecken können die Spannungen in dem Transportrost zum Zerreißen einzelner Stegringe oder Verbindungsstege führen. Darüber hinaus ist mit der Anwesenheit des Transportrostes in dem Wärmebehandlungsofen das erwähnte Wachstum verbunden, das seine Ursache unter anderem in einer Aufkohlung und Gefügeänderung des Gussmaterials hat.

[0006] Die Deformierung des Transportrostes, insbesondere gerissene Stegringe oder Verbindungsstege führen dazu, dass sich ein zur Wärmebehandlung vorgesehenes Werkstück nicht mehr in eine der Halteöffnungen des Transportrostes einstecken lässt. Bei mehrteiligen zerlegbaren Transportrosten kommt es vor, dass zusammengehörige Teile des Transportrostes nicht mehr zusammengefügt werden können.

[0007] Bisher werden derartige Transportroste ma-

nuell mit den für die Wärmebehandlung vorgesehenen Werkstücken beschickt. Die Werkstücke müssen sehr vorsichtig in den Transportrost eingesetzt werden, um die werkstückoberfläche dabei nicht zu beschädigen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass das Werkstück beim Einsetzen in den Transportrost nicht seitlich an dem Verbindungssteg anstößt oder daran schabt. Durch unsachgemäße Beschickung hervorgerufene Riefen oder sonstige Beschädigungen der Werkstückoberfläche können zu Ausschuß des Werkstücks führen. Die Tätigkeit ist für das Personal sehr anstrengend. Dies, weil eine Vielzahl von Werkstücken in Akkordarbeit eingesetzt werden müssen. Zudem haben die einzelnen Werkstücke häufig ein hohes Gewicht.

[0008] Alternativen zu einer Beschickung der Transportroste per Hand wurden bisher nicht gesehen, weil das menschliche Auge zur Erfassung der richtigen Position der Halteöffnungen unerlässlich schien. Wegen der schmutzigen und rauhen Industrieumgebung ist der Einsatz eines optischen Systems nicht ausreichend zuverlässig.

## Stand der Technik

[0009] US 3,824,674 offenbart ein Verfahren zur Montage eines Kolbens in einen Zylinder. Dabei tritt üblicherweise das Problem einer Verkantung des Kolbens in dem Zylinder auf. Zwischen einem Antriebsmittel und einem Haltemittel ist ein elastisches Kupplungsmittel angeordnet, das bei verkanteter Lage des Kolbens zu einer Seite hin verlagert wird. Weiterhin sind Mittel vorgesehen, welche die Verlagerung messen und ein Signal erzeugen, das kennzeichnend ist für das Maß der Verlagerung des Kolbens. In Abhängigkeit des Signals wird dann der Antrieb in einer Richtung in Bewegung gesetzt, welche die Verlagerung des Kolbens beseitigt und diesen in eine Flucht mit dem Zylinder bringt. Eine demselben Zweck dienende Vorrichtung ist aus der DE 25 26 595 bekannt.

## Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzuschlagen, mit dem längliche Werkstücke in Transportroste eingesteckt werden können, wobei die Transportroste wegen ungleichmäßigem Wärmebehandlungsverzug jeweils unterschiedliche Istpositionen für die Halteöffnungen der Werkstücke aufweisen dürfen.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Beschickungsroboter vorgesehen ist, dessen Wege und Bewegungswinkel mit einem Positionsmesssystem gemessen und an eine Steuerelektronik weitergeleitet werden, dass der Beschickungsroboter einen Fühldorn in vertikaler Lage über eine gespeicherte Sollposition einer Halteöffnung des Transportrostes bewegt, dass das freie der Halteöffnung zugekehrte Ende des Fühldorns einen

Zentrierkonus aufweist, dass der Zentrierkonus mit seitlichem Spiel in die Halteöffnung eingetaucht wird, wobei der Beschickungsroboter den Fühldorn lagegetreu in vertikaler Ausrichtung festhält, dass die übrigen Bewegungsachsen des Beschickungsroboters derart nachgiebig gestellt werden, dass der Beschickungsroboter während der Eintauchbewegung des Fühldorns selbsttätig in die Istposition der Halteöffnung nachgeführt wird, dass der Beschickungsroboter die gefundene Istposition speichert, dass der Beschickungsroboter ein Werkstück greift und in die gespeicherte Istposition der Halteöffnung bewegt, und dass das Werkstück dann durch die Halteöffnung hindurchgesteckt und in dem Aufstellnest des Transportrostes aufgestellt wird.

[0012] Die Funktion dieses Verfahrens beruht darauf, dass in der Steuerelektronik des Beschickungsroboters die Sollposition jeder einzelnen Halteöffnung des verwendeten Transportrosttyps gespeichert ist. Die Positionierung des Transportrost in einer bestimmten vorgegebenen Beschickungsposition genügt, um mit dem Zentrierkonus des Fühldorns jede Halteöffnung zu ertasten. Dies auch dann, wenn deren Istposition wegen Wachstums des Transportrostes von der Sollposition abweicht. Für eine einwandfreie Funktion ist es erforderlich, dass der Zentrierkonus sich stets mit geringem seitlichen Spiel in die Halteöffnung einfädelt lässt, egal wie weit die Istposition der Halteöffnung von der Sollposition abweicht. Dies ist gewährleistet, weil der kegelstumpfförmige Zentrierkonus ein Ende aufweist, das so dünn ist, dass der in der Sollposition der Halteöffnung abgesenkte Fühldorn gerade noch mit großer Exzentrizität in die Halteöffnung eingetaucht werden kann, wenn deren Istposition stark von der Sollposition abweicht. Die schräge Kegelfläche stößt bei weiterem Absenken rasch an der Halteöffnung an. Ab dann verursacht der Fühldorn eine seitliche Schwenkbewegung des Beschickungsroboters. Die Schwenkbewegung führt den Fühldorn zur Istposition der Halteöffnung hin. Die Mittelachse des Fühldorns nähert sich also dem Zentrum der Halteöffnung mehr und mehr an. Der große Querschnitt des Zentrierkonus weist einen etwas geringeren Durchmesser auf, als die Halteöffnung. Die Ungenauigkeit der von dem Fühldorn ertasteten Istposition entspricht daher dem maximalen Spaltmaß zwischen dem großen Querschnitt des Zentrierkonus und der Halteöffnung.

[0013] Die auf diese Weise durch Nachführung des Beschickungsroboters beziehungsweise des Fühldorns ertastete Position der Halteöffnung, wird dann als Istposition gespeichert. Die ermittelte Istposition kann der Beschickungsroboter mit Hilfe seines Positionsmesssystems jederzeit reproduzierbar anfahren und exakt an dieser Stelle ein Werkstück in den Transportrost einsetzen. Auf Bedienungspersonal oder ein besonderes optisches System zum Auffinden der Halteöffnung kann verzichtet werden.

[0014] Bei einer Weiterbildung dieses Verfahrens ist vorgesehen, dass der Beschickungsroboter den

Fühldorn zunächst in jede der Halteöffnungen des Transportrostes eintaucht und dabei die Istposition der jeweiligen Halteöffnung zwischengespeichert wird, und dass der Beschickungsroboter dann die Werkstücke nacheinander greift und jeweils ein Werkstück an einer der gespeicherten Istpositionen in den Transportrost einsetzt. Durch diese einfache Maßnahme kann die Beschickung eines Transportrostes beschleunigt werden, weil der Fühldorn nicht jedes Mal nach ertasten einer Halteöffnung abgelegt werden muss, damit der Greifer des Beschickungsroboters dann ein Werkstück einsetzen kann und der Fühldorn nachfolgend wieder von dem Greifer aufgenommen werden muss, um die nächste Halteöffnung zu ertasten.

[0015] Hilfreich ist es auch, wenn der Fühldorn während des Eintauchens in eine Halteöffnung des Transportrostes bis auf den Grund des Aufstellnestes des Transportrostes bewegt wird, und dass die in dem Aufstellnest erreichte Tiefenposition des Fühldorns gespeichert wird. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des Aufstellnestes aufgespürt, wenn der Fühldorn nicht eine erforderliche Mindestdiefe erreicht. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn der Rand des Aufstellnestes durch innere Spannungen geborsten und eine Aufstellung des Werkstücks in diesem Aufstellnest nicht mehr möglich ist.

[0016] Zweckmäßig unterbleibt das Einstecken eines Werkstücks in eine Halteöffnung dann, wenn der Fühldorn nicht in diese Halteöffnung einsteckbar war oder die Einstecktiefe ein bestimmtes Tiefenmaß unterschritten hat.

[0017] Damit dabei keine Beschädigung des Fühldorns auftreten kann, wird die Einsteckkraft für den Fühldorn günstigerweise auf einen Grenzwert eingestellt.

[0018] Einfacherweise wird durch ein Erreichen oder eine Überschreitung des Grenzwertes der Einsteckkraft bewirkt, dass die Einsteckbewegung des Fühldorns in eine Entnahmebewegung desselben umgekehrt wird. Auf diese Weise wird eine mechanische Beanspruchung zwischen dem Fühldorn und dem Transportrost rasch beendet und keine Beschädigung des Werkstücks riskiert.

[0019] Darüber hinaus wird zweckmäßigerweise durch ein Erreichen oder eine Überschreitung des Grenzwertes der Einsteckkraft bewirkt, dass kein Werkstück in die entsprechende Halteöffnung eingesetzt wird.

[0020] Vorzugsweise ist der Transportrost während des Eintauchens des Fühldorns in die Halteöffnung gegen seitliches Verrutschen gesichert. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn zunächst die Istpositionen aller Halteöffnungen eines Transportrostes erfasst und zwischengespeichert werden, damit die erfassten Istpositionen auch für die Beschickung erhalten bleiben und sich nicht verschieben.

[0021] Weil der Verzug der Transportroste sowie deren Breiten- und Längenwachstum so stark sein

kann, dass sich der Fühldorn, wenn er eine Sollposition anfährt, nicht in einer Halteöffnung einfahren lässt, wird vorher geprüft, ob sowohl das Längen- und Breitenmaß als auch die Lage des Transportrostes innerhalb zulässiger Abweichungen liegen. Weil ein stark verzogener oder ein in Länge und Breite gewachsener Transportrost zu Schwierigkeiten bei der ertastung der Halteöffnung durch den Fühldorn führt, wird ein Transportrost, das außerhalb der zulässigen Abweichungen liegt, aus dem Betrieb genommen und ein anderer Transportrost geprüft und beschickt. Die Prüfung der Abmessungen und der Lage des Transportrostes geschieht daher, bevor mit dem Fühldorn begonnen wird, die Istpositionen der Halteöffnungen zu ertasten.

[0022] Zur Durchführung des Verfahrens wird eine Vorrichtung zur automatischen Beschickung eines mehrteiligen Transportrostes vorgeschlagen, in den längliche Werkstücke in der Weise eingesetzt werden, wie Getränkeflaschen in eine mit Einzelstellplätzen für jede Getränkeflasche versehene Getränkekiste, wobei der Transportrost auf Aufstellnester für die Werkstücke sowie in einem Abstand über den Aufstellnestern Halteöffnungen aufweist, mit einer Beschickungsstation, die eine Aufstellebene für den Transportrost aufweist, eine Arretiervorrichtung zur vorübergehenden Fixierung des Transportrostes in der Beschickungsstation, einem Beschickungsroboter mit einem Greifer, einem von dem Greifer handhabbaren Fühldorn und einem an dem Fühldorn vorgesehenen Zentrierkonus, der an dem freien, im Betrieb dem Transportrost zugekehrten Ende des Fühldorns angeordnet ist. Mit der vorgeschlagenen Konstruktion ist es möglich, einen Transportrost in einer Beschickungsstation auf einer Aufstellebene anzuordnen und für einen Abtastvorgang sowie für die nachfolgende Beschickung mit Hilfe einer Arretiervorrichtung vorübergehend zu fixieren. Die Beschickungsstation gibt die Lage des Transportrostes in bestimmten Toleranzgrenzen vor, innerhalb derer der Fühldorn in jede der Halteöffnungen des Transportrostes ansatzweise eingefädelt werden kann und der Beschickungsroboter dann durch Nachführen des Greifers in die tatsächliche Position der Halteöffnung nachführen lässt.

[0023] Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Transportrost wenigstens einen Unterrost und einen Oberrost aufweist. Dies ist zweckmäßig, weil nicht alle Bereiche des Transportrostes einer gleichmäßig starken Wärmebeanspruchung unterliegen. Der in der Regel stärker durch Verzug und Wachstum beanspruchte Oberrost kann im Falle eines Schadens oder bei Überschreitung bestimmter Wachstumsgrenzen ausgetauscht werden. Der bereits benutzte Unterrost kann in Verbindung mit einem neuen Oberrost weiterbenutzt werden.

