



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 448 597 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.06.2020 Patentblatt 2020/24**

(51) Int Cl.:  
**B21K 27/04** (2006.01)      **B21D 43/05** (2006.01)  
**B21D 43/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17719252.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2017/059724**

(22) Anmeldetag: **25.04.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2017/186675 (02.11.2017 Gazette 2017/44)**

**(54) TRANSPORTVERFAHREN ZUM UMSETZEN VON WERKSTÜCKEN**

TRANSPORT METHOD FOR TRANSFERRING WORKPIECES

PROCÉDÉ DE TRANSPORT POUR LA MANUTENTION DE PIÈCES

(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**

(30) Priorität: **28.04.2016 CH 562162016**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.03.2019 Patentblatt 2019/10**

(73) Patentinhaber: **Hatebur Umformmaschinen AG  
4153 Reinach (CH)**

(72) Erfinder:  
• **MOSER, Markus  
4144 Arlesheim (CH)**

- **LEIBUNDGUT, Stephan  
4417 Ziefen (CH)**
- **MARITZ, Andreas  
4143 Dornach (CH)**
- **MATT, Andreas  
79730 Murg (DE)**

(74) Vertreter: **Bohest AG  
Holbeinstrasse 36-38  
4051 Basel (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 038 607 EP-B1- 1 848 556  
WO-A1-2005/011894 CH-A5- 595 155  
DE-C2- 1 069 993**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Transportverfahren zum Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen einer Bearbeitungseinrichtung, insbesondere einer Umformeinrichtung, gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Transportvorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

**[0002]** Bei der Massivumformung und auch bei anderen Umformvorgängen bzw. Bearbeitungsvorgängen allgemein durchlaufen Werkstücke häufig mehrere Stufen einer Bearbeitungseinrichtung nacheinander, wobei die Werkstücke von Stufe zu Stufe weitertransportiert werden. In einer Umformeinrichtung sind die Stufen typischerweise eine Ladestufe und verschiedene Umformstufen. Zum Transport der Werkstücke von Stufe zu Stufe dienen in der Regel mit zangenartigen Greifwerkzeugen ausgerüstete, im Maschinentakt der Bearbeitungseinrichtung arbeitende Transportvorrichtungen, wobei die Greifwerkzeuge gleichzeitig die Werkstücke erfassen, aus einer Stufe herausnehmen und der jeweils nächsten Stufe zuführen, wo sie freigeben.

**[0003]** Bei den bekannten Bearbeitungseinrichtungen, insbesondere Umformeinrichtungen, sind die Transportbewegungen und die Betätigung der Greifwerkzeuge mit dem Antriebsstrang der Bearbeitungseinrichtung gekoppelt - siehe z.B. die CH 595 155 A.

**[0004]** Die EP 2 233 221 A2 offenbart eine Stanzvorrichtung für eine Folgeschnitt-Stanzpresse, bei der Stanzteile mittels Greifwerkzeugen an einem Dreharm-Stern von einer Bearbeitungsstation zur nächsten transportiert werden. Der Dreharm-Stern wird dabei von einem Antriebsmotor abwechselnd im Uhrzeiger- und im Gegenuhrzeigersinn gedreht.

**[0005]** Eine Transportvorrichtung zum Umsetzen von Werkstücken in einer Umformeinrichtung ist in der EP 1 048 372 B1 beschrieben. Bei dieser bekannten Transportvorrichtung sind mehrere als Greifzangen ausgebildete Greifwerkzeuge mit je einem eigenen, vom Antriebsstrang der Umformeinrichtung entkoppelten Greifwerkzeugantrieb an einem in Längsrichtung und quer zu dieser beweglichen gemeinsamen Zangenträger angeordnet, mittels welchem alle Greifzangen gemeinsam jeweils zwischen zwei benachbarten Stufen einer Umformeinrichtung hin und her transportiert werden.

**[0006]** Die Greifzangen umfassen zwei Schwenkarme, die durch einen Servomotor über kinematische Kopplungsglieder aufeinander zu und voneinander weg schwenkbar angetrieben sind. Die EP 1 048 372 B1 befasst sich im Wesentlichen mit der Ausbildung der Greifzangen und deren Antrieben, der Antrieb des Zangenträgers zur Durchführung der Umsetzbewegungen der Greifzangen ist nicht konkret beschrieben. In Umformeinrichtungen, speziell Warmumformeinrichtungen, wird in der Regel das Rohmaterial in Stangenform zugeführt, von welchem dann Stücke der benötigten Länge abgeschnitten werden. Dabei dürfen die Stangenenden und

Stangenanfänge nicht in den Umformprozess gelangen und müssen ausgeschieden werden. Diese ausgeschiedenen Abschnitte fehlen im Umformprozess und erzeugen in der Umformeinrichtung einzelne leere Umformstufen. Wegen der dort fehlenden Umformkraft verändert sich die Deformation des Maschinenkörpers, was sich negativ auf die Geometrie der Umformteile auswirkt. Je nach Anforderungen können dann solche Teile nicht verwendet werden und müssen aus den Fertigteilen manuell aussortiert oder mittels geeigneter Weichen ausgeschleust werden. Da die maschinelle Ausschleusung nicht so genau ist, werden dabei unter Umständen auch gute Umformteile ausgeschleust. Zudem wird eine leere Umformstufe durch Kühlwasser stärker abgekühlt, was sich negativ auf den Verschleiss der Umformwerkzeuge auswirkt. Diese Problematik ist z.B. in der EP 1 848 556 B1 ausführlich erläutert.

**[0007]** Die EP 1 038 607 A2 auf welche der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 7 basiert offenbart eine Transportvorrichtung und ein Transportverfahren zum Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen einer Umformeinrichtung, bei denen die Werkstücke jeweils gleichzeitig mittels mehrerer gemeinsam beweglicher Greifwerkzeuge in einem Transportzyklus von einer Stufe zur jeweils nächstfolgenden Stufe der Umformeinrichtung transportiert werden. Jeweils am Ende eines Transportzyklus werden die Greifwerkzeuge ohne Werkstücke in eine Grundposition bewegt. Falls eine Überwachung der Werkstückzuführung in die erste Stufe der Umformeinrichtung ein Fehlen eines neuen Werkstücks feststellt, warten die Greifwerkzeuge in der Grundposition, bis der ersten Stufe wieder ein Werkstück zugeführt wird. Auf diese Weise werden leere Umformstufen während des Umformens vermieden.

**[0008]** Ein weiteres Problem herkömmlicher Transportvorrichtungen bzw. der damit durchgeführten Transportverfahren liegt darin, dass bei Prozessstörungen, die z.B. durch leere Greifwerkzeuge oder durch inkorrekt in die Greifwerkzeuge eingeführte Werkstücke oder durch beschädigte Teile wie z.B. abgerissene Greifwerkzeuge oder gebrochene Pressstempel etc. verursacht werden, nicht sofort reagiert werden kann und dadurch Werkstücke nicht wunschgemäß umgeformt werden oder oft sogar erhebliche Folgeschäden an der Transportvorrichtung oder an der Bearbeitungseinrichtung auftreten können.

**[0009]** Vor diesem Hintergrund liegt der Erfundung die Aufgabe zugrunde, ein Transportverfahren der eingangs erwähnten Art und eine entsprechende Transportvorrichtung dahingehend zu verbessern, dass auf Prozessstörungen einfach und schnell reagiert werden kann, so dass Folgeschäden vermieden werden können. Insbesondere sollen Leerstellen in den Stufen der Bearbeitungsvorrichtung vermieden werden können.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Transportverfahren und die erfindungsgemäße Transportvorrichtung gelöst, wie sie im unabhängigen Patentanspruch 1 bzw. im unabhängigen Patentan-

spruch 7 definiert sind. Besonders vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den jeweils abhängigen Patentansprüchen.

**[0011]** Hinsichtlich des Verfahrens besteht das Wesen der Erfindung im Folgenden: Bei einem Transportverfahren zum Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen einer Bearbeitungseinrichtung, insbesondere einer Umformeinrichtung, werden die Werkstücke jeweils gleichzeitig mittels mehrerer gemeinsam beweglicher Greifwerkzeuge in einem Transportzyklus von einer Stufe zur jeweils nächstfolgenden Stufe der Bearbeitungseinrichtung transportiert. Beim Vorliegen einer Prozessstörung wird der Transportzyklus unterbrochen und die Greifwerkzeuge mit den Werkstücken werden in eine Warteposition, in welcher die Werkstücke ausserhalb des Wirkungsbereichs von Bearbeitungswerkzeugen der Stufen der Bearbeitungseinrichtung sind, bewegt. Nach Wegfall der Prozessstörung wird der Transportzyklus der Werkstücke wieder aufgenommen.

**[0012]** Durch die Bewegung der Greifwerkzeuge in eine sichere Warteposition ausserhalb des Wirkungsbereichs der Bearbeitungswerkzeuge der Stufen können Folgeschäden der Prozessstörung verhindert werden.

**[0013]** Das Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn die Prozessstörung durch ein fehlendes oder ein nicht zur Verarbeitung geeignetes Werkstück in einer Lade- stufe der Bearbeitungseinrichtung hervorgerufen ist, da damit leere Bearbeitungsstufen und die damit verbundenen Nachteile vermieden werden können.

**[0014]** Das Verfahren ist auch vorteilhaft, wenn die Prozessstörung durch ein fehlendes oder ein inkorrekt in ein Greifwerkzeug eingeführtes Werkstück hervorgerufen ist, da damit ebenfalls leere Bearbeitungsstufen oder durch das inkorrekt eingeführte Werkstück bedingte weitere Störungen vermieden werden können.