[0024] Vorzugsweise ist die Unterteilung zwischen Unterrost und Oberrost so vorgesehen, dass die Aufstellnester in dem Unterrost angeordnet sind.

[0025] In Fortführung dessen sind die Halteöffnun-

gen günstigerweise in dem Oberrost angeordnet.

[0026] Ein weiterer Nutzen ergibt sich, wenn die Aufstellnester des Unterrostes in unterschiedlicher Höhe vorgesehen sind. Die Höhendifferenz zwischen den Aufstellnestern ist so ausgelegt, dass sich die Bereiche des Werkstücks mit der größten radialen Ausdehnung, beispielsweise einem Wellenabsatz mit großem Durchmesser, nicht berühren. Aus diesem Grund orientiert sich die Höhendifferenz zwischen den Aufstellnestern daran, wie lang etwa ein entsprechender Wellenabsatz ist. In einem mit gleichen Werkstücken bestückten Transportrost sind die durchmessergrößten Wellenabsätze in zwei Ebenen angeordnet, so dass diese Wellenabsätze nicht seitlich aneinanderstoßen können. Ein weiterer Vorteil, den die etagenweise Anordnung der Werkstücke schafft, ist der bessere Platz, der zum Ansetzen des Greifers an ein Werkstück zur Verfügung steht, weil die benachbarten Werkstücke erhöht oder tieferliegend in den Aufstellnestern aufgestellt sind. Ein anderer Nachteil konnte beseitigt werden nämlich, die durch bei einem geringen seitlichen Abstand zwischen den Werkstücken langsame und ungleichmäßige Erwärmung in dem Wärmebehandlungssofen.

[0027] Besonders sicher ist das Einführen des Fühldorns in die Halteöffnungen des Transportrostes, wenn die Arretiervorrichtung Klemmfinger aufweist, die den Transportrost mittig zentrieren und halten. Durch die mittige Zentrierung liegen die nahe der Mitte des Transportrostes angeordneten Halteöffnungen und Aufstellnester nahezu in ihrer Sollposition. Je weiter eine Halteöffnung beziehungsweise ein Aufstellnest von der Mitte des Transportrostes entfernt ist, desto stärker weicht deren Istposition von der Sollposition ab. Dies, weil sich das Längenwachstum zu den Rändern des Transportrostes hin verstärkt.

[0028] Transportroste können ein derart großes Längen- und Breitenwachstum aufweisen, das einige der Halteöffnungen von dem Fühldorn nicht getroffen werden, wenn der Beschickungsroboter den Fühldorn an der Sollposition einer Halteöffnung in vertikaler Richtung absenkt. Die voreingestellte Sollposition, in der der Fühldorn an die Halteöffnung herangeführt wird kann beispielsweise soweit neben der Istposition liegen, dass der Fühldorn auf einen die Halteöffnung begrenzenden Steg gedrückt wird. Um zu verhindern, dass Transportroste mit zu großem Längen- und Breitenwachstum oder übermäßig starkem Verzug verwendet werden, ist eine Rahmenlehre mit Grenzflächen vorgesehen, über die geprüft wird, ob sowohl das Längen- und Breitenmaß als auch die Lage des Transportrostes in der Beschickungsstation innerhalb zulässiger Abweichungen liegen. Der Beschickungsroboter versucht diese Rahmenlehre auf den Transportrost aufzulegen, wobei dann, wenn die Rahmenlehre flach auf den Transportrost passt, die Abweichungen desselben zulässig sind und Werkstücke in den Transportrost eingesetzt werden und andernfalls, wenn die Rahmenlehre nur schief oder mit einem Abstand zu dem Transportrost auf dieses

passt, die Abweichungen nicht zulässig sind, und keine Werkstücke in den Transportrost eingesetzt werden. Um die Rahmenlehre flach auf den Oberrost legen zu können, muß dieser zwischen die Grenzflächen der Rahmenlehre passen.

[0029] Eine Rahmenlehre kann auch dazu ausgelegt sein zu prüfen, ob eine Istkontur des Transportrostes innerhalb vorgegebener Formabweichungen einer Sollkontur liegt.

[0030] Zweckmäßig ist der Fühldorn mit einem Kraftbegrenzer versehen, der, sobald der Fühldorn mit einer bestimmten Kraft gegen das Aufstellnest oder ein Hindernis gedrückt wird, die Bewegung des Beschickungsroboters abschaltet.

[0031] Nützlicherweise ist die Arretiervorrichtung ebenfalls mit einem Kraftbegrenzer versehen. Dieser wirkt einfacherweise wie der Kraftbegrenzer des Fühldorns.

[0032] Eine sehr einfache und kostengünstige Konstruktion eines Kraftbegrenzers sieht vor, dass dieser wenigstens eine Druckfeder und einen Initiator aufweist. Stößt der Fühldorn bzw. die Arretiervorrichtung an einem mechanischen Widerstand an, wird durch fortgesetzte Bewegung des Fühldorns bzw. der Arretiervorrichtung die Druckfeder des Kraftbegrenzers zusammengedrückt. Sobald die Druckfeder um einen bestimmten Federweg eingedrückt ist, wird der Initiator betätigt und durch ein Schaltsignal des Initiators die Bewegung des Beschickungsroboters angehalten.

[0033] Der Transportrost kann einen Grundrost aufweisen, auf welchem der Unterrost aufliegt.

[0034] Eine hilfreiche Verbesserung sieht vor, dass der Transportrost einen in zwei Unterrosthälften unterteilten Unterrost sowie einen in zwei Oberrosthälften unterteilten Oberrost aufweist, und dass die Unterrosthälften nebeneinander auf dem Grundrost liegen und die Oberrosthälften auf den Unterrosthälften angeordnet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass bei einer Beschädigung an einer Unterrost- oder einer Oberrosthälfte nicht der ganze Unterrost bzw. Oberrost sondern nur eine Hälfte ausgetauscht werden muss.

[0035] Um zu gewährleisten, dass die Sollpositionen, in denen der Fühldorn in eine Halteöffnung eingeführt wird, möglichst genau positioniert sind, ist eine Positionier- und Haltevorrichtung für die beiden Unterrosthälften vorgesehen, mit der die Unterroste während der Beschickung fixierbar sind.

[0036] Einfacherweise ist die Positionier- und Haltevorrichtung als Positioniergreifer ausgebildet, ist der Positioniergreifer unterhalb der Aufstellebene der Beschickungsstation angeordnet und in eine ausgefahrene Stellung bewegbar ist, in der er die Unterrosthälften greift und zur Beschickung festhält und in eine eingefahrene Stellung bewegbar, in der er unter die Aufstellebene der Beschickungsstation zurücksteht.

[0037] Vorzugsweise ist zum Einsetzen eines leeren Transportrostes in die Beschickungsstation sowie für die Entnahme eines beladenen Transportrostes

aus der Beschickungsstation ein von dem Beschickungsroboter handhabbarer Transportrostheber vorgesehen.

[0038] Einfacherweise weist der Transportrostheber eine Hakenaufnahme auf und ist an dem Beschickungsroboter ein in diese Hakenaufnahme einhakbarer Aufnahmebolzen vorgesehen.

[0039] Der Transportrostheber hebt vorzugsweise den Grundrost mit dem darauf liegenden Unterrost und Oberrost. Um ein Verrutschen oder ein Verlieren des Grundrostes zu verhindern weist der Transportrostheber auf einer Hebefläche angeordnete Führungsnocken auf. Zur Handhabung mittels des Beschickungsroboters steht der Grundrost auf der Hebefläche, wobei die Führungsnocken lagesichernd in den Grundrost greifen. In den Unterrost greifen zweckmäßig in gleicher Weise Führungsnocken ein, die an dem Grundrost angeordnet sind und eine Verschiebung des darauffstehenden Unterrostes verhindern.

#### Ausführungsbeispiel

[0040] Nachstehend ist die Erfindung in einer Zeichnung beispielhaft dargestellt und anhand der einzelnen Figuren detailliert beschrieben. Es zeigen:

[0041] **Fig. 1** die Vorderansicht eines mehrteiligen Transportrostes,

[0042] **Fig. 2** zwei nebeneinander liegende, neue Oberrosthälften, die noch kein Wachstum und keinen Wärmeverzug aufweisen,

[0043] **Fig. 3** die beiden Oberrosthälften gemäß **Fig. 2** in durchgezogener Volllinie dargestellt sowie über den neuen Oberrosthälften in strichpunktierter Linie dargestellt gebrauchte Oberrosthälften, die durch Wachstum und Wärmeverzug verändert sind,

[0044] **Fig. 4a** eine schematische Darstellung der Vorderansicht einer Beschickungsstation für einen Transportrost,

[0045] **Fig. 4b** eine schematische Darstellung einer Seitenansicht der Beschickungsstation gemäß **Fig. 4a**,

[0046] **Fig. 5** eine Draufsicht auf eine Rahmenlehre,

[0047] **Fig. 6** einen Transportrost ausschnittsweise sowie einen Greifer, der einen Fühldorn in den Transportrost einsetzt,

[0048] **Fig. 7** einen voll beschickten Transportrost,

[0049] **Fig. 8** eine Draufsicht auf einen in einer Beschickungsstation angeordneten Transportrost sowie eine Positionier- und Halteeinrichtung für die beiden Unterrosthälften des Transportrostes,

[0050] **Fig. 9** eine Seitenansicht auf die Positionier- und Halteeinrichtung gemäß **Fig. 8**,

[0051] **Fig. 10** einen Transportrostheber, mit dem der Beschickungsroboter den Transportrost auf der Beschickungsstation absetzen und herunterheben kann,

[0052] **Fig. 11** eine Seitenansicht des Transportrosthebers,

[0053] **Fig. 12** einen Endeffektor des Beschi-

ckungsroboters, der sowohl mit einer Einhakvorrichtung für den Transportrostheber als auch mit einem Parallelgreifer zur Handhabung des Fühldorns, der Rahmenlehre sowie zum Greifen der Werkstücke ausgestattet ist.

[0054] In **Fig. 1** ist zunächst ein mehrteiliger Transportrost **1** in der Vorderansicht dargestellt. Zur automatischen Beschickung des Transportrostes weist die vorgeschlagene Vorrichtung einen Beschickungsroboter B mit einem Greifer auf. Der Beschickungsroboter B ist in der Zeichnung einfacherweise nur in Ausschnitten dargestellt. Im wesentlichen ist in **Fig. 12** ein Ausschnitt des Beschickungsroboter B dargestellt, der einen sogenannten Endeffektor E zeigt. An dem Endeffektor E ist unter anderem ein Greifer angeordnet.

[0055] Nach **Fig. 1** besteht der Transportrost **1** aus einem Unterrost **2** mit Aufstellnestern **3**, an dem Unterrost **2** angebrachten Auflagerstützen, von denen in der Vorderansicht nur die Auflagerstützen **4** und **5** sichtbar sind, sowie einem auf den Auflagerstützen **4** und **5** lose aufliegenden Oberrost **6**. Der Oberrost **6** ist in **Fig. 2** separat gezeichnet. In dieser Darstellung sind die Halteöffnungen **7** am besten erkennbar. Die Sollposition einer Halteöffnung **7** liegt im zusammengeführten Zustand des Transportrostes jeweils fluchtend über einem der Aufstellnester **3** des Unterrostes **2**. Wegen Wärmeverzugs weichen einander zugeordnete Aufstellnester und Halteöffnungen jedoch aus der fluchtenden Sollposition ab.

[0056] Bei der beschriebenen Ausführungsform des Transportrostes **1** ist sowohl der Unterrost **2** als auch der Oberrost **6** in je zwei Unterrosthälften **2a** und **2b** sowie je zwei Oberrosthälften **6a** und **6b** unterteilt. Jede Unterrosthälfte **2a** beziehungsweise **2b** ist mit vier Auflagerstützen versehen, die von der Aufstandsfläche der Unterrosthälfte vertikal nach oben hervorstehen. Auf den vier Auflagerstützen einer Unterrosthälfte **2a** beziehungsweise **2b** liegt je eine der Oberrosthälften **6a** beziehungsweise **6b** auf. Am besten ist in **Fig. 2** erkennbar wie die beiden Oberrosthälften **6a** und **6b** einander zugeordnet sind. Jede der Oberrosthälften **6a** und **6b** weist siebzehn etwa runde Halteöffnungen für die aufzunehmenden Werkstücke auf. Das gleiche gilt für die Anzahl der Aufstellnester des Unterrostes **2**. Somit können in einem Transportrost **1** insgesamt vierunddreißig einzelne Werkstücke aufgenommen werden. Jede Halteöffnung **7** ist durch einen Stegtring **8** begrenzt. Die Stegtringe **8** benachbarter Halteöffnungen **7** sind untereinander durch Verbindungsstege **9** gehalten.

[0057] Des weiteren ist jede Oberrosthälfte **6a** beziehungsweise **6b** gemäß **Fig. 2** mit vier Lageröffnungen  $L_a$  beziehungsweise  $L_b$  versehen. Die Lageröffnungen  $L_a$  beziehungsweise  $L_b$  sind, wie die Halteöffnungen **7**, von Stegtringen begrenzt.

[0058] Die Oberrosthälfte **6a** wird mit ihren Lageröffnungen  $L_a$  auf die Auflagerstützen der Unterrosthälfte **2a** aufgesetzt. Gleichermäßen wird mit den Lageröffnungen  $L_b$  der Oberrosthälfte **6b** und den Auflage-

stützen der Unterrosthälfte **2b** verfahren.

[0059] Jede Oberrosthälfte **6a** beziehungsweise **6b** liegt lose auf den Auflagerstützen einer Unterrosthälfte auf. Zwischen den Auflagerstützen und den Lageröffnungen  $L_a$  beziehungsweise  $L_b$  ist reichlich seitliches Spiel vorgesehen. Das seitliche Spiel ist erforderlich, damit sich eine Oberrosthälfte auch dann auf die Auflagerstützen einer Unterrosthälfte legen läßt, wenn bereits mehrmalig der Wärmebehandlungssofens durchlaufen wurde und die Transportrostteile gewachsen und/oder verzogen sind.

[0060] In **Fig. 3** sind zwei Zustände des aus den Oberrosthälften **6a** und **6b** zusammengesetzten Oberrostes **6** dargestellt. Der ursprüngliche Oberrost **6** ist mit durchgezogener Volllinie und der Oberrost im gewachsenen Zustand als strichpunktierte Linie dargestellt. In beiden Zuständen sind die Oberroste **6** in dem Flächenmittelpunkt M zentriert. Von dem Flächenmittelpunkt M aus betrachtet weisen die nächstgelegenen Halteöffnungen **7** des gewachsenen Oberrostes **6** nur eine geringe Lageabweichung zu den Halteöffnungen **7** des ursprünglichen Oberrostes **6** auf. Mit steigendem Abstand von dem Flächenmittelpunkt M vergrößert sich die Lageabweichung zwischen den ursprünglichen Halteöffnungen **7** und den Halteöffnungen **7** im gewachsenen Zustand des Oberrostes. Mit den in **Fig. 3** eingetragenen Maßvariablen a, b, c sowie d, e, f ist verdeutlicht, wie die Lageabweichung einer Halteöffnung mit zunehmendem radialen Abstand von dem Flächenmittelpunkt M anwächst. Bei einer ungefähren Länge des Oberrostes **6** von 500 Millimeter können während seiner Lebensdauer Längenzuwächse von mehr als 15 Millimeter auftreten. Bei einer Breite von etwa 400 Millimeter können Zuwächse von 10 Millimeter vorkommen.

[0061] Außer dem Wachstum und dem Verzug können an den Stegtringen **8** der Halteöffnungen **7** oder an den die Stegtringe haltenden Verbindungsstegen **9** Brüche auftreten. Es kommt beispielsweise vor, dass von den Bruchenden des Bruchs eines Stegtrings **8** ein Stück zur Mitte des Stegtrings **8** hervorsteht und die Halteöffnung **7** versperrt. In diesem Fall kann kein Werkstück mehr in diese Halteöffnung **7** eingesetzt werden. Auch die Aufstellnester **3** des Unterrostes **2** können solche Beschädigungen aufweisen und unbrauchbar werden. Derart zerstörte Transportrostteile müssen sofort ausgesondert werden.

[0062] In den **Fig. 4a** und **4b** ist eine Beschickungsstation **10** zur automatischen Beschickung des beschriebenen mehrteiligen Transportrostes **1** schematisch dargestellt. In diese Beschickungsstation **10** muß ein Transportrost **1** eingesetzt werden, damit der Beschickungsroboter B dieses in einer vordefinierten Lage beschicken kann.

[0063] **Fig. 4a** zeigt eine Vorderansicht und **Fig. 4b** eine Seitenansicht der Beschickungsstation **10**. Gemäß dieser beiden Darstellungen ist ein Transportrost **1** in einer Aufstellenebene **11** der Beschickungsstation **10** angeordnet. Es ist eine Arretiervorrichtung **12** dargestellt, mit der der Transportrost **1** zur Beschi-

ckung derart auf die Aufstellebene **11** gedrückt wird, dass sich weder die Position der Aufstellnester **3** des Unterrostes **2** noch die Position der Halteöffnungen **7** des Oberrostes **6** verändern kann. Die Arretiervorrichtung **12** ist mit einer Führung **13** für eine Vertikalbewegung sowie mit einer Antriebseinrichtung **14** für die Vertikalbewegung versehen. Zur Arretierung sind Klemmfinger **15** und **16** vorgesehen, von denen je einer an jeder kurzen Seite einer Oberrosthälfte **6a** und **6b** angreift. Jeder Klemmfinger **15** und **16** ist mit einer Zentrierschräge **15a** beziehungsweise **16a** versehen. Die Zentrierschräge **15a** wirkt mit einem besonderen Außensteg **17** zusammen, der an jeder der kurzen Seiten der Oberrosthälften **6a** und **6b** vorgesehen ist. Der Außensteg **17** ist am besten in **Fig. 2** zu erkennen. Dort verbindet er die an den Ecken der einer kurzen Seite der Oberrosthälfte **6a** vorgesehenen Halteöffnungen **7a** und **7b**. Dann, wenn die Oberrosthälfte **6a** mehr in Richtung des Klemmfingers **16** auf der Unterrosthälfte aufliegt, weist dieser Klemmfinger zunächst etwas Luft zu dem Außensteg **17** der Oberrosthälfte **6a** auf. Der gegenüberliegende Klemmfinger **15** kommt in diesem Fall eher mit dem zugeordneten Außensteg **17** der Oberrosthälfte in Kontakt. Eine Absenkbewegung der Klemmfinger bewirkt, dass das Oberrost seitlich verschoben wird, weil der Außensteg **17** an der Zentrierschräge **15a** des Klemmfingers **15** entlang gleitet. Die vertikale Bewegung des Klemmfingers **15** wird über die Zentrierschräge **15a** und den Außensteg **17** der Oberrosthälfte **6a** in eine horizontale Zentrierbewegung der Oberrosthälfte **6a** umgesetzt. Die seitliche Verschiebung der Oberrosthälfte **6a** endet, sobald das Spiel zwischen dem gegenüberliegenden Klemmfinger **16** und dessen zugeordnetem Außensteg auf Null geschrumpft ist und die Zentrierschräge **16a** des Klemmfingers **16** mit dem zugeordneten Außensteg in Kontakt steht. In diesem Stadium wird die von der Arretiervorrichtung **12** auf den Transportrost **1** ausgeübte Kraft weiter erhöht, bis ein Kraftbegrenzer **18** die Absenkbewegung der Arretiervorrichtung **12** stoppt.

[0064] Die Klemmfinger **15** und **16** bilden selbst einen Teil des Kraftbegrenzers **18**. Sie sind zu diesem Zweck vertikal beweglich an der Arretiervorrichtung **12** aufgehängt, wobei zwei Druckfedern **18a** und **18b** je einen Klemmfinger **16** gegen ein Widerlager **19** abstützen. Sobald der Klemmfinger **16** beim Absenken der Arretiervorrichtung **12** an dem Außensteg **17** einer Oberrosthälfte **6a** anstößt, werden bei einer fortgesetzten Absenkung der Arretiervorrichtung **12** die Druckfedern **18a** und **18b** zusammengedrückt. Bei einem bestimmten Einfederweg der Druckfedern **18a** und **18b** wird ein Initiator (nicht dargestellt) der Arretiervorrichtung **12** betätigt, der ein Stoppsignal für die Antriebseinrichtung **14** liefert. Die Lage der Oberrosthälften **6a** und **6b** ist in diesem Zustand hinreichend genau zentriert, so dass der Beschickungsroboter **8** die Sollpositionen der Halteöffnungen **7** der Oberrosthälften **6a** und **6b** anfahren kann, um die exakten Istpositionen mit Hilfe eines speziellen Fühldorns **F** zu

ertasten.

[0065] Weiterhin ist in **Fig. 4a** eine Rahmenlehre **20** dargestellt, von der in **Fig. 5** eine Draufsicht zu sehen ist. Die Rahmenlehre **20** kann optional vorgesehen sein, um die Lage des Transportrostes **1** in der Beschickungsstation **10** zu prüfen. Außerdem kann mit der Rahmenlehre **20** festgestellt werden, ob ein in Länge und Breite gewachsener Oberrost **6** noch innerhalb zulässiger Toleranzen liegt. Die Rahmenlehre **20** ist im wesentlichen aus einer Grundplatte **21** gebildet, an deren Rändern plattenförmige Schürzen **22** und **23** sowie **24** und **25** angebracht sind. Die einander zugekehrten Innenflächen **22a**, **23a** der Schürzen **22** und **23** bilden Grenzflächen, zwischen welche der Oberrost **6** der Länge nach passen muss. Die einander zugekehrten Innenflächen **24a** und **25a** der Schürzen **24** und **25** bilden Grenzflächen, zwischen welche der Oberrost **6** der Breite nach passen muss. Ist das Längen- und/oder Breitenmaß des Oberrostes **6** größer als der Abstand der gegenüberliegenden Grenzflächen **22** und **23** beziehungsweise **24** und **25** der Rahmenlehre **20**, so kann die Rahmenlehre **20** nicht flach auf den Oberrost **6** aufgelegt werden. Dies wird von dem Positionsmeßsystem des Beschickungsroboters erkannt und daraufhin dieses Oberrost **6** aussortiert.

[0066] Ein Transportrost **1** wird dann ebenfalls nicht beschickt, wenn er beispielsweise um eine senkrechte zur Aufstellebene **11** der Beschickungsstation **10** gelegene Achse gedreht auf der Aufstellebene **11** steht. Bei einer solchen Schiefelage kann die Rahmenlehre **20** ebenfalls nicht so auf den Transportrost **1** aufgelegt werden, dass der Oberrost **6** zwischen die Grenzflächen **22a** und **23a** sowie **24a** und **25a** passt.

[0067] Auch die Rahmenlehre **20** ist mit einem Kraftbegrenzer **26** versehen. Die Grundplatte **21** ist über Führungsstangen **26v**, **26w**, **26x** und **26y** des Kraftbegrenzers **26** an einem Trägerelement **27** aufgehängt. Der Kraftbegrenzer **26** weist vier an den Führungsstangen **26v**, **26w**, **26x** und **26y** angeordnete Druckfedern auf, von denen in **Fig. 4a** vereinfacht nur die Druckfedern **26a** und **26b** dargestellt sind. An dem Trägerelement **27** ist ein Hebebolzen **28** angebracht, an der als Parallelgreifer ausgebildete Greifer **29** des Beschickungsroboters **B** die Rahmenlehre **20** handhaben kann. Der Greifer **29** des Beschickungsroboters **B** faßt die Rahmenlehre **20** an dem Hebebolzen **28** und legt sie flach auf den Oberrost **6** auf. Sobald die Grundplatte **21** der Rahmenlehre **20** auf dem Oberrost **6** aufliegt, werden durch eine weitere Absenkbewegung des Beschickungsroboters **B** die Druckfedern **26a** und **26b** des Kraftbegrenzers **26** zusammengedrückt und bei einem bestimmten Einfederweg ein Initiator (nicht dargestellt) betätigt. Der Initiator liefert dann ein Signal zur Abschaltung der Absenkbewegung des Beschickungsroboters **B**.

[0068] Die Grundplatte **21** der Rahmenlehre **20** weist Aussparungen **21a**, **21b**, **21c** und **21d** für die Klemmfinger **15** und **16** der Arretiervorrichtung **12**

auf. Auf diese Weise können während des Einsatzes der Rahmenlehre **20** auch die Klemmfinger **15** und **16** der Arretiervorrichtung **12** auf den Oberrost **6** abgesenkt werden. Die Überprüfung der Abmessungen und Lage des Transportrostes **1** findet statt, sobald die Klemmfinger **15** und **16** der Arretiervorrichtung **12** den Oberrost **6** vorjustiert und fixiert haben. Alternativ kann auch zuerst die Lageprüfung mit der Rahmenlehre **20** durchgeführt werden, bevor die Arretiervorrichtung **12** den Transportrost **1** auf der Aufstellebene **11** ausrichtet und fixiert.