**[0015]** Das Verfahren ist auch vorteilhaft, wenn die Prozessstörung durch ein beschädigtes Teil eines Greifwerkzeugs oder ein beschädigtes Teil der Bearbeitungseinrichtung hervorgerufen ist, da auf diese Weise weitere Folgeschäden vermieden werden können.

**[0016]** Vorteilhafterweise wird das Fehlen oder das Vorliegen eines nicht zur Verarbeitung geeigneten Werkstücks mittels einer Sensoreinrichtung detektiert, wobei das Bewegen der Greifwerkzeuge in die Warteposition auf Veranlassung der Sensoreinrichtung erfolgt. Dies erlaubt im Falle einer durch das Fehlen oder das Vorliegen eines nicht zur Verarbeitung geeigneten Werkstücks bedingten Prozessstörung ein automatisches Bewegen der Greifwerkzeuge in die Warteposition.

**[0017]** Mit Vorteil wird das Fehlen oder das Vorliegen eines inkorrekt in ein Greifwerkzeug eingeführten Werkstücks mittels einer Greifwerkzeugsteuerung eines Greifwerkzeugantriebs detektiert, wobei das Bewegen der Greifwerkzeuge in die Warteposition auf Veranlassung der Greifwerkzeugsteuerung erfolgt. Dies erlaubt im Falle einer durch das Fehlen oder das Vorliegen eines inkorrekt in ein Greifwerkzeug eingeführten Werkstücks

bedingten Prozessstörung ein automatisches Bewegen der Greifwerkzeuge in die Warteposition.

**[0018]** Hinsichtlich der Transportvorrichtung zum gleichzeitigen Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen einer Bearbeitungseinrichtung, insbesondere einer Umformeinrichtung, besteht das Wesen der Erfindung im Folgenden: Die Transportvorrichtung umfasst einen beweglich gelagerten Greifwerkzeugträger, an dem mehrere Greifwerkzeuge zum Greifen je eines Werkstücks angeordnet sind, einen motorischen Greifwerkzeugträgerantrieb zur hin- und hergehenden Bewegung des Greifwerkzeugträgers mit den Greifwerkzeugen zwischen den Stufen der Bearbeitungseinrichtung und eine Trägersteuerung für den Greifwerkzeugträgerantrieb, welche dazu ausgebildet ist, die Bewegung des Greifwerkzeugträgers zu steuern und aufgrund eines ihr zugeführten Steuerbefehls den Greifwerkzeugträger mit den Greifwerkzeugen mittels des Greifwerkzeugträgerantriebs in eine Warteposition zu bewegen. Der Greifwerkzeugträgerantrieb und die Trägersteuerung sind dazu ausgebildet, beim Vorliegen einer Prozessstörung den Greifwerkzeugträger mit den Greifwerkzeugen mit Werkstücken in die Warteposition zu bewegen und den Transport der Werkstücke zu unterbrechen. Mittels der erfundungsgemässen Transportvorrichtung kann der Werkstücktransport bei Auftreten einer Prozessstörung einfach unterbrochen und der Greifwerkzeugträger mit den Greifwerkzeugen einfach in eine sichere Position bewegt werden, so dass Folgeschäden vermieden werden können.

**[0019]** Zweckmässigerweise ist der Greifwerkzeugträger einerseits linear geführt beweglich gelagert und anderseits mittels einer Parallelogrammführungsanordnung quer zu seiner linear geführten Beweglichkeit auslenkbar gelagert. Ferner ist der Greifwerkzeugträger mit Vorteil mittels eines zwei Kurbelgetriebebeanordnungen mit je einem zugeordneten Greifwerkzeugträgerantriebsmotor umfassenden Greifwerkzeugträgerantriebs bewegbar, wobei jede Kurbelgetriebebeanordnung eine vom zugeordneten Greifwerkzeugträgerantriebsmotor drehbar antreibbare Kurbel und eine Antriebsstange aufweist, welche mit der Kurbel einerseits und dem Greifwerkzeugträger anderseits gelenkig verbunden ist.

**[0020]** Durch den eigenen Greifwerkzeugträgerantrieb ist die Transportvorrichtung vom Antriebsstrang der Bearbeitungseinrichtung entkoppelt. Durch die Entkopplung und durch die Auslenkbarkeit des Greifwerkzeugträgers quer zu seiner linearen Hin- und Herbewegung kann der Greifwerkzeugträger im Störungsfall schnell in eine sichere Position bewegt werden. Die kinematische Kopplung des Greifwerkzeugträgers mit den Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren über zwei Kurbelgetriebebeanordnungen erlaubt eine einfache Steuerung der Bewegungsabläufe allein durch entsprechende Ansteuerung der Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren.

**[0021]** Vorteilhafterweise ist der Greifwerkzeugträger mit den Greifwerkzeugen mittels des Greifwerkzeugträgerantriebs in einer Hinbewegung längs einer ersten li-

nearen Bewegungsbahn und in einer Rückbewegung längs einer zur ersten linearen Bewegungsbahn parallelen zweiten linearen Bewegungsbahn bewegbar. Durch den Abstand zwischen den beiden linearen Bewegungsbahnen können die Greifwerkzeuge einfach aus dem Wirkungsbereich von Bearbeitungswerkzeugen in den Stufen der Bearbeitungseinrichtung heraus bewegt werden.

**[0022]** Ganz besonders vorteilhafterweise weist die Transportvorrichtung eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer durch ein fehlendes oder ein nicht zur Verarbeitung geeignetes Werkstück bedingten Prozessstörung und zur Signalisierung derselben an die Trägersteuerung auf. Dadurch kann die Trägersteuerung automatisch zur Bewegung der Greifwerkzeuge in die Warteposition veranlasst werden.

**[0023]** Vorteilhafterweise ist den Greifwerkzeugen je ein am Greifwerkzeugträger angeordneter Greifwerkzeugantrieb für die individuelle Betätigung der Greifwerkzeuge sowie eine Greifwerkzeugsteuerung zugeordnet, welche dazu ausgebildet ist, die Öffnungs- und Schliessbewegungen und vorzugsweise auch die Klemmkraft der einzelnen Greifwerkzeuge individuell zu steuern sowie eine durch ein leeres Greifwerkzeug oder ein inkorrekt in ein Greifwerkzeug eingeführtes Werkstück bedingte Prozessstörung zu erkennen und der Trägersteuerung zu signalisieren. Dadurch kann die Trägersteuerung automatisch zur Bewegung der Greifwerkzeuge in die Warteposition veranlasst werden.

**[0024]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels detaillierter beschrieben. Es zeigen:

- Figuren 1-6 - schematische Ansichten und Schnittdarstellungen der Bearbeitungseinrichtung in verschiedenen Phasen eines Arbeitsablaufs;
- Fig. 7 - eine perspektivische Gesamtansicht der Transportvorrichtung der Bearbeitungseinrichtung gemäss den Figuren 1-6;
- Fig. 8 - eine Frontalansicht der Transportvorrichtung;
- Fig. 9 - eine Seitenansicht der Transportvorrichtung;
- Fig. 10 - einen Schnitt durch die Transportvorrichtung gemäss der Linie X-X der Fig. 9;
- Fig. 11 - eine perspektivische Darstellung einer Greifwerkzeugeinheit der Transportvorrichtung;
- Fig. 12 - eine perspektivische Hinteransicht der Greifwerkzeugeinheit der Fig. 11;
- Fig. 13 - eine Vorderansicht der Greifwerkzeugeinheit der Fig. 11;
- Fig. 14 - einen Schnitt durch die Greifwerkzeugeinheit gemäss der Linie XIV-XIV der Fig. 13;

- Fig. 15 - eine Seitenansicht der Greifwerkzeugeinheit gemäss Fig. 11;
- Fig. 16 - einen Schnitt durch die Greifwerkzeugeinheit gemäss der Linie XVI-XVI der Fig. 15;
- Fig. 17 - einen Schnitt durch die Greifwerkzeugeinheit gemäss der Linie XVII-XVII der Fig. 15;
- Fig. 18 - eine schematische Darstellung einer Steuerungsanordnung der Bearbeitungseinrichtung bzw. deren Transportvorrichtung;
- Fig. 19 - einen schematischen Bewegungspfad der Greifwerkzeuge der Transportvorrichtung im Normalbetrieb; und
- Fig. 20 - einen schematischen Bewegungspfad der Greifwerkzeuge bei einer Prozessstörung.

**[0025]** Für die nachstehende Beschreibung gilt die folgende Festlegung: Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen angegeben, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungsteil nicht erwähnt, so wird auf deren Erläuterung in vorangehenden oder nachfolgenden Beschreibungsteilen verwiesen. Umgekehrt sind zur Vermeidung zeichnerischer Überladung für das unmittelbare Verständnis weniger relevante Bezugszeichen nicht in allen Figuren eingetragen. Hierzu wird auf die jeweils übrigen Figuren verwiesen.

**[0026]** Die schematischen Übersichtsdarstellungen der Figuren 1-6 zeigen die für das Verständnis der vorliegenden Erfindung relevanten Teile der erfindungsgemässen Bearbeitungseinrichtung, hier am Beispiel einer Umformeinrichtung. Während Fig. 1 eine Ansicht von vorne gemäss der Linie I-I in Fig. 2 ist, zeigt Fig. 2 eine Schnittansicht gemäss der Linie II-II in Fig. 1. Entsprechend sind die Figuren 3 und 5 Ansichten von vorne und die Figuren 4 und 6 zugehörige Schnittansichten.