[0069] Der folgende Verfahrensschritt ist anhand der **Fig. 6** erläutert. Hierbei wird mit dem Parallelgreifer **27** des Beschickungsroboters **B** der spezielle Fühldorn **F** in vertikaler Lage über die in einer Steuerelektronik des Beschickungsroboters **B** gespeicherte Sollposition einer Halteöffnung **7** des Transportrostes **1** gefahren. Der Fühldorn **F** weist einen Zentrierkonus **30** auf, an dessen dünnem Ende der Fühldorn **F** mit seitlichem Spiel in die Halteöffnung **7** eingetaucht wird. Bei diesem Vorgang hält der Beschickungsroboter **B** den Fühldorn **F** lagegetreu in vertikaler Ausrichtung fest. Die übrigen Bewegungsachsen des Beschickungsroboters **B** werden nachgiebig gestellt, so dass der Beschickungsroboter **B** während der Eintauchbewegung des Fühldorns **F** selbsttätig in die Istposition der Halteöffnung **7** nachgeführt wird. Die Bewegungsachsen des Beschickungsroboters **B** werden derart nachgiebig eingestellt, dass zwar keine Senkbewegung durch das Eigengewicht des Beschickungsroboters **B** und des Greifers **27** möglich ist, jedoch bereits geringe Seitenkräfte, die der Zentrierkonus **30** durch Kontakt mit dem Stegtring **8** einer Halteöffnung **7** erfährt, zum seitlichen Nachführen des Beschickungsroboters **B** genügen. Die gefundene Istposition der Halteöffnung **7** wird in der Steuerelektronik des Beschickungsroboters **B** gespeichert. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel taucht der Beschickungsroboter **B** den Fühldorn **F** zunächst in jede der vierunddreißig Halteöffnungen des Transportrostes **1** ein und speichert die Istposition der jeweiligen Halteöffnung **7** in einem Zwischenspeicher der Steuerelektronik ab. Nach diesem Verfahrensschritt wird der Fühldorn **F** abgelegt und die Werkstücke nacheinander gegriffen und jeweils ein Werkstück an einer der gespeicherten Istpositionen der Halteöffnungen in den Transportrost **1** eingesetzt. Der Zentrierkonus **30** des Fühldorns **F** ist so ausgelegt, dass seine dünne Seite immer sicher an eine Halteöffnung **7** angesetzt werden kann, egal ob diese in der Sollposition liegt oder durch erhebliches Längenwachstum eine deutliche Lageabweichung zu der Sollposition erfahren hat. Trotzdem ist der Fühldorn **F** sicherheitshalber mit einem Kraftbegrenzer **K** versehen, der, sobald der Fühldorn mit einer bestimmten Kraft gegen ein Aufstellnest **3** oder ein Hindernis gedrückt wird, die Bewegung des Beschickungsroboters **B** abschaltet. Der Kraftbegrenzer **K** weist ein Führungsstück **R** auf, in dem der Fühldorn **F** geradgeführt ist. Der Fühldorn **F** ist über eine Druckfeder **D**

an dem einer Widerlagerfläche **W** des Führungsstücks abgestützt. Wenn der Fühldorn an einem Gegenstand anstößt, wird er in der Geradföhrung **R** verschoben und die Druckfeder **D** zusammengedrückt. Bei einem bestimmten Einfederweg der Druckfeder **D** wird ein Initiator betätigt, der ein Stoppsignal für die Steuerelektronik des Beschickungsroboters **B** liefert und diesen anhalten lässt. Das Führungsstück **R** weist außerdem eine Ringnut **N** auf, die dem Greifer **29** des Beschickungsroboters **B** als Greifbereich dient. Die Ringnut **N** ist so bemessen, dass der Greifer **29** mit geringem seitlichen Spiel zwischen die Nutwände **N<sub>w</sub>** der Ringnut **N** passt. So ist gewährleistet, dass der Fühldorn **F** nicht aus der vertikalen Lage kippen kann, wenn er von dem Beschickungsroboter **B** beispielsweise gegen einen Stegtring **8** des Oberrostes **6** geführt wird.

[0070] Ein beschickter Transportrost **1** ist in **Fig. 7** dargestellt. Der Transportrost **1** ist mit Getriebewellen **35** beladen. Die Getriebewellen **35** weisen an ihrem von dem Transportrost hervorstehenden Ende **35a** denjenigen Wellenabsatz **35b** mit dem größten Durchmesser auf. Einander benachbarte Aufstellnester **3** des Transportrostes **1** sind in zwei unterschiedlichen Ebenen angeordnet, so dass die Getriebewellen **35** unterschiedlich hoch hervorstehten. Dadurch ist gewährleistet, dass die durchmesserstärksten Wellenabsätze **35b** nicht auf gleicher Höhe nebeneinander liegen und durch Kontakt miteinander beschädigt werden können.

[0071] In **Fig. 7** ist ein weiteres Detail des Transportrostes **1** erkennbar. Gemeint sind auf die Auflagestützen **4** und **5** aufgesteckte Distanzhülsen **36**, mit denen der Abstand zwischen den Aufstellnestern **3** des Unterrostes **2** und den Halteöffnungen **7** des Oberrostes **6** variiert werden kann. Die Distanzhülsen **36** sind lose auf die Auflagestützen **4** und **5** aufgesteckt. Der Oberrost **6** lagert auf den Distanzhülsen **36** und ist durch die Auflagestützen **4** und **5** gegen seitliches Verrutschen gesichert. Die Aufstellnester **3** sind in **Fig. 7** trichterförmig ausgebildet, damit das Aufstellende der Getriebewelle **35** sich selbsttätig darin zentriert. Bei den Auflagestützen **4** und **5** handelt es sich um gegossene Teile, die mit dem Unterrost **2** durch Schweißen fest verbunden sind.

[0072] In **Fig. 8** ist ein auf der Aufstellebene **11** der Beschickungsstation **10** angeordneter Transportrost **1** eingezeichnet, der aus einem Grundrost **G**, zwei Unterrosthälften **2a** und **2b** sowie zwei Oberrosthälften **6a** und **6b** besteht. Von dem Transportrost sind zwei Halbschnitte **H1** und **H2** dargestellt. Der Halbschnitt **H1** zeigt den Transportrost im ursprünglichen Zustand. Der Halbschnitt **H2** stellt einen gewachsenen Zustand des Transportrostes dar. Zur Vorjustierung vor dem Einsatz des Beschickungsroboters **B** ist eine Positionier- und Haltevorrichtung **40** für die beiden Unterrosthälften **2a** und **2b** vorgesehen. Diese kommt zum Einsatz, bevor die Rahmenlehre **20** die Lage des Transportrostes **1** sowie die Abmessungen des Oberrostes **6** prüft und in dem darauf folgenden

Verfahrensschritt der Beschickungsroboter B mittels des Fühldorns F die Istposition der Halteöffnungen 7 abtastet.

[0073] Die Positionier- und Haltevorrichtung 40 ist als Positioniergreifer 41 ausgebildet, der die beiden im Bereich des Flächenmittelpunkts M des Unterrostes 2 vorgesehenen parallelen Stege 2c und 2d je einer Unterrosthälfte 2a beziehungsweise 2b gegeneinander drückt. Die Justage der beiden Unterrosthälften 2a und 2b sowohl in der Aufstellebene als auch in der zur Krafrichtung des Positioniergreifers 41 senkrechten Richtung wird durch seitliche Führungsflächen 41a und 41b der Greifbacken des Positioniergreifers 41 bewirkt. Mit diesen Führungsflächen 41a und 41b wird die Lage zweier Verbindungsstege 2e und 2f zentriert. Der Greifer 41 der Positionier- und Haltevorrichtung 40 kann senkrecht zur Aufstellebene 11 der Beschickungsstation 10 ausgefahren werden, wenn die Unterrosthälften 2a und 2b positioniert und gehalten werden müssen. Für die Entnahme des Transportrostes 1 wird der Greifer 41 in eine unterhalb der Aufstellebene 11 liegende Ruheposition eingefahren. Dies wird bei der vorliegenden Ausführungsform durch einen positionsgenauen Spindeltrieb 42 gelöst.

[0074] In Fig. 10 ist die Draufsicht auf ein auf der Aufstellebene 11 der Beschickungsstation 10 stehenden Transportrost 1 dargestellt. An der Unterseite des Transportrostes 1 greift ein Transportrostheber 50 an, der von dem Beschickungsroboter B handhabbar ist und eine Hebefläche 50a aufweist. Mit Hilfe des Transportrosthebers 50 setzt der Beschickungsroboter B einen leeren Transportrost 1 in der Aufstellebene 11 der Beschickungsstation 10 ab und entnimmt diesen Transportrost 1, sobald er mit den für die Wärmebehandlung vorgesehenen Werkstücken beschickt ist.

[0075] In Fig. 11 ist eine Seitenansicht des Endeffektors E des Beschickungsroboters B sowie des Transportrosthebers 50 dargestellt. Zur Verbindung des Transportrosthebers 50 mit dem Beschickungsroboter B weist dessen Endeffektor E einen Aufnahmebolzen 51 auf und ist der Transportrostheber 50 mit einer Hakenaufnahme 52 versehen. Der Aufnahmebolzen 51 des Endeffektors E ist in die Hakenaufnahme 52 einhakbar.

[0076] Anhand der Fig. 12 ist darüber hinaus zu erkennen, dass der Endeffektor E sowohl einen Parallelgreifer 29 als auch den Aufnahmebolzen 51 für den Transportrostheber 50 aufweist. Je nachdem, welches Handhabungsinstrument gerade benötigt wird, kann der Endeffektor E die Einheit aus Aufnahmebolzen 51 und Parallelgreifer 29 um eine Achse X schwenken, um entweder den Parallelgreifer 29 oder den Aufnahmebolzen 51 anzusetzen.

[0077] In den Fig. 11 und 12 sind von der Hebefläche 50a des Transportrosthebers 50 hervorstehenden Führungsnocken 50b dargestellt, die ein Verrutschen des Transportrostes 1 während der Handhabung durch den Beschickungsroboter B verhindern.

## Bezugszeichenliste

1	Transportrost
2	Unterrost
2a	Unterrosthälfte
2b	Unterrosthälfte
2c	Steg
2d	Steg
2e	Verbindungssteg
2f	Verbindungssteg
3	Aufstellnest
4	Auflagestütze
5	Auflagestütze
6	Oberrost
6a	Oberrosthälfte
6b	Oberrosthälfte
7	Halteöffnung
7a	Halteöffnung
7b	Halteöffnung
8	Stegring
9	Verbindungssteg
10	Beschickungsstation
11	Aufstellebene
12	Arretiervorrichtung
13	Führung
14	Antriebseinrichtung
15	Klemmfinger
15a	Zentrierschräge
16	Klemmfinger
16a	Zentrierschräge
17	Außensteg
18	Kraftbegrenzer
18a	Druckfeder
18b	Druckfeder
19	Widerlager
20	Rahmenlehre
21	Grundplatte
21a	Aussparung
21b	Aussparung
21c	Aussparung
21d	Aussparung
22	Schürze
22a	Grenzfläche
23	Schürze
23a	Grenzfläche
24	Schürze
24a	Grenzfläche
25	Schürze
25a	Grenzfläche
26	Kraftbegrenzer
26a	Druckfeder
26b	Druckfeder
26v	Führungsstange
26w	Führungsstange
26x	Führungsstange
26y	Führungsstange
27	Trägerelement
28	Hebelbolzen
29	Greifer
30	Zentrierkonus

<b>35</b>	Getriebewelle
<b>35a</b>	hervorstehendes Ende
<b>35b</b>	Wellenabsatz
<b>36</b>	Distanshülse
<b>40</b>	Positionier- und Haltevorrichtung
<b>41</b>	Positioniergreifer
<b>41a</b>	Führungsfläche
<b>41b</b>	Führungsfläche
<b>42</b>	Spindelantrieb
<b>50</b>	Transportrostheber
<b>50a</b>	Hebefläche
<b>50b</b>	Führungsnocke
<b>51</b>	Aufnahmebolzen
<b>52</b>	Hakenaufnahme
<b>B</b>	Beschickungsroboter
<b>D</b>	Druckfeder
<b>E</b>	Endeffektor
<b>F</b>	Fühldorn
<b>G</b>	Grundrost
<b>H1</b>	Halbschnitt
<b>H2</b>	Halbschnitt
<b>K</b>	Kraftbegrenzer
<b>La</b>	Lageröffnung
<b>Lb</b>	Lageröffnung
<b>M</b>	Flächenmittelpunkt
<b>N</b>	Ringnut
<b>N<sub>w</sub></b>	Nutwand
<b>R</b>	Führungsstück
<b>W</b>	Widerlagerfläche
<b>X</b>	Achse

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsetzen länglicher Werkstücke aus Stahl in einen Transportrost (1), der zur Wärmebehandlung der Werkstücke gemeinsam mit diesen durch einen Wärmebehandlungssofen gefördert werden muss, wobei

– der Transportrost (1) mit Aufstellnestern (3) für die Werkstücke und in einem Abstand über den Aufstellnestern (3) mit Halteöffnungen (7) versehen ist, wobei die Werkstücke durch die Halteöffnungen (7) hindurchgesteckt und im eingesteckten Zustand von den Halteöffnungen (7) seitlich auf Abstand gehalten werden,

– die Sollposition jeder Halteöffnung (7) in vertikaler Flucht über einem Aufstellnest (3) liegt, jedoch die Istposition jeder Halteöffnung (7) aus der vertikalen Flucht abweichen kann, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschickungsroboter (B) vorgesehen ist, dessen Wege und Bewegungswinkel mit einem Positionsmesssystem gemessen und an eine Steuerelektronik weitergeleitet werden,

– dass der Beschickungsroboter (B) einen Fühldorn (F) in vertikaler Lage über eine gespeicherte Sollposition einer Halteöffnung (7) des Transportrostes (1) bewegt,

– dass das freie der Halteöffnung (7) zugekehrte Ende des Fühldorns (F) einen Zentrierkonus (30) aufweist,

– dass der Zentrierkonus (30) mit seitlichem Spiel in die Halteöffnung (7) eingetaucht wird, wobei der Beschickungsroboter (B) den Fühldorn (F) lagegetreu in vertikaler Ausrichtung festhält,

– dass die übrigen Bewegungsachsen des Beschickungsroboters (B) derart nachgiebig gestellt werden,

– dass der Beschickungsroboter (8) während der Eintauchbewegung des Fühldorns (F) selbsttätig in die Istposition der Halteöffnung (7) nachgeführt wird,

– dass der Beschickungsroboter (B) die gefundene Istposition der Halteöffnung (7) speichert,

– dass der Beschickungsroboter (B) ein Werkstück greift und in die gespeicherte Istposition der Halteöffnung (7) bewegt, und

– dass das Werkstück dann durch die Halteöffnung (7) hindurchgesteckt und in dem Aufstellnest (3) des Transportrostes (1) aufgestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Beschickungsroboter (B) den Fühldorn (F) zunächst in jede der Halteöffnungen (7) des Transportrostes (1) eintaucht und dabei die Istposition der jeweiligen Halteöffnung (7) zwischengespeichert wird, und dass der Beschickungsroboter (B) dann die Werkstücke nacheinander greift und jeweils ein Werkstück an einer der gespeicherten Istpositionen in den Transportrost (1) einsetzt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fühldorn (F) während des Eintauchens in eine Halteöffnung (7) des Transportrostes (1) bis auf den Grund des Aufstellnestes (3) des Transportrostes (1) bewegt wird, und dass die in dem Aufstellnest (3) erreichte Tiefenposition des Fühldorns (F) gespeichert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn ein Fühldorn (F) nicht in eine Halteöffnung (7) einsteckbar war oder die Einstecktiefe ein bestimmtes Tiefenmaß unterschritten hat, das Einstecken eines Werkstücks in diese Halteöffnung (7) unterbleibt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsteckkraft für den Fühldorn (F) auf einen Grenzwert eingestellt wird, bei dem keine Beschädigung des Fühldorns (F) auftritt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass durch ein Erreichen oder eine Überschreitung des Grenzwertes der Einsteckkraft die Einsteckbewegung des Fühldorns (F) in eine Entnahmebewegung desselben umgekehrt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch ein Erreichen oder eine Überschreitung des Grenzwertes der Einsteckkraft bewirkt wird, dass kein Werkstück in die entsprechende Halteöffnung (7) eingesetzt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportrost (1) während des Eintauchens des Fühldorns (F) in die Halteöffnung (7) gegen seitliches Verrutschen gesichert wird.

9. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass geprüft wird, ob sowohl das Längen- und Breitenmaß als auch die Lage des Transportrostes (1) innerhalb zulässiger Abweichungen liegen.

10. Vorrichtung zur automatischen Beschickung eines Transportrostes (1), in das längliche Werkstücke in der Weise eingesetzt werden, wie Getränkeflaschen in eine mit Einzelstellplätzen für jede Getränkeflasche versehene Getränkekiste, wobei der Transportrost (1) Aufstellnester (3) für die Werkstücke sowie in einem Abstand oberhalb der Aufstellnester (3) Halteöffnungen (7) aufweist, mit einer Beschickungsstation (10), die eine Aufstellebene (11) für den Transportrost (1) aufweist, einer Arretiervorrichtung (12) zur vorübergehenden Fixierung des Transportrostes (1) in der Beschickungsstation (10), einem Beschickungsroboter (B) mit einem Greifer (29), einem von dem Greifer (29) handhabbaren Fühldorn (F), einem an dem Fühldorn (F) vorgesehenen Zentrierkonus (30), der an dem freien, im Betrieb dem Transportrost (1) zugekehrten Ende des Fühldorns (30) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportrost (1) wenigstens ein Unterrost (2) und ein Oberrost (6) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufstellnester (3) in dem Unterrost (2) angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteöffnungen (7) in dem Oberrost (6) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufstellnester (3) des Unterrostes (2) in unterschiedlicher Höhe vorgesehen sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Arretiervorrichtung (12) Klemmfinger (15, 16) aufweist, mit denen der Transportrost (1) zentrierbar und vorübergehend fixierbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rahmenlehre (20) mit Grenzflächen (22a, 23a, 24a, 25a) vorgesehen ist, über die geprüft wird, ob sowohl das Längen- und Breitenmaß als auch die Lage des Transportrostes (1) in der Beschickungsstation (10) inner-

halb zulässiger Abweichungen liegen.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Fühldorn (F) mit einem Kraftbegrenzer (K) versehen ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Arretiervorrichtung (12) mit einem Kraftbegrenzer (18) versehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftbegrenzer (K, 12, 26) wenigstens eine Druckfeder (D, 18a, 18b, 26a, 26b) und einen Initiator aufweist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportrost (1) einen Grundrost (G) aufweist, auf welchem der Unterrost (2) aufliegt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportrost (1) einen in zwei Unterrosthälften (2a, 2b) unterteilten Unterrost (2) sowie einen in zwei Oberrosthälften (6a, 6b) unterteilten Oberrost (6) aufweist, und dass die Unterrosthälften (2a, 2b) nebeneinander auf dem Grundrost (G) liegen und die Oberrosthälften (6a, 6b) auf den Unterrosthälften (2a, 2b) angeordnet sind.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Positionier- und Haltevorrichtung (50) für die beiden Unterrosthälften (2a, 2b) vorgesehen ist, mit der die Unterrosthälften (2a, 2b) während der Beschickung fixierbar sind.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionier- und Haltevorrichtung (50) als Positioniergreifer ausgebildet ist, dass der Positioniergreifer unterhalb der Aufstellebene (11) der Beschickungsstation (10) angeordnet ist, dass der Positioniergreifer in eine ausgefahrene Stellung bewegbar ist, in der er die Unterrosthälften (2a, 2b) greift und zur Beschickung festhält und in eine eingefahrene Stellung bewegbar ist, in der er unter die Aufstellebene (11) der Beschickungsstation (10) zurücksteht.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem Beschickungsroboter (B) handhabbarer Transportrostheber (50) vorgesehen ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportrostheber (50) eine Hakenaufnahme (52) aufweist und an dem Beschickungsroboter (B) ein in die Hakenaufnahme einhakenbarer Aufnahmebolzen (51) vorgesehen ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, da-

durch gekennzeichnet, dass der Transportrostheber  
(**50**) auf einer Hebefläche (**50a**) angeordnete Füh-  
rungsnocken (**50b**) aufweist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