**[0027]** Die als Ganze mit M bezeichnete Umformeinrichtung umfasst im dargestellten Ausführungsbeispiel fünf nebeneinander angeordnete Stufen 110, 120, 130, 140, 150, von denen eine erste Stufe 110 eine Ladestufe ist und die übrigen Stufen 120, 130, 140 und 150 Umformstufen sind. Die Umformstufen 120, 130, 140 und 150 umfassen vier in einem gemeinsamen Matrizenhalter 101 ausgebildete Umformmatrizen 121, 131, 141 und 151, vier Umformwerkzeuge in Form von Pressstempeln 122, 132, 142 und 152 und vier Ausstossorgane 123, 133, 143 und 153, mit denen in den Umformmatrizen mittels der Pressstempel umgeformte Werkstücke W aus den Umformmatrizen ausgestossen werden können. Die Ladestufe 110 umfasst eine Schereinrichtung 112 zum Abscheren eines Werkstücks W von einem (nicht gezeigten, mittels einer ebenfalls nicht gezeigten Stangenmaterialzufuhreinrichtung) zugeführten Stangenmaterial und ein Ausstossorgan 113, mit dem ein Werkstück W aus der Schereinrichtung 112 ausgestossen werden

kann. Eine insgesamt mit T bezeichnete Transportvorrichtung dient zum Umsetzen der Werkstücke von einer Stufe zur jeweils nächstfolgenden Stufe der Umformeinrichtung M. In den Figuren 1-6 sind von der Transportvorrichtung T jeweils nur Greifwerkzeuge mit je einem Paar von Zangenarmen 32a und 32b dargestellt.

**[0028]** Im Betrieb der Umformeinrichtung nehmen die durch die Zangenarmpaare 32a und 32b gebildeten, zangenartigen Greifwerkzeuge der Transportvorrichtung T in einer Ausgangsposition jeweils ein in der Ladestufe 110 bereitgestelltes bzw. aus den Umformmatrizen 121, 131, 141 und 151 der Umformstufen 120, 130, 140 und 150 ausgestossenes Werkstück W auf (Figuren 1 und 2) und transportieren dann diese Werkstücke W gleichzeitig zur jeweils nächstfolgenden Stufe der Umformeinrichtung M, wobei das aus der letzten Umformstufe 150 aufgenommene, fertig umgeformte Werkstück W freigegeben wird, so dass es aus der Umformeinrichtung abgeführt werden kann. Die Figuren 3 und 4 verdeutlichen dies. In den Umformstufen 120, 130, 140 und 150 werden die Werkstücke W mittels der Pressstempel 122, 132, 142 und 152 in die Umformmatrizen 121, 131, 141 und 151 eingeführt und umgeformt. Anschliessend bewegt die Transportvorrichtung T die (leeren) Greifwerkzeuge in die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Ausgangsposition zurück. Dort nehmen die Greifwerkzeuge jeweils ein neues, in der Ladestufe 110 bereitgestelltes bzw. aus den Umformmatrizen 121, 131, 141 und 151 der Umformstufen 120, 130, 140 und 150 ausgestossenes Werkstück W auf und transportieren diese Werkstücke wiederum zur nächstfolgenden Stufe der Umformeinrichtung, so wie dies in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist. Der ganze Ablauf erfolgt in einem Transportzyklus im Maschinentakt der Umformeinrichtung M.

**[0029]** Aus der vorstehenden kurzen Beschreibung des Umsetzvorgangs ist klar, dass in jedem Umsetzzyklus jedes Greifwerkzeug jeweils ein anderes Werkstück transportiert und jedes Paar benachbarter Stufen der Bearbeitungseinrichtung von einem anderen Greifwerkzeug bedient wird. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist das Umsetzen von Werkstücken von Stufe zu Stufe der Bearbeitungseinrichtung mittels mehrerer Greifwerkzeuge in diesem Sinne zu verstehen.

**[0030]** Soweit entspricht die dargestellte Bearbeitungs- bzw. Umformeinrichtung M in Aufbau und Funktionsweise herkömmlichen Bearbeitungs- bzw. Umformeinrichtungen dieser Art, so dass der Fachmann diesbezüglich keiner näheren Erläuterung bedarf.

**[0031]** Im Folgenden wird anhand der Figuren 7-17 die Transportvorrichtung der Bearbeitungs- bzw. Umformeinrichtung M im Detail erläutert. Die als Ganze mit T bezeichnete Transportvorrichtung umfasst einen ortsfesten Rahmen 10, einen im bzw. am Rahmen 10 beweglich angeordneten, plattenartigen Greifwerkzeugträger 20, welcher hier im Beispiel fünf Greifwerkzeugeinheiten 30 trägt, und einen Greifwerkzeugträgerantrieb. Die Greifwerkzeugeinheiten 30 sind alle im gleichen Abstand zu einer gemeinsamen Bezugsebene E (Fig. 7)

angeordnet. Eine den Greifwerkzeugeinheiten zugewandte Vorderfläche des plattenartigen Greifwerkzeugträger 20 ist parallel zur Bezugsebene E ausgerichtet. Der Greifwerkzeugträgerantrieb umfasst zwei Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren 55 bzw. 56, die jeweils als

5 Servomotoren mit Drehgeber und Getriebe ausgebildet sind, und fest am Rahmen 10 montiert sind. Des Weiteren umfasst der Werkzeugträgerantrieb zwei Kurbelgetriebebeanordnungen, die je eine Kurbel 51 bzw. 52 und eine 10 Antriebsstange (Pleuel) 53 bzw. 54 aufweisen. Die Kurbeln 51 und 52 sind jeweils auf einem drehbaren Teil der Getriebe der Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren 55 bzw. 56 fest montiert und von diesem drehend antreibbar. Der Rahmen 10 ist im praktischen Einsatz am (nicht dargestellten) Maschinenkörper der Umformeinrichtung M lösbar bzw. wegschwenkbar montiert, so dass der Zugang zu den Umformmatrizen und zu den Umformwerkzeugen auf einfache Weise freigegeben werden kann.

**[0032]** Im Rahmen 10 sind zwei parallele Führungsstangen 11 und 12 angeordnet (Figuren 7-10), deren Achsen die Bezugsebene E definieren (Fig. 7). An bzw. auf diesen Führungsstangen 11 und 12 sind zwei Lenker 13 und 14 in Längsrichtung der Führungsstangen linear beweglich geführt. Die beiden Lenker 13 und 14 sind 25 zudem um je eine der beiden Führungsstangen 11 bzw. 12 schwenkbar angelenkt. An ihren den Führungsstangen abgewandten Enden sind die Lenker 13 und 14 mittels Drehzapfenpaaren 15 und 16 (Figuren 9 und 10) schwenkbar am Greifwerkzeugträger 20 befestigt. Der 30 Abstand der beiden Drehzapfenpaare 15 und 16 ist gleich dem Abstand der beiden Führungsstangen 11 und 12. Der Abstand des Drehzapfenpaars 15 von der Führungsstange 11 ist gleich gross wie der Abstand des Drehzapfenpaars 16 von der Führungsstange 12. Die 35 beiden parallelen Führungsstangen 11 und 12 und die beiden Lenker 13 und 14 bilden somit zusammen mit dem Greifwerkzeugträger 20 eine Parallelogrammführungsanordnung für den letzteren, wobei der Greifwerkzeugträger 20 in beiden Richtungen (in den Figuren auf- und abwärts) quer zur Längsrichtung der Führungsstangen 11 und 12 auslenkbar ist. In Fig. 7 ist dies durch den Doppelpfeil 25 symbolisiert. Gleichzeitig ist der Greifwerkzeugträger 20 über die gleitend gelagerten Lenker 13 und 14 in Längsrichtung der Führungsstangen 11 und 40 12 längs dieser geführt hin und her beweglich, was in Fig. 7 durch den Doppelpfeil 26 angedeutet ist. Der Greifwerkzeugträger 20 ist also einerseits parallel zur Bezugsebene E linear beweglich geführt und andererseits im Wesentlichen parallel zur Bezugsebene quer zu seiner 45 linearen Beweglichkeit auslenkbar gelagert.

**[0033]** Die Antriebsstangen (Pleuel) 53 und 54 sind je mit einem Ende drehbar an der Kurbel 51 bzw. 52 und mit ihrem anderen Ende drehbar am Greifwerkzeugträger 20 angelenkt. Durch entsprechendes Verdrehen der 50 beiden Kurbeln 51 und 52 mittels der beiden Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren 55 und 56 kann der Greifwerkzeugträger 20 (innerhalb vorgegebener Grenzen) beliebig in Richtung des Doppelpfeils 26 und/oder des

Doppelpfeils 25 bewegt werden.

**[0034]** Ein Vorteil der Parallelogrammführung ist darin zu sehen, dass der Greifwerkzeugträger 20 bei seiner Querauslenkung (Schwenkbewegung um die Führungsstangen) nur eine kleine Bewegung senkrecht zu seiner Auslenkungsbewegung, also senkrecht zur Bezugsebene E ausführt.

**[0035]** In Fig. 19 ist ein typischer Bewegungspfad des Greifwerkzeugträgers 20 und damit der an ihm befestigten Greifwerkzeugeinheiten 30 schematisch dargestellt. Der in sich geschlossene, zyklisch durchlaufene Bewegungspfad 21 umfasst vier Bewegungspfadabschnitte 21a-21d. Die beiden linearen Bewegungspfadabschnitte 21a und 21c entsprechen der linear geführten Gleitbewegung des Greifwerkzeugträgers 20 längs der Führungsstangen bei der Hinbewegung bzw. der Rückbewegung zwischen den Stufen der Umformeinrichtung, die beiden Bewegungspfadabschnitte 21b und 21d ergeben sich aus der Auslenkung des Greifwerkzeugträgers 20 mittels der Parallelogrammführungsanordnung. Die Punkte 22 und 23 markieren die in Fig. 1 dargestellte Ausgangsposition bzw. die in Fig. 3 dargestellte, um eine Stufe verschobene Position des Greifwerkzeugträgers 20. Wie die Fig. 19 zeigt, erfolgt die Hinbewegung des Greifwerkzeugträgers 20 längs einer ersten linearen Bewegungsbahn (Bewegungspfadabschnitt 21a), während die Rückbewegung des Greifwerkzeugträgers 20 längs einer zur ersten linearen Bewegungsbahn parallelen linearen Bewegungsbahn (Bewegungspfadabschnitt 21c) erfolgt. Der sich durch die Auslenkung des Greifwerkzeugträgers 20 ergebende Abstand der beiden linearen Bewegungsbahnen ist so gewählt, dass sich die am Greifwerkzeugträger 20 angeordneten Greifwerkzeugeinheiten 30 bzw. deren Greifwerkzeuge auf dem Niveau der zweiten linearen Bewegungsbahn ausserhalb des Eingreifbereichs der Umformwerkzeuge 122, 132, 142, 152 in den Umformstufen 120, 130, 140, 150 befinden, so wie dies aus Fig. 5 ersichtlich ist. Mit 27 ist eine Warte position markiert, auf welche weiter unten noch zurückgekommen wird.

**[0036]** Die am Greifwerkzeugträger 20 nebeneinander angeordneten Greifwerkzeugeinheiten 30 sind alle gleich ausgebildet. Ihr Aufbau geht aus den Figuren 11-17 hervor.

**[0037]** Jede Greifwerkzeugeinheit 30 umfasst einen Zangenkörper 31, ein eine Greifzange bildendes Paar von beweglichen Zangenarmen 32a und 32b und einen Greifwerkzeugantrieb in Form eines (elektrischen) Servomotors 33 mit Drehgeber und Getriebe, wobei der Servomotor nur in den Figuren 9 und 14 dargestellt ist. Der Zangenkörper 31 und der Servomotor 33 inkl. Getriebe sind jeweils am Greifwerkzeugträger 20 montiert. Die beiden Zangenarme 32a und 32b sind beweglich auf dem Zangenkörper 31 angeordnet.

**[0038]** Im Zangenkörper 31 sind an drei Führungsstangen 34a, 34b und 34c zwei Zangenschlitzen 35a und 35b verschiebbar gelagert. Die Zangenschlitzen 35a und 35b sind je über eine Antriebsstange 36a bzw. 36b mit je einer

Zahnstange 37a bzw. 37b kinematisch verbunden, so dass eine Bewegung der Zahnstangen eine Mitbewegung der Zangenschlitzen und umgekehrt bewirkt. Die beiden Zahnstangen 37a und 37b stehen mit einem Antriebsritzel 38 an diagonal gegenüberliegenden Seiten desselben in Eingriff, welches vom Servomotor 33 (über dessen Getriebe) drehend antreibbar ist, so dass sich bei Drehung des Antriebsritzels 38 die beiden Zahnstangen 37a und 37b gegenläufig bewegen und damit die beiden Zangenarme 32a und 32b aufeinander zu oder voneinander weg bewegt werden. Die Öffnungs- und die Schliessbewegung der von den Zangenarmen 32a und 32b gebildeten Greifzange erfolgt also durch den Servomotor 33 bzw. das von diesem angetriebene Antriebsritzel 38.

**[0039]** Der Greifwerkzeugantrieb kann alternativ auch als servogeregelter (Servoventile aufweisender) hydraulischer Antrieb ausgebildet sein. Wesentlich dabei ist, dass die Bewegung der Greifzangen einerseits sehr rasch und vor allem lagegeregt erfolgen kann und die Klemmkraft der beiden Zangenarme anderseits präzise eingestellt bzw. geregelt und rückgemeldet werden kann, so wie dies eben auch bei dem vorstehend beschriebenen Greifwerkzeugantrieb mit elektrischem Servomotor der Fall ist.

**[0040]** An den freien Enden der beiden Zangenarme 32a und 32b sind Zangenschuhe 39a und 39b angeordnet, welche zum Greifen der Werkstücke dienen und austauschbar befestigt sind, so dass die Greifzangen einfach an die Form der zu greifenden Werkstücke angepasst werden können (Fig. 11). Die Zangenschuhe müssen nicht an allen Greifzangen gleich ausgebildet und/oder angeordnet sein. Vorzugsweise sind an jedem Zangenarm, wie dargestellt, zwei Zangenschuhe angeordnet, welche insgesamt eine besonders zweckmässige Vierpunkt-Halterung für die zu greifenden Werkstücke bilden. Eine solche Vierpunkt-Halterung ermöglicht einerseits eine sichere Halterung der Werkstücke und reduziert anderseits das Risiko des Verkippens der Werkstücke insbesondere beim Einschieben in geschlossene Greifzangen.

**[0041]** Die Zangenarme 32a und 32b sind über je ein Paar von sturmverzahnten Platten 40a bzw. 40b lösbar mit den Zangenschlitzen 35a bzw. 35b verbunden (Figuren 15 und 17). Auf diese Weise können die Zangenarme 32a und 32b einfach relativ zu den Zangenschlitzen 35a bzw. 35b seitlich oder in der Höhe verstellt werden, um z.B. die Greifzangen an das jeweilige Werkstück anzupassen.

**[0042]** Es versteht sich, dass in der erfindungsgemässen Transportvorrichtung anstelle von Greifzangen auch anders ausgebildete Greifwerkzeuge einsetzbar sind. Beispielsweise könnten die Greifwerkzeuge auch als Vakuum-Greifer ausgebildet sein. Im Einsatz in einer Umformeinrichtung sind jedoch Greifwerkzeuge in Form von Greifzangen üblich und bewährt.

**[0043]** Wie in Fig. 18 schematisch dargestellt ist, umfasst die Transportvorrichtung T auch eine Trägersteu-

erung 60 für die Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren 55 und 56 sowie eine Greifwerkzeugsteuerung 70 für die Ansteuerung der Greifwerkzeugantriebsmotoren 33 der einzelnen Greifwerkzeugeinheiten 30. Die Greifwerkzeugsteuerung 70 ist dazu ausgebildet, die Öffnungs- und Schliessbewegungen und die Klemmkraft der einzelnen Greifwerkzeuge, hier Greifzangen 32a und 32b, individuell zu steuern. Die Trägersteuerung 60 berechnet die für das Abfahren des Bewegungspfads 21 des Greifwerkzeugträgers 20 jeweils erforderlichen Drehstellungen der beiden Kurbeln 51 und 52 und steuert die Servomotoren 55 und 56 entsprechend. Die Trägersteuerung 60 arbeitet außerdem mit einer Sensoreinrichtung 65 zusammen, welche dazu ausgebildet ist, eine z.B. durch ein nicht bearbeitbares oder fehlendes Werkstück W' in der Ladestufe 110 bedingte Prozessstörung zu erkennen und der Trägersteuerung 60 zu signalisieren.

**[0044]** Die in den Figuren 2, 4 und 6 nur symbolisch angedeutete Sensoreinrichtung 65 ist der schon erwähnten, nicht dargestellten Stangenmaterialzufuhreinrichtung zugeordnet und kann z.B. eine Lichtschrankenanordnung sein. Solche Sensoreinrichtungen an Stangenzufuhreinrichtungen sind an sich bekannt und z.B. in der EP 1 848 556 B1 beschrieben. Die Sensoreinrichtung 65 ist in der Lage, Stangenanfänge und Stangenenden zu erkennen. Wenn die Sensoreinrichtung 65 einen Stangenanfang bzw. ein Stangenende erkennt, signalisiert sie dies der Trägersteuerung 60, so dass die Trägersteuerung weiß, dass der nächstfolgende Stangenabschnitt fehlerhaft ist und ausgeschieden werden muss bzw. nicht in den Umformprozess eingeführt werden darf. Die Trägersteuerung 60 reagiert dann auf diese Prozessstörung in der weiter unten noch näher erläuterten Weise.

**[0045]** Die Trägersteuerung 60 und die Greifwerkzeugsteuerung 70 arbeiten mit einer übergeordneten Steuerung 80 zusammen, die unter anderem auch die Verbindung zur Bearbeitungseinrichtung herstellt und vorgibt, an welcher Position des Bewegungspfads sich der Greifwerkzeugträger bzw. dessen Greifwerkzeuge jeweils befinden sollen. Mittels der übergeordneten Steuerung 80 kann eine Bedienungsperson auch Einstellungen z.B. betreffend der Bewegung des Greifwerkzeugträgers oder Öffnungs- und Schliessbewegungen der Greifzangen eingeben oder verändern. Selbstverständlich können die Funktionen der Trägersteuerung 60, der Greifwerkzeugsteuerung 70 und der übergeordneten Steuerung 80 auch in einer anderen Konfiguration realisiert, z.B. in einer einzigen Steuerung zusammengefasst sein.

**[0046]** Wie schon eingangs erwähnt, wird in Umformeinrichtungen, speziell Warmumformeinrichtungen, in der Regel das Rohmaterial in Stangenform zugeführt, von welchem dann Stücke geeigneter Länge abgeschert werden. Dabei dürfen die Stangenenden und Stangenanfänge nicht in den Umformprozess gelangen und müssen ausgeschieden werden. Diese ausgeschiedenen Abschnitte fehlen im Umformprozess und erzeugen in der Umformeinrichtung leere Umformstufen, was aus

den eingangs erläuterten Gründen vermieden werden sollte.

**[0047]** Dank des selbständigen, vom Antriebsstrang der Umformeinrichtung entkoppelten Antriebs des Greifwerkzeugträgers 20 bzw. der auf ihm angeordneten Greifwerkzeuge 32a, 32b schafft die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Transportvorrichtung die Möglichkeit, leere Umformstufen in einer Umformeinrichtung zu vermeiden.