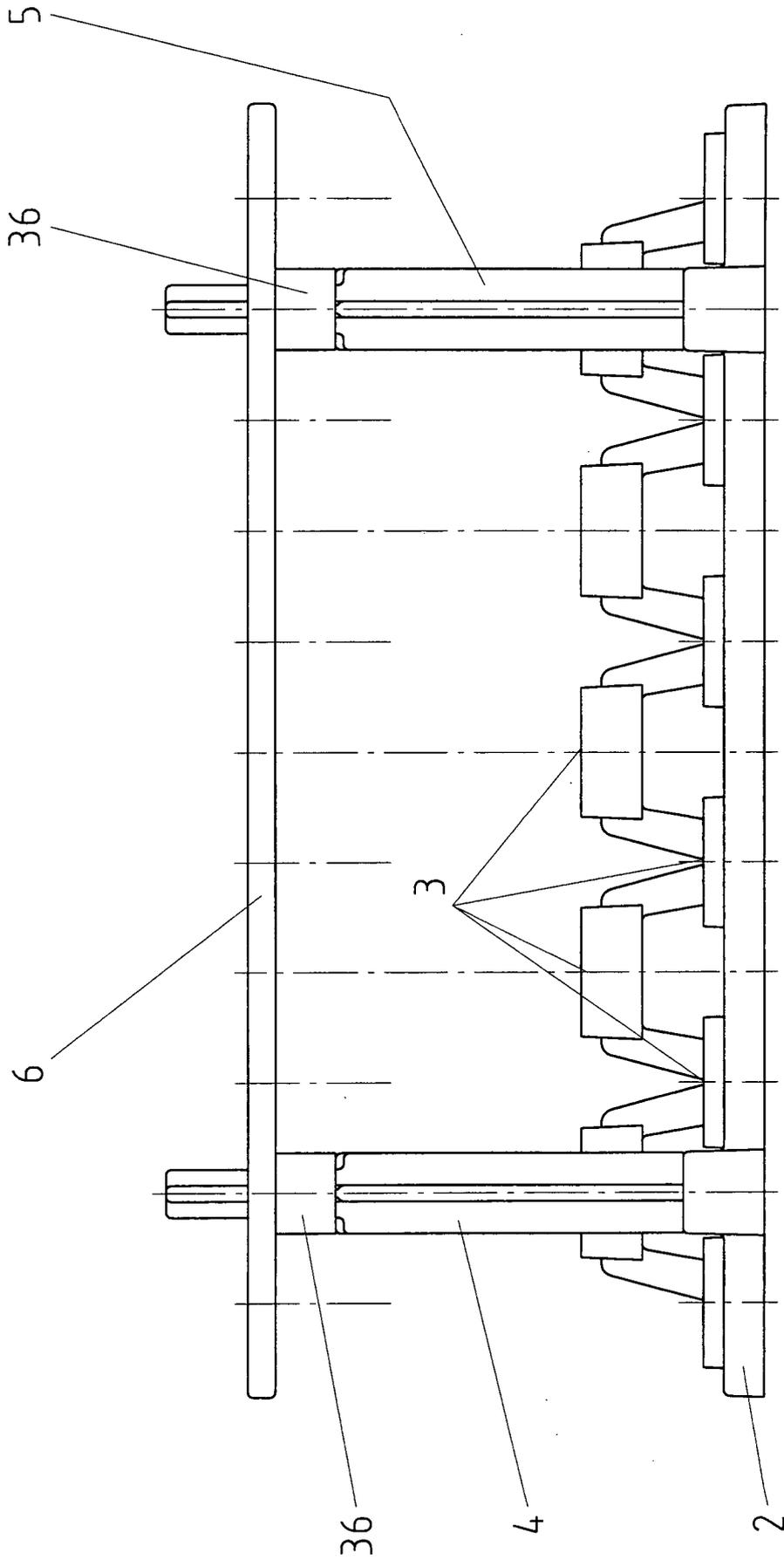


Fig. 1

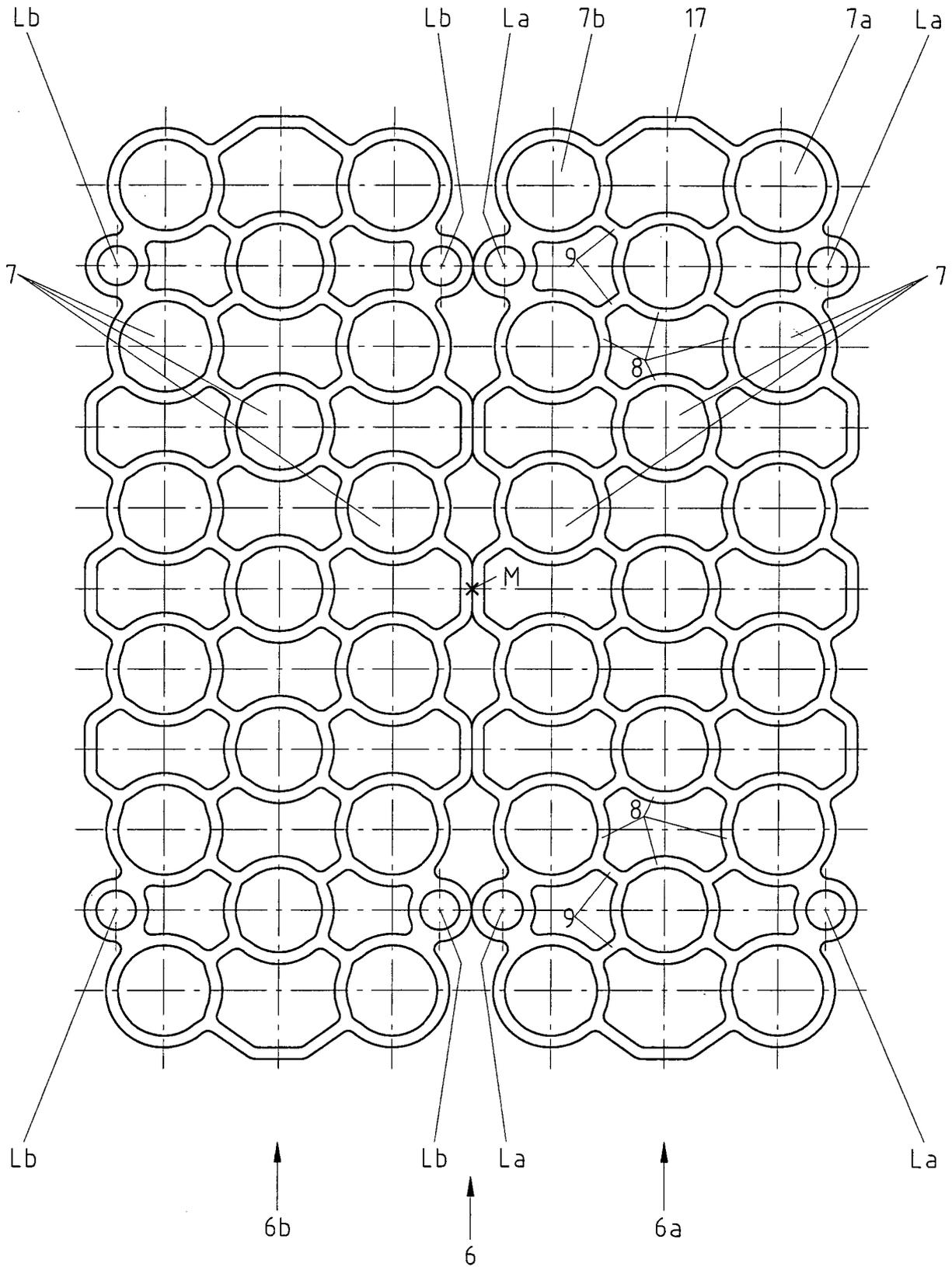


Fig. 2

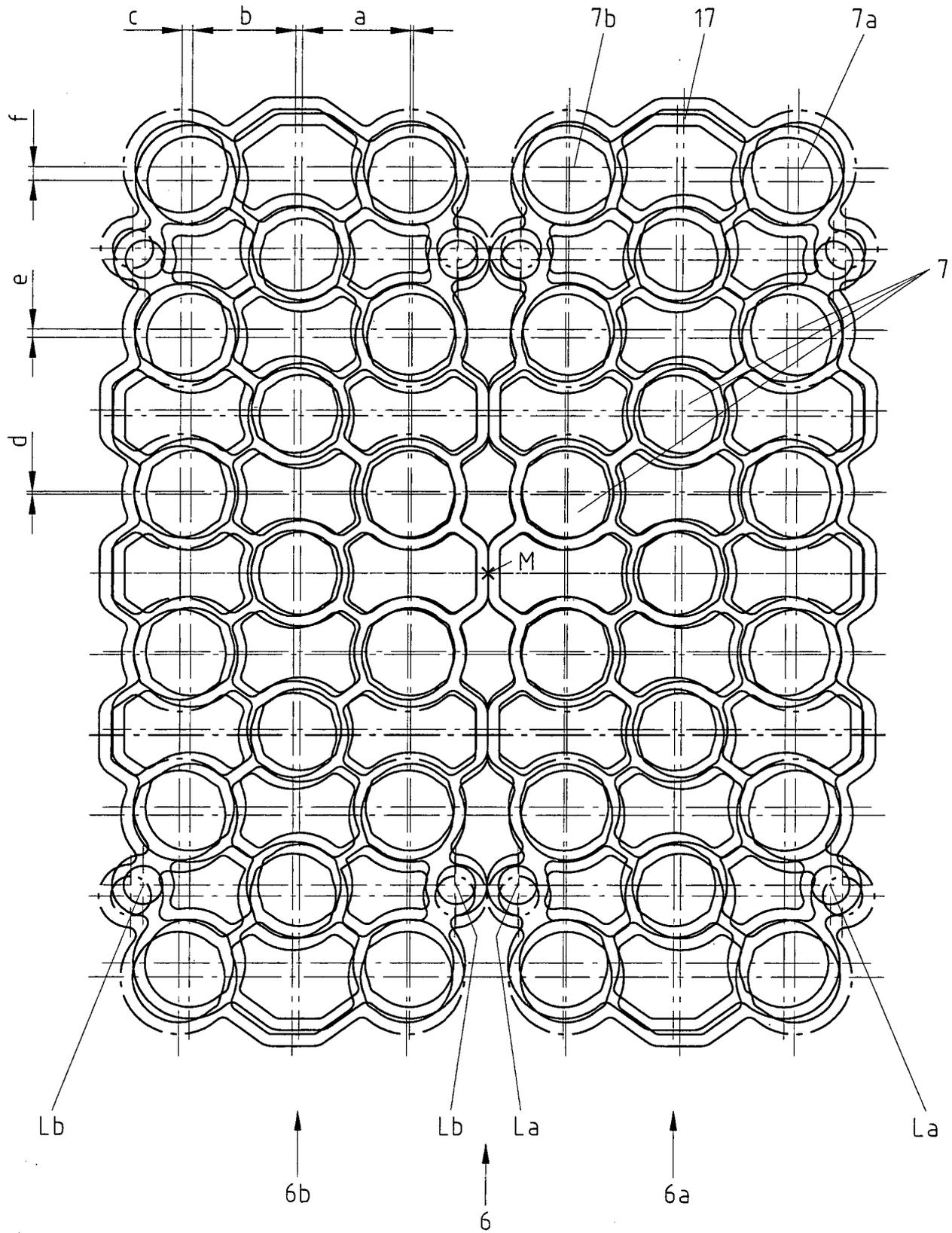


Fig. 3

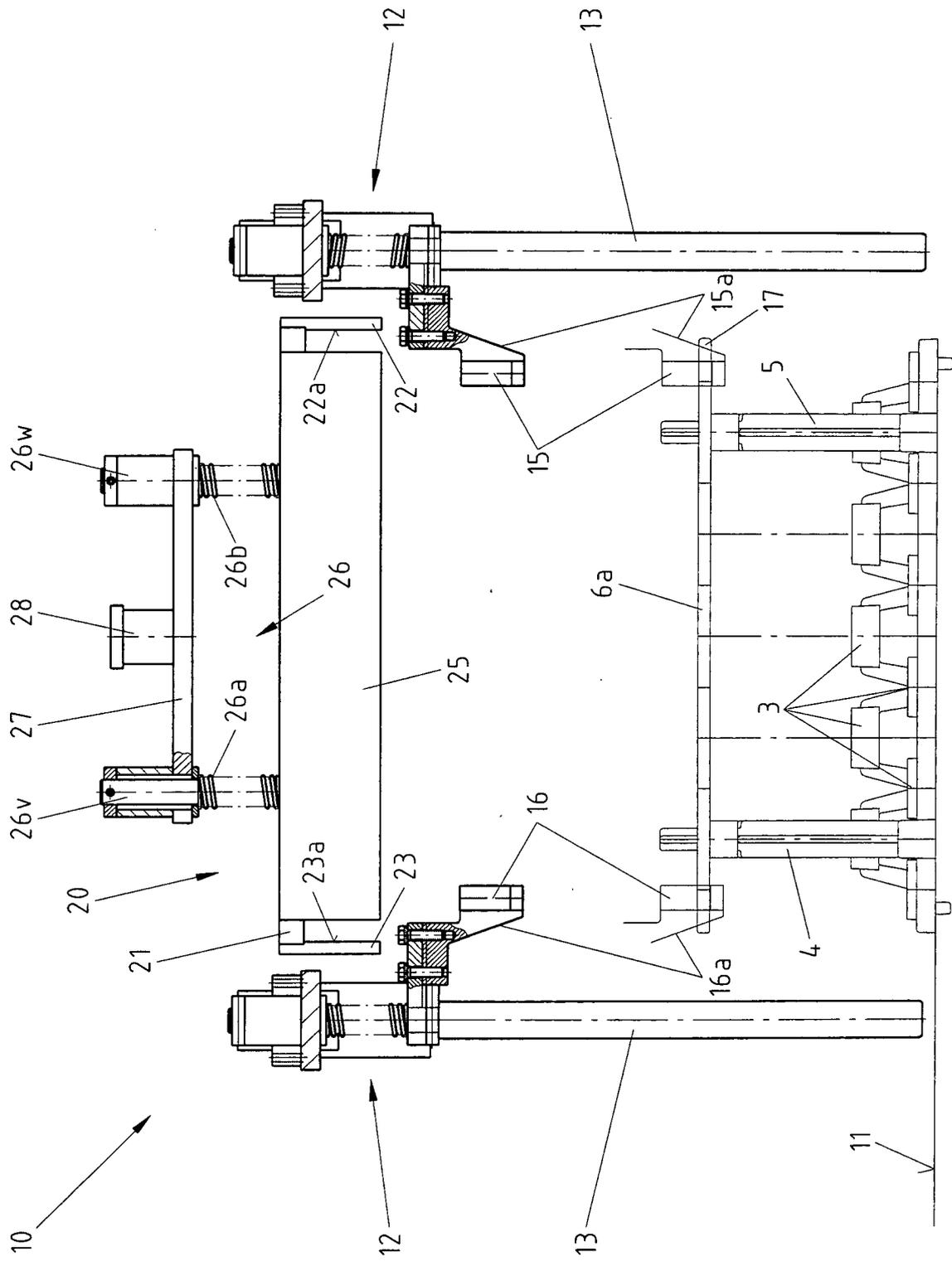


Fig. 4a

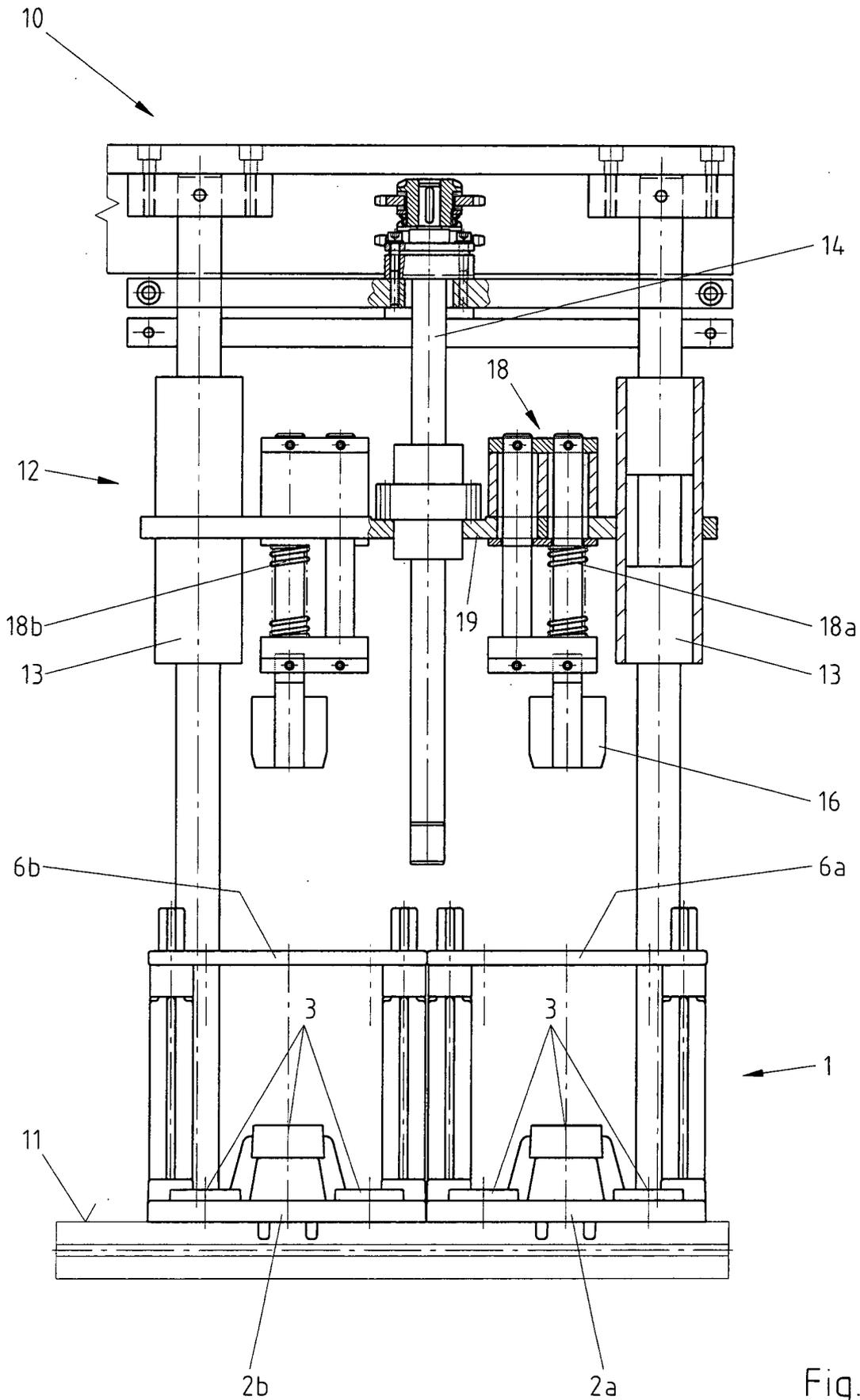


Fig. 4b

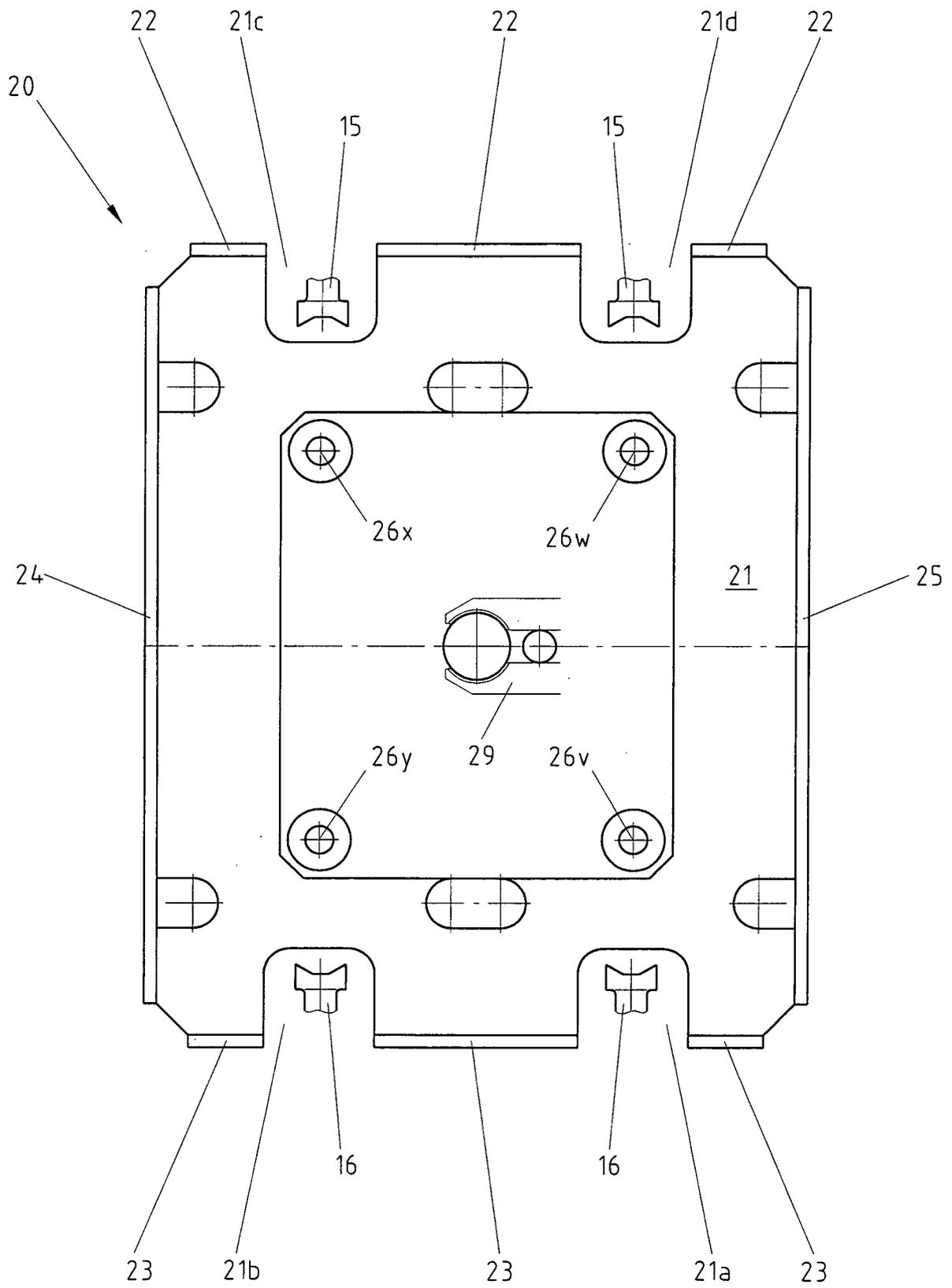


Fig. 5

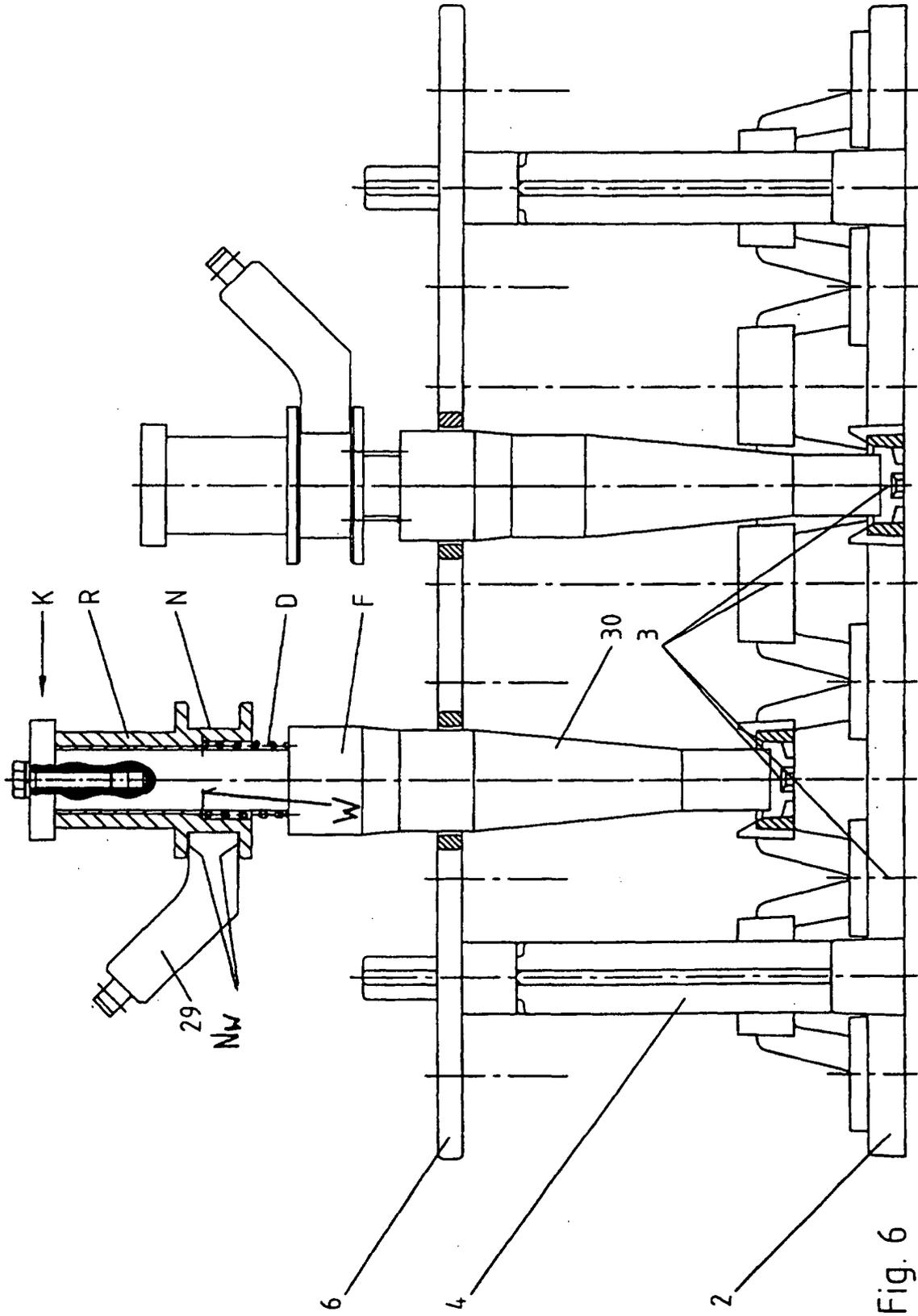


Fig. 6

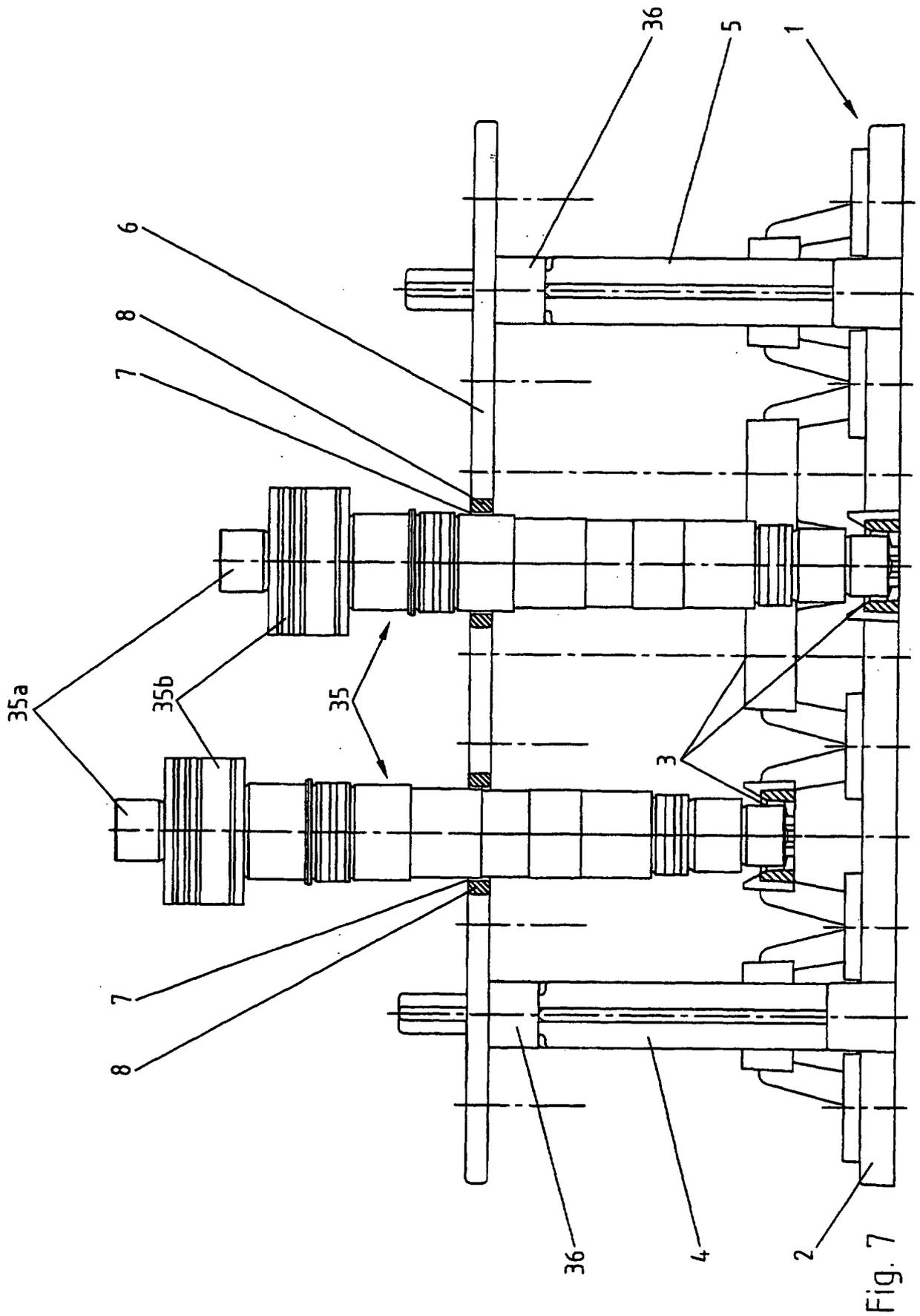


Fig. 7

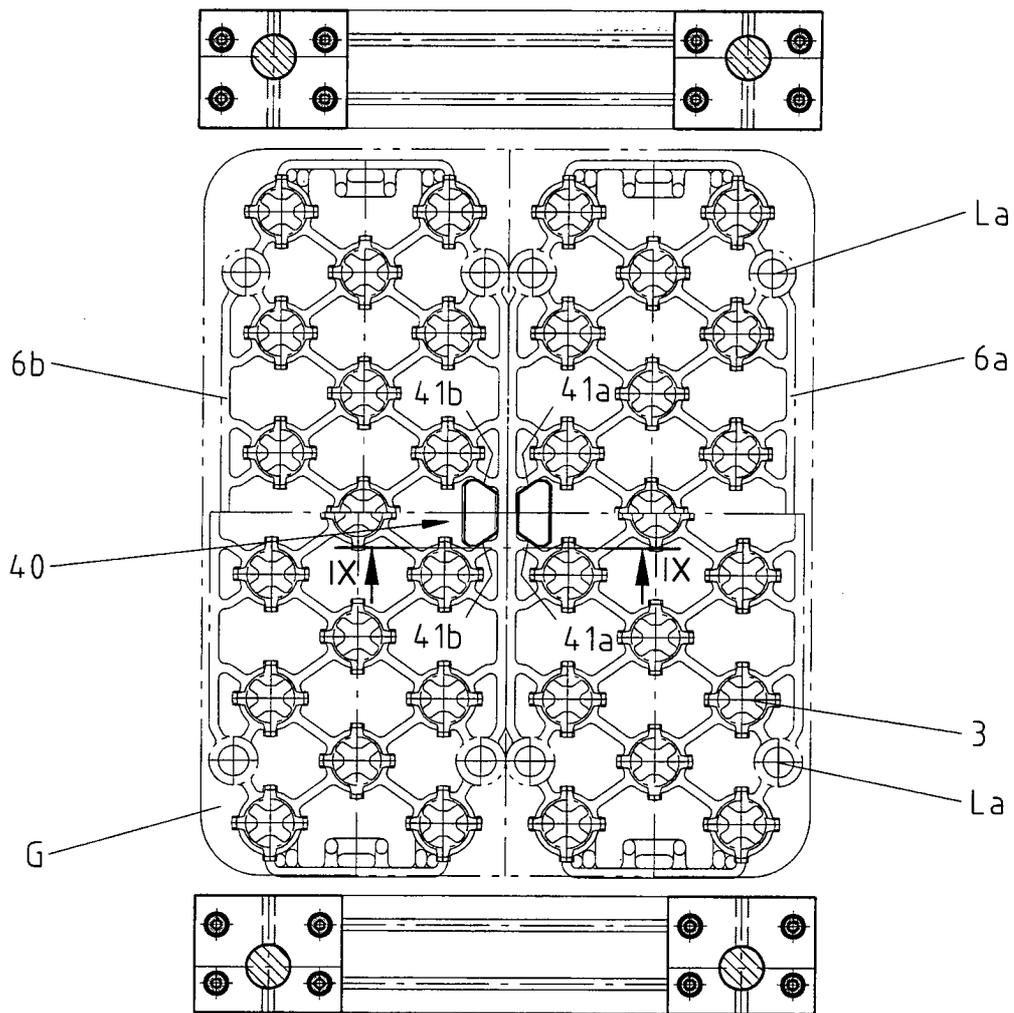