**[0048]** Wenn z.B. mittels der genannten Sensoreinrichtung 65 eine Prozessstörung erkannt wird, welche durch ein fehlendes oder nicht zur weiteren Verarbeitung geeignetes, auszuscheidendes Werkstück W' bedingt ist (Figuren 5 und 6), sendet die Sensoreinrichtung 65 einen entsprechenden Steuerbefehl an die Trägersteuerung 60 für den Greifwerkzeugträgerantrieb. Die Trägersteuerung 60 veranlasst dann, dass der Greifwerkzeugträger 20 mit den Greifwerkzeugeinheiten 30 nicht dem üblichen Bewegungspfad 21 (Fig. 19) folgt, sondern dass der Greifwerkzeugträger 20 mit den in den Greifwerkzeugeinheiten 30 befindlichen Werkstücken W in eine Warteposition 27 bewegt wird (Fig. 20). Die Warteposition befindet sich beispielsweise auf dem oberen Bewegungspfadabschnitt 21c des Greifwerkzeugträgers 20, wobei sich die Zangenarme 32a und 32b der Greifwerkzeugeinheiten 30 oberhalb und zwischen den Werkzeugen 112, 122, 132, 142 und 152 befinden, so dass sie außer Reichweite derselben sind. Diese Situation ist in den Figuren 5 und 6 dargestellt. Daraufhin führen die Umformwerkzeuge einen Leerhub durch, was jedoch keine negativen Folgen hat, da ja alle Umformstufen leer sind. Vorzugsweise wird die Werkzeugkühlung in dieser Phase unterbrochen, so dass die Werkzeuge und die in Warteposition befindlichen Werkstücke nicht abgekühlt werden. Das fehlerhafte Werkstück W' wird (in an sich bekannter Weise) ausgeschieden.

**[0049]** Sobald die Sensoreinrichtung 65 meldet, dass in der Ladestufe 110 wieder ein für den Umformprozess geeignetes Werkstück W ankommen wird, veranlasst die Trägersteuerung 60 eine Rückkehr des Greifwerkzeugträgers 20 auf seinen ursprünglichen Bewegungspfad, wobei die Werkstücke in die jeweiligen Umformstufen übergeben werden und sich der Greifwerkzeugträger 20 dann längs seines normalen Bewegungspfads 21 in seine in den Figuren 1 und 2 dargestellte Ausgangsposition 22 begibt, um dort Werkstücke W aufzunehmen und anschließend zur jeweils nächstfolgenden Umformstufe zu transportieren.

**[0050]** In Fig. 20 ist der eben beschriebene Bewegungsablauf des Greifwerkzeugträgers 20 im Falle einer Prozessstörung grafisch veranschaulicht. Die Bewegung des Greifwerkzeugträgers 20 in die Warteposition 27 erfolgt längs eines Bewegungspfadabschnitts 24a und die Bewegung des Greifwerkzeugträgers 20 aus der Warteposition 27 zur Position 23 erfolgt längs eines Bewegungspfadabschnitts 24b. Der gesamte Bewegungspfad von der Position 22 über die Warteposition 27 zur Position 23 ist mit 24 bezeichnet. Die Bewegungspfa-

dabschnitte 24a und 24b müssen nicht unbedingt den in Fig. 20 dargestellten Verlauf aufweisen. Die Bewegung des Greifwerkzeugträgers 20 kann beispielsweise auch entlang alternativer Bewegungspfadabschnitte 24a' und 24b' erfolgen, welche den Bewegungspfadabschnitten 21d und 21c bzw. 21c und 21b des normalen Bewegungspfads 21 entsprechen.

**[0051]** Durch das Entkoppeln der Transportvorrichtung vom Antriebsstrang der Umformeinrichtung können unabhängig vom Hub der Umformwerkzeuge Zeitdauer und Weg zum Transportieren, Lüften und Greifen eingestellt und variiert werden. Unter Lüften ist hier die vertikale Auslenkung des Greifwerkzeugträgers 20 zu verstehen, wobei der Lüftungshub dem vertikalen Abstand zwischen den beiden Bewegungspfadabschnitten 21a und 21c entspricht. Die vom Hub der Umformwerkzeuge entkoppelte Einstellung von Lüft- und Greifbewegung erlaubt eine individuelle Anpassung an die jeweiligen Werkstücke, wodurch der Maschinenverschleiss reduziert wird. Ausserdem ist es dadurch auch möglich, bei Unfällen im Werkzeugraum, z.B. wenn ein Umformteil nicht vollständig aus der Umformmatrize geschoben wurde oder ein gebrochener Pressstempel in der Umformmatrize stecken bleibt oder ein Umformteil aus einem Greifwerkzeug verloren wurde, auf die Situation zu reagieren und den Greifwerkzeugträger 20 mit seinen Greifwerkzeugeinheiten 30 in eine sichere Position, z.B. die genannte Warteposition 27, zu fahren und die Umformeinrichtung bis zur Behebung der Störung anzuhalten. Dadurch kann verhindert werden, dass z.B. Greifwerkzeuge abgerissen oder sonstige Folgeschäden an der Transportvorrichtung verursacht werden.

**[0052]** Die Greifwerkzeugeinheiten 30 sind, wie schon erwähnt, mittels der Greifwerkzeugsteuerung 70 individuell steuerbar. Dadurch kann der Zeitpunkt zum Öffnen und Schliessen für jede Greifwerkzeugeinheit individuell eingestellt werden. Auch der Öffnungshub der Zangenarme 32a und 32b und die Dauer der Bewegung können auf das jeweilige Werkstück abgestimmt werden. Das gleiche gilt für die Lüftbewegung. Auch diese kann für jedes Werkstück bezüglich Hub und Dauer optimiert werden mit dem Ziel, Beschleunigung und somit Belastung auf die Konstruktion der Vorrichtung tief zu halten. Im Unterschied dazu müssen bekannte Transportvorrichtungen mit Steuerkurven immer auf den maximal möglichen Hub ausgelegt werden mit der Folge, dass die Bauenteile bei jedem Werkstück bzw. Umformteil maximaler Belastung und damit maximalem Verschleiss ausgesetzt sind.

**[0053]** Um Formfehler des Rohlingabschnitts auszugleichen oder um eine aussermittige Volumenvorverteilung, z.B. bei der Produktion von Nocken, zu erreichen, ist es nötig, die erste oder eine andere Greifzange aussermittig einzustellen. Bei bekannten Transportvorrichtungen werden dazu exzentrische Einstellelemente benutzt oder die Zangenschuhe werden durch Probieren so eingestellt, dass das Zentrum des Werkstücks um den gewünschten Betrag aus der Mitte verschoben ist. Mit

der erfindungsgemässen Transportvorrichtung kann der Greifwerkzeugträger 20 durch einfaches Eingeben der gewünschten Werte an der übergeordneten Steuerung 80 mittels der Greifwerkzeugträgerantriebsmotoren 55 und 56 um das gewünschte Mass aus der Mitte (Nulllage) gefahren werden. Die betreffende Greifzange wird dann auf ein zentrisches Einstellelement ausgerichtet und anschliessend der Greifwerkzeugträger wieder in seine Nulllage gefahren. Auf diese Weise kann eine Greifzange oder können mehrere Greifzangen aussermittig eingestellt werden. Die restlichen Greifzangen werden eingestellt, wenn der Greifwerkzeugträger 20 wieder mittig (in der Nulllage) steht.

**[0054]** Die Klemm- bzw. Haltekraft jeder Greifwerkzeugeinheit 30 wird mittels der Greifwerkzeugsteuerung 70 über das Drehmoment des zugehörigen Servomotors 33 gesteuert und kann auf diese Weise einfach an das zu haltende Werkstück angepasst und gegebenenfalls auch über den Bewegungszyklus des Greifwerkzeugträgers variiert werden. Die Klemmkraft kann z.B. beim Einschieben der Werkstücke in die Greifzange kleiner als für den Transport eingestellt werden. Die Belastung der mechanischen Bauteile wird dadurch nur so gross wie nötig.

**[0055]** Servomotoren weisen üblicherweise einen Drehgeber zur Rückmeldung der aktuellen Drehstellung an ihre Steuerung auf. Mit dem Drehgeber kann die Greifwerkzeugsteuerung 70 durch Vergleichen von Ist- zu Sollposition einfach feststellen, ob ein Greifwerkzeug gefüllt oder leer ist, z.B. falls ein Werkstück aus einem Greifwerkzeug verloren wurde, so dass die Umformeinrichtung gegebenenfalls angehalten werden kann. Durch entsprechende Ausbildung der Greifwerkzeugsteuerung 70 können auf diese Weise auch Prozessstörungen, die z.B. durch schiefstehende Werkstücke in den Greifwerkzeugen oder ein Aufreissen der Greifwerkzeuge verursacht werden, erkannt werden. In diesem Fall signalisiert dies die Greifwerkzeugsteuerung 70 der Trägersteuerung 60 in geeigneter Weise, und die Trägersteuerung 60 veranlasst dann, dass der Greifwerkzeugträger 20 mit den Greifwerkzeugeinheiten 30 in eine sichere Position, z.B. die genannte Warteposition 27, gefahren und dort angehalten wird, bis die Prozessstörung behoben ist. Die Gefahr des Aufreissens eines Greifwerkzeugs entsteht z.B., wenn ein Werkstück unvollständig aus der Matrize ausgeschoben wird oder der Pressstempel bricht und im Werkstück stecken bleibt. Beim Versuch, das Werkstück zu transportieren, würde das Greifwerkzeug aufgerissen. Die Greifwerkzeugsteuerung 70 erkennt dies aber frühzeitig und veranlasst über die Trägersteuerung 60 ein Zurückfahren des Greifwerkzeugträgers, so dass das Aufreissen des betroffenen Greifwerkzeugs verhindert wird. Anschliessend wird der Greifwerkzeugträger 20 mit den Greifwerkzeugeinheiten 30 in eine sichere Position, z.B. die genannte Warteposition 27, gefahren und dort angehalten, bis die Prozessstörung behoben ist. Die Umformeinrichtung wird während dieser Zeit natürlich angehalten. Auf diese Weise kann sofort auf eine Prozessstörung reagiert werden, be-

45  
50  
55

vor ein grösserer Schaden entsteht. Die Zusammenarbeit der Greifwerkzeugsteuerung 70 mit der Trägersteuerung 60 ist in Fig. 18 durch den Pfeil 71 symbolisiert.

[0056] Die Greifwerkzeuge bzw. Greifzangen der dargestellten Transportvorrichtung weisen parallele Zangenarme 32a und 32b auf, die linear aufeinander zu bzw. voneinander weg bewegt werden. Solche Greifzangen haben gegenüber Greifzangen mit schwenkbaren Zangenarmen den Vorteil, dass die Zangenschuhe gleichmässig in den Greifdurchmesser eintauchen. Greifen die Zangenschuhe beidseits im selben Winkel am Werkstück an, werden sie beim Einschieben des Werkstücks um dasselbe Mass aufgedrückt. Dadurch reduziert sich die Gefahr, dass ein Werkstück schief in die Greifzange geschoben wird.

## Patentansprüche

1. Transportverfahren zum Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen (110, 120, 130, 140, 150) einer Bearbeitungseinrichtung (M), insbesondere einer Umformeinrichtung, wobei die Werkstücke (W) jeweils gleichzeitig mittels mehrerer gemeinsam beweglicher Greifwerkzeuge (32a, 32b) in einem Transportzyklus von einer Stufe zur jeweils nächstfolgenden Stufe der Bearbeitungseinrichtung (M) transportiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Vorliegen einer Prozessstörung der Transportzyklus unterbrochen wird und die Greifwerkzeuge (32a, 32b) mit den Werkstücken (W) in eine Warteposition (27), in welcher die Werkstücke (W) ausserhalb des Wirkungsbereichs von Bearbeitungswerkzeugen (112, 122, 132, 142, 152) der Stufen (110, 120, 130, 140, 150) der Bearbeitungseinrichtung (M) sind, bewegt werden, und dass nach Wegfall der Prozessstörung der Transportzyklus der Werkstücke (W) wieder aufgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Prozessstörung durch ein fehlendes oder ein nicht zur Verarbeitung geeignetes Werkstück (W') in einer Ladestufe (110) der Bearbeitungseinrichtung hervorgerufen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Prozessstörung durch ein fehlendes oder ein inkorrekt in ein Greifwerkzeug (32a, 32b) eingeführtes Werkstück (W) hervorgerufen ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, wobei die Prozessstörung durch ein beschädigtes Teil eines Greifwerkzeugs (32a, 32b) oder ein beschädigtes Teil der Bearbeitungseinrichtung hervorgerufen ist.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fehlen oder das Vorliegen eines

nicht zur Verarbeitung geeigneten Werkstücks (W') mittels einer Sensoreinrichtung (65) detektiert wird, wobei das Bewegen der Greifwerkzeuge (32a, 32b) in die Warteposition (27) auf Veranlassung der Sensoreinrichtung (65) erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fehlen oder das Vorliegen eines inkorrekt in ein Greifwerkzeug (32a, 32b) eingeführten Werkstücks (W) mittels einer Greifwerkzeugsteuerung (70) eines Greifwerkzeugantriebs (33) detektiert wird, wobei das Bewegen der Greifwerkzeuge (32a, 32b) in die Warteposition (27) auf Veranlassung der Greifwerkzeugsteuerung (70) erfolgt.
7. Transportvorrichtung zum gleichzeitigen Umsetzen von Werkstücken zwischen mehreren aufeinanderfolgenden Stufen (110, 120, 130, 140, 150) einer Bearbeitungseinrichtung (M), insbesondere einer Umformeinrichtung, wobei die Transportvorrichtung umfasst:
  - einen beweglich gelagerten Greifwerkzeugträger (20), an dem mehrere Greifwerkzeuge (32a, 32b) zum Greifen je eines Werkstücks (W) angeordnet sind,
  - einen motorischen Greifwerkzeugträgerantrieb (51-56) zur hin- und hergehenden Bewegung des Greifwerkzeugträgers (20) mit den Greifwerkzeugen (32a, 32b) zwischen den Stufen der Bearbeitungseinrichtung und
  - eine Trägersteuerung (60) für den Greifwerkzeugträgerantrieb (51-56), welche dazu ausgebildet ist, die Bewegung des Greifwerkzeugträgers (20) zu steuern und aufgrund eines ihr zugeführten Steuerbefehls den Greifwerkzeugträger (20) mit den Greifwerkzeugen (32a, 32b) mittels des Greifwerkzeugträgerantriebs (51-56) in eine Warteposition (27) zu bewegen,**dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifwerkzeugträgerantrieb (51-56) und die Trägersteuerung (60) dazu ausgebildet sind, beim Vorliegen einer Prozessstörung den Greifwerkzeugträger (20) mit den Greifwerkzeugen (32a, 32b) mit Werkstücken (W) in die Warteposition (27) zu bewegen und den Transport der Werkstücke (W) zu unterbrechen.
8. Transportvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifwerkzeugträger (20) einerseits linear geführt beweglich gelagert ist und anderseits mittels einer Parallellogrammführungsanordnung (11-16) quer zu seiner linear geführten Beweglichkeit auslenkbar gelagert ist.
9. Transportvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifwerkzeugträger (20) mittels eines zwei Kurbelgetriebebeanordnungen

(51-54) mit je einem zugeordneten Greifwerkzeugträgerantriebsmotor (55, 56) umfassenden Greifwerkzeugträgerantriebs (51-56) bewegbar ist, wobei jede Kurbelgetriebebeanordnung (51-54) eine vom zu-geordneten Greifwerkzeugträgerantriebsmotor (55, 56) drehbar antreibbare Kurbel (51, 52) und eine Antriebsstange (53, 54) aufweist, welche mit der Kurbel (51, 52) einerseits und dem Greifwerkzeugträger (20) anderseits gelenkig verbunden ist.

10. Transportvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifwerkzeugträger (20) mit den Greifwerkzeugen (32a, 32b) mittels des Greifwerkzeugträgerantriebs (51-56) in einer Hinbewegung längs einer ersten linearen Bewegungsbahn (21a) und in einer Rückbewegung längs einer zur ersten linearen Bewegungsbahn parallelen zweiten linearen Bewegungsbahn (21c) bewegbar ist.
11. Transportvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Sensorsoreinrichtung (65) zur Erfassung einer durch ein fehlendes oder ein nicht zur Verarbeitung geeignetes Werkstück (W') bedingten Prozessstörung und zur Signalisierung derselben an die Trägersteuerung (60) aufweist.
12. Transportvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Greifwerkzeugen (32a, 32b) je ein am Greifwerkzeugträger (20) angeordneter Greifwerkzeugantrieb (33) für die individuelle Betätigung der Greifwerkzeuge (32a, 32b) sowie eine Greifwerkzeugsteuerung (70) zugeordnet ist, welche dazu ausgebildet ist, die Öffnungs- und Schliessbewegungen und die Klemmkraft der einzelnen Greifwerkzeuge (32a, 32b) individuell zu steuern sowie eine durch ein leeres Greifwerkzeug oder ein inkorrekt in ein Greifwerkzeug eingeführtes Werkstück bedingte Prozessstörung zu erkennen und der Trägersteuerung (60) zu signalisieren.

## Claims

1. Transport method for transferring workpieces between a plurality of successive stations (110, 120, 130, 140, 150) of a processing device (M), especially a forming device, wherein the workpieces (W) are in each case transported from one station to the respective next station of the processing device (M) simultaneously by means of a plurality of gripping tools (32a, 32b) which are movable jointly in a transport cycle, **characterised in that** in the event of a process disturbance the transport cycle is suspended and the gripping tools (32a, 32b) with the workpieces (W) are moved into a waiting position (27) in which the workpieces (W) are outside the operating

range of processing tools (112, 122, 132, 142, 152) of the stations (110, 120, 130, 140, 150) of the processing device (M) and, once the process disturbance has been eliminated, the transport cycle of the workpieces (W) is resumed.

- 5 2. Method according to claim 1, wherein the process disturbance has been caused by a missing work-piece or by a workpiece (W') unsuitable for process-ing in a loading station (110) of the processing de-vice.
- 10 3. Method according to claim 1 or 2, wherein the proc-cess disturbance has been caused by a missing work-piece or by a workpiece (W) incorrectly inserted into a gripping tool (32a, 32b).
- 15 4. Method according to any one of claims 1-3, wherein the process disturbance has been caused by a dam-aged part of a gripping tool (32a, 32b) or by a dam-aged part of the processing device.
- 20 5. Method according to claim 2, **characterised in that** the absence of a workpiece or the presence of a workpiece (W') unsuitable for processing is detected by means of a sensor device (65), in which case the movement of the gripping tools (32a, 32b) into the waiting position (27) is initiated by the sensor device (65).
- 25 6. Method according to claim 3, **characterised in that** the absence of a workpiece or the presence of a workpiece (W) incorrectly inserted into a gripping tool (32a, 32b) is detected by means of a gripping tool controller (70) of a gripping tool drive (33), in which case the movement of the gripping tools (32a, 32b) into the waiting position (27) is initiated by the grip-ping tool controller (70).
- 30 7. Transport apparatus for simultaneously trans-ferring workpieces between a plurality of success-ive stations (110, 120, 130, 140, 150) of a process-ing device (M), especially a forming device, wherein the transport apparatus comprises:
- 35 45 - a movably mounted gripping tool support (20) on which there are arranged a plurality of grip-ping tools (32a, 32b), each for gripping one workpiece (W),  
- a motor-driven gripping tool support drive (51-56) for back and forth movement of the grip-ping tool support (20) with the gripping tools (32a, 32b) between the stations of the process-ing device, and  
- a support controller (60) for the gripping tool support drive (51-56), which controller is config-ured to control the movement of the gripping tool support (20) and, as a result of a control com-
- 50 55

mand supplied thereto, to move the gripping tool support (20) with the gripping tools (32a, 32b) into a waiting position (27) by means of the gripping tool support drive (51-56),

5

**characterised in that** the gripping tool support drive (51-56) and the support controller (60) are configured to move the gripping tool support (20) with the gripping tools (32a, 32b) with workpieces (W) into the waiting position (27) and to suspend the transport of the workpieces (W) in the event of a process disturbance.

8. Transport apparatus according to claim 7, **characterised in that** the gripping tool support (20) is, on the one hand, mounted so as to be movable in a linearly guided way and, on the other hand, mounted so as to be displaceable transversely with respect to its linearly guided movability by means of a parallelogram guide arrangement (11-16).

15

9. Transport apparatus according to claim 8, **characterised in that** the gripping tool support (20) is movable by means of a gripping tool support drive (51-56) comprising two crank gear arrangements (51-54) each having an associated gripping tool support drive motor (55, 56), wherein each crank gear arrangement (51-54) has a crank (51, 52), which is drivable in rotation by the associated gripping tool support drive motor (55, 56), and a drive rod (53, 54) which is articulatedly connected on the one hand to the crank (51, 52) and on the other hand to the gripping tool support (20).

25

10. Transport apparatus according to any one of claims 7-9, **characterised in that** the gripping tool support (20) with the gripping tools (32a, 32b) is movable by means of the gripping tool support drive (51-56) in a forward movement along a first linear path of movement (21a) and in a return movement along a second linear path of movement (21c) parallel to the first linear path of movement.

35

11. Transport apparatus according to any one of claims 7-10, **characterised in that** it has a sensor device (65) for detecting a process disturbance caused by a missing workpiece or by a workpiece (W') unsuitable for processing, and for signalling that disturbance to the support controller (60).

40

12. Transport apparatus according to any one of claims 7-11, **characterised in that** the gripping tools (32a, 32b) are each assigned a gripping tool drive (33), which is arranged on the gripping tool support (20), for individual operation of the gripping tools (32a, 32b), and a gripping tool controller (70) which is configured to control the opening and closing movements and the clamping force of the individual grip-

ping tools (32a, 32b) individually and to recognise a process disturbance caused by an empty gripping tool or by a workpiece incorrectly inserted into a gripping tool and to signal that disturbance to the support controller (60).

## Revendications

10. 1. Procédé de transport pour le transfert de pièces à usiner entre plusieurs étages successifs (110, 120, 130, 140, 150) d'un dispositif d'usinage (M), en particulier d'un dispositif de formage, dans lequel les pièces à usiner (W) sont transportées chacune simultanément au moyen de plusieurs outils de préhension (32a, 32b) mobiles conjointement, dans un cycle de transport depuis un étage à l'étage respectif suivant du dispositif d'usinage (M),  
**caractérisé en ce que**  
en présence d'une perturbation du processus, le cycle de transport est interrompu et les outils de préhension (32a, 32b) avec les pièces à usiner (W) sont déplacés jusque dans une position d'attente (27) dans laquelle les pièces à usiner (W) se situent à l'extérieur de la zone d'action d'outils d'usinage (112, 122, 132, 142, 152) des étages (110, 120, 130, 140, 150) du dispositif d'usinage (M), et  
après l'élimination de la perturbation du processus, le cycle de transport des pièces à usiner (W) est relancé.
20. 2. Procédé selon la revendication 1,  
dans lequel  
la perturbation du processus est causée par une pièce manquante ou non adaptée à l'usinage (W') dans un étage de chargement (110) du dispositif d'usinage.
30. 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,  
dans lequel  
la perturbation du processus est causée par une pièce (W) manquante ou insérée incorrectement dans un outil de préhension (32a, 32b).
40. 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,  
dans lequel  
la perturbation du processus est causée par une partie endommagé d'un outil de préhension (32a, 32b) ou par une partie endommagée du dispositif d'usinage.
50. 5. Procédé selon la revendication 2,  
dans lequel  
l'absence d'une pièce (W') ou la présence d'une pièce non adaptée à l'usinage est détectée à l'aide d'un dispositif capteur (65), le mouvement des outils de préhension (32a, 32b) jusque dans la position d'attente (27) étant initié par le dispositif capteur (65).

**6. Procédé selon la revendication 3,  
caractérisé en ce que**

l'absence d'une pièce (W) ou la présence d'une pièce insérée incorrectement dans un outil de préhension (32a, 32b) est détectée à l'aide d'une commande d'outil de préhension (70) d'un entraînement d'outil de préhension (33), le mouvement des outils de préhension (32a, 32b) jusqu'à la position d'attente (27) étant initié par la commande d'outil de préhension (70).

5

**7. Dispositif de transport pour le transfert simultané de pièces à usiner entre plusieurs étages successifs (110, 120, 130, 140, 150) d'un dispositif d'usinage (M), en particulier d'un dispositif de formage, le dispositif de transport comportant :**

- un porte-outil de préhension (20) monté de façon mobile, sur lequel sont agencés plusieurs outils de préhension (32a, 32b) pour saisir chaque une pièce à usiner (W),
- un entraînement moteur de porte-outil de préhension (51 - 56) pour le mouvement en va-et-vient du porte-outil de préhension (20) avec les outils de préhension (32a, 32b) entre les étages du dispositif d'usinage, et
- une commande de porte-outil (60) pour l'entraînement de porte-outil de préhension (51 - 56) qui est conçue pour commander le mouvement du porte-outil de préhension (20) et pour déplacer, sur la base d'un ordre de commande qui lui est envoyé, le porte-outil de préhension (20) avec les outils de préhension (32a, 32b) jusqu'à la position d'attente à l'aide de l'entraînement de porte-outil de préhension (51 - 56),

20

25

30

35

**caractérisé en ce que**

l'entraînement de porte-outil de préhension (51 - 56) et la commande de porte-outil (60) sont conçus pour déplacer le porte-outil de préhension (20) avec les outils de préhension (32a, 32b) avec les pièces à usiner (W) jusqu'à la position d'attente (27) et pour interrompre le transport des pièces à usiner (W), en présence d'une perturbation du processus.

40

45

**8. Dispositif de transport selon la revendication 7,  
caractérisé en ce que**

le porte-outil de préhension (20) est d'une part monté de façon mobile en étant guidé linéairement et d'autre part monté de manière à pouvoir être dévié transversalement à sa mobilité guidée linéairement, à l'aide d'un ensemble de guidage à parallélogramme (11 - 16).

50

55

**9. Dispositif de transport selon la revendication 8,  
caractérisé en ce que**

le porte-outil de préhension (20) est mobile à l'aide

d'un entraînement de porte-outil de préhension (51 - 56) comportant deux ensembles de transmission à manivelle (51 - 54) ayant chacun un moteur d'entraînement de porte-outil de préhension (55, 56) associé, chaque ensemble de transmission à manivelle (51 - 54) comprenant une manivelle (51, 52) qui peut être entraînée en rotation par le moteur d'entraînement de porte-outil de préhension (55, 56) associé, et une tige d'entraînement (53, 54) qui est reliée en articulation à la manivelle (51, 52), d'une part, et au porte-outil de préhension (20), d'autre part.

**10. Dispositif de transport selon l'une des revendications 7 à 9,**

**caractérisé en ce que**

le porte-outil de préhension (20) comportant les outils de préhension (32a, 32b) peut être déplacé au moyen de l'entraînement de porte-outil de préhension (51 - 56) dans un mouvement d'aller le long d'une première trajectoire de mouvement linéaire (21a) et dans un mouvement de retour le long d'une deuxième trajectoire de mouvement linéaire (21c) parallèle à la première trajectoire de mouvement linéaire.

**11. Dispositif de transport selon l'une des revendications 7 à 10,**

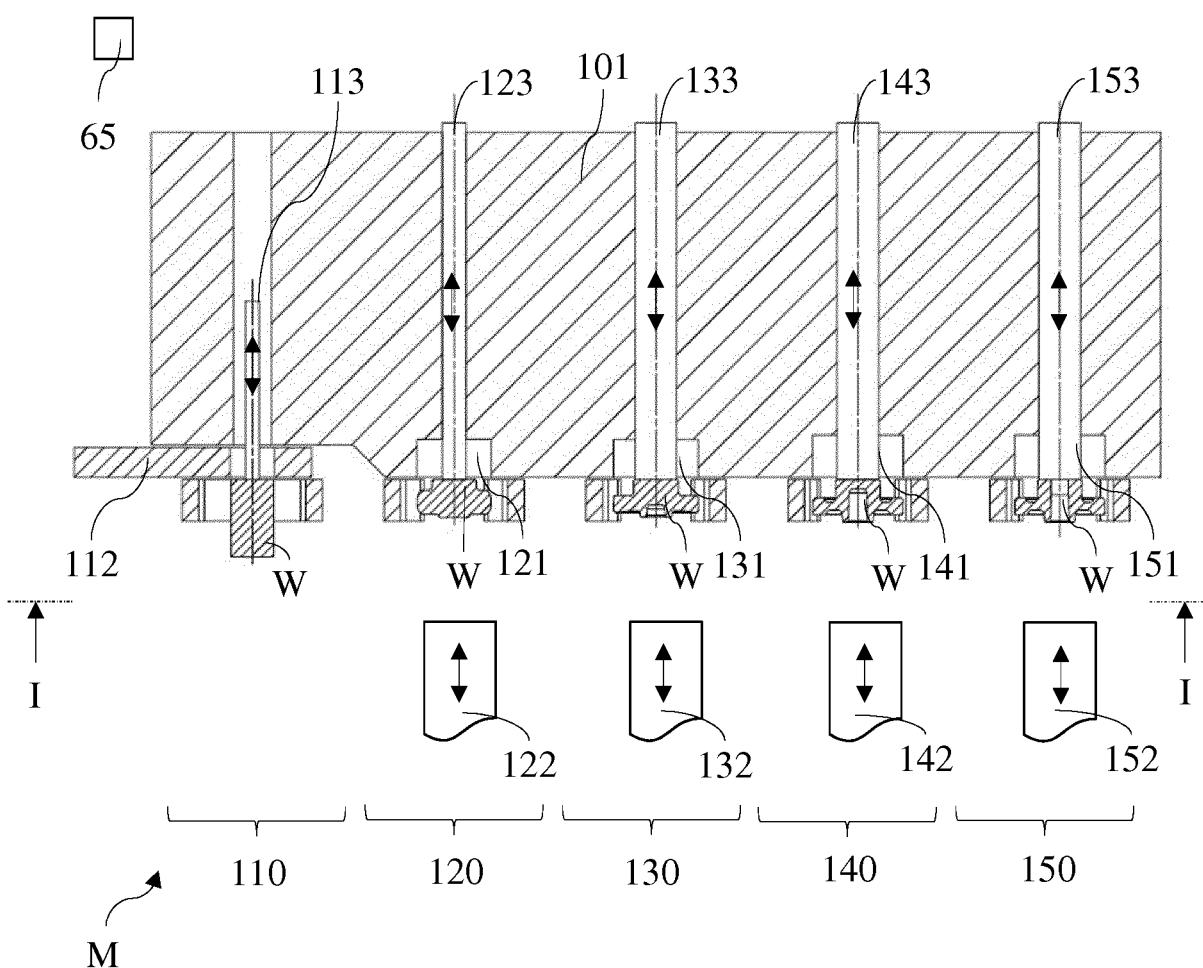
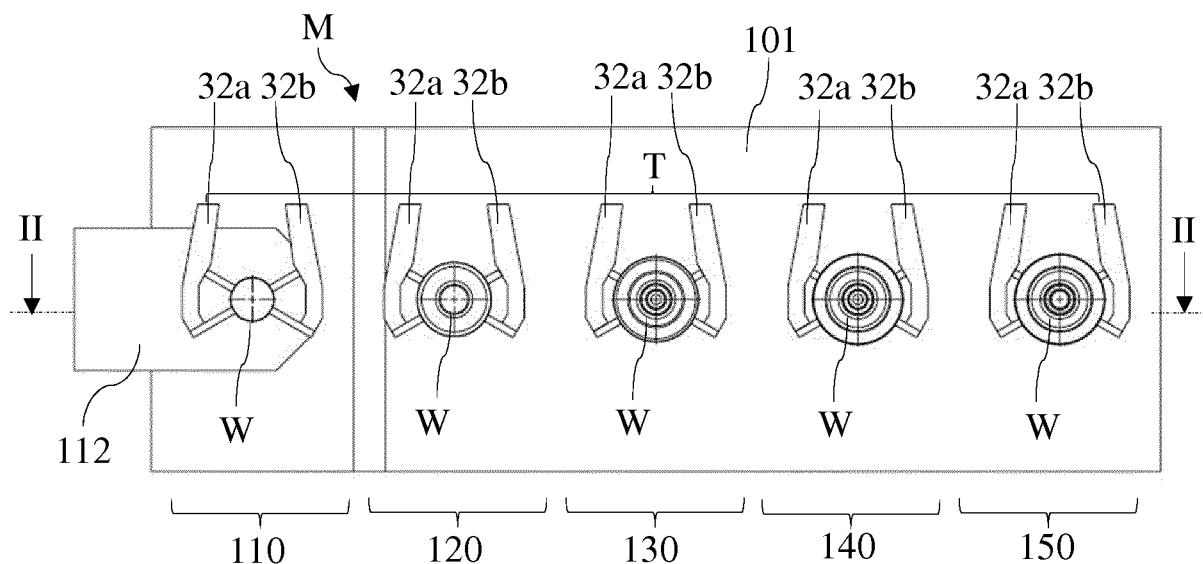
**caractérisé en ce que**

il comprend un dispositif capteur (65) pour détecter une perturbation du processus causée par une pièce à usiner (W') manquante ou non adaptée à l'usinage et pour signaler ladite perturbation à la commande de porte-outil (60).

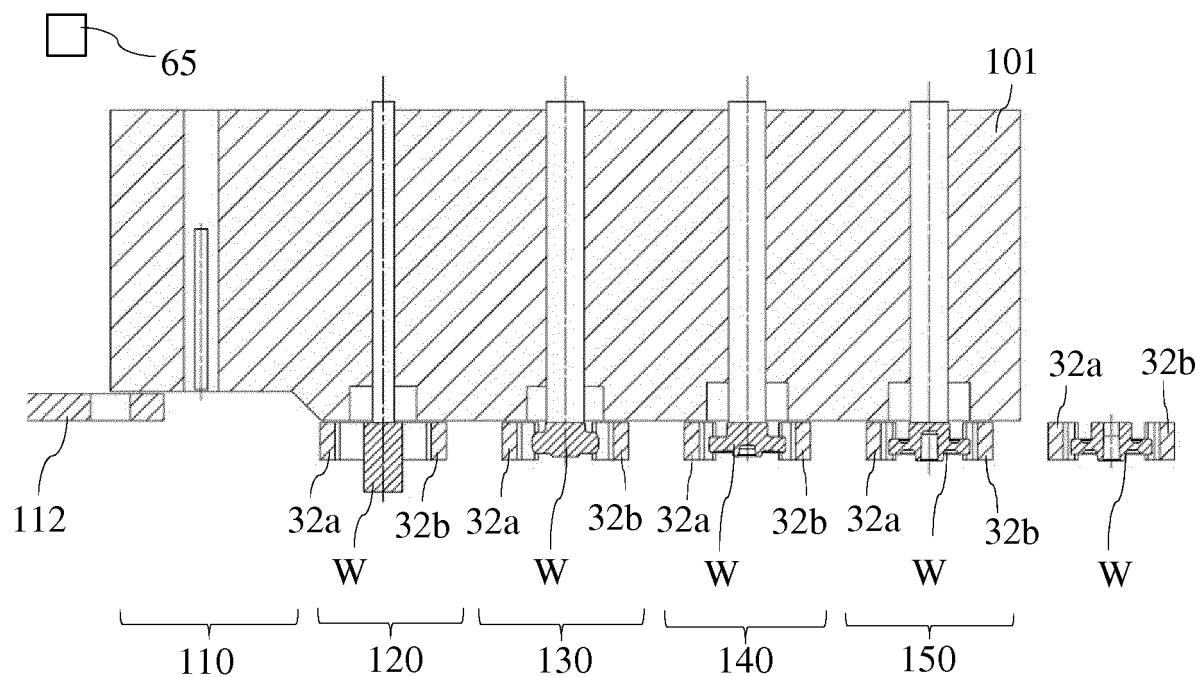
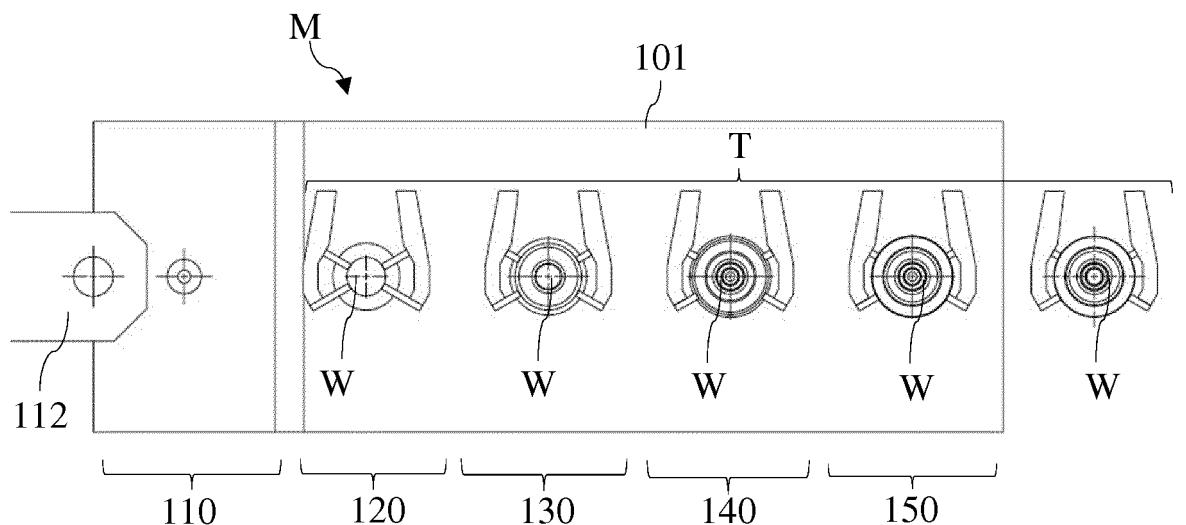
**12. Dispositif de transport selon l'une des revendications 7 à 11,**

**caractérisé