Fig. 8

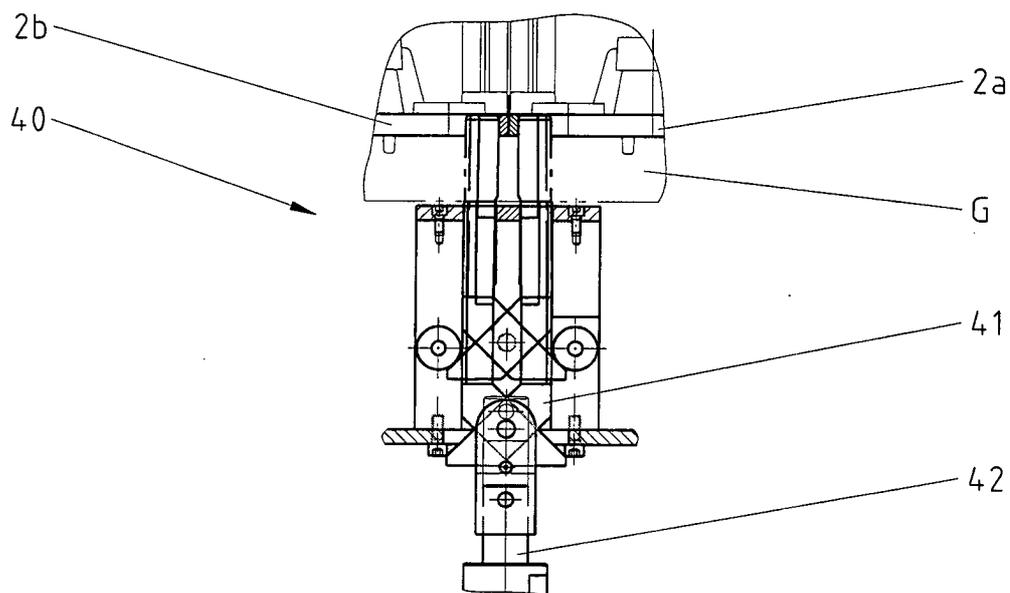


Fig. 9

Fig. 10

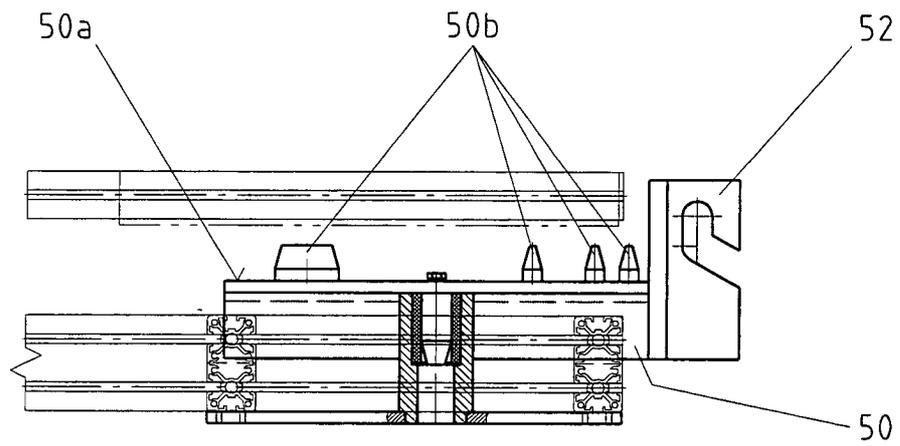
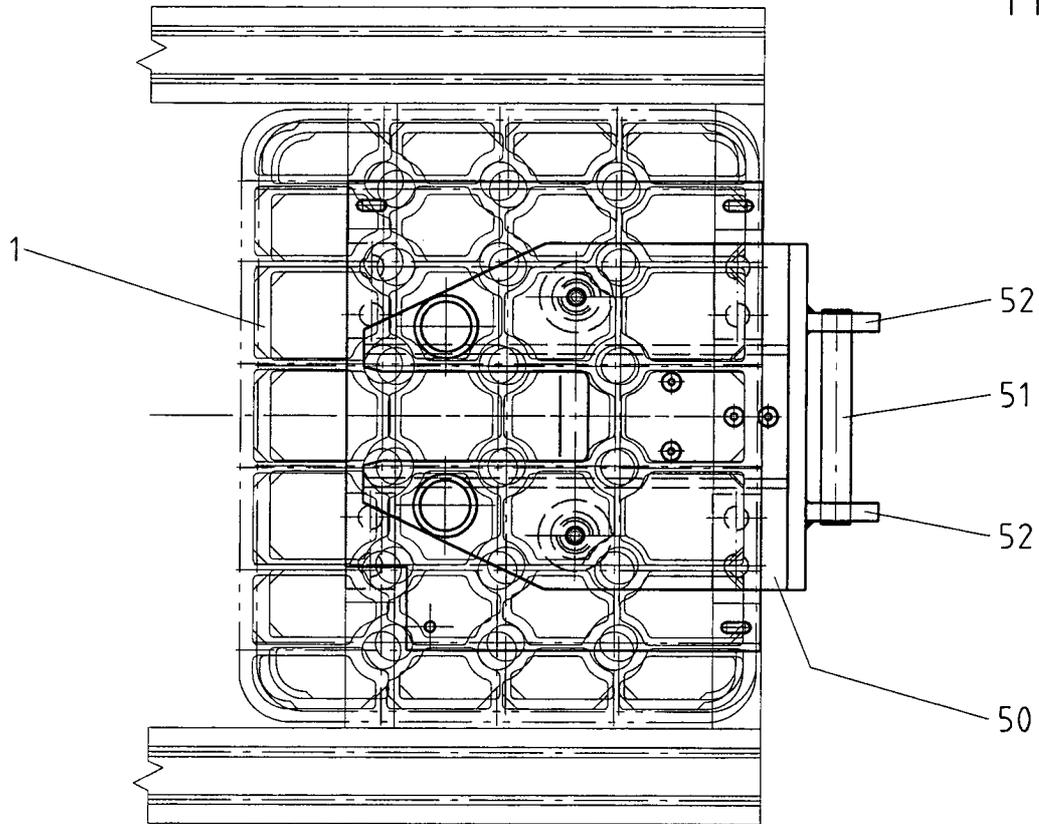


Fig. 11

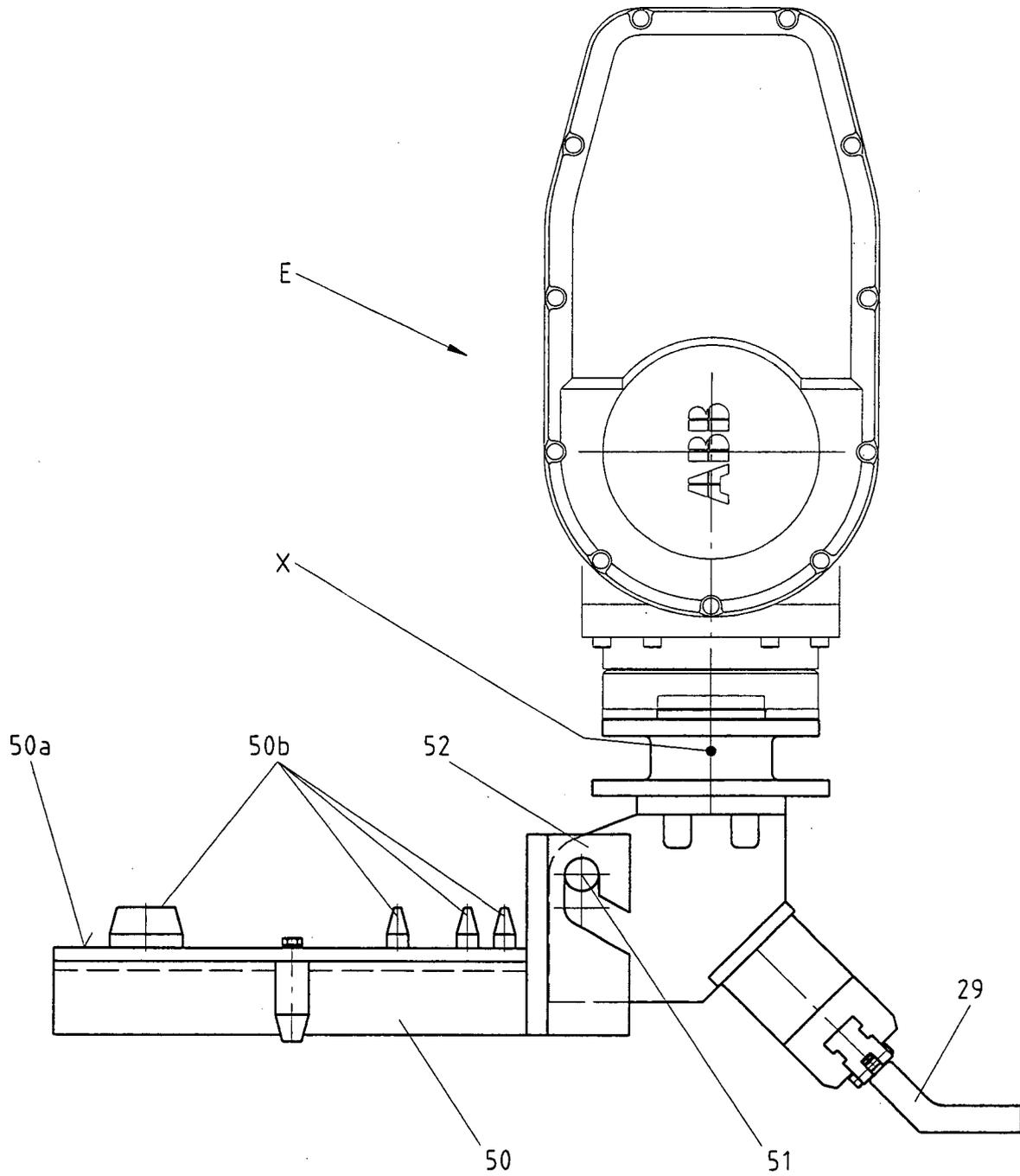


Fig. 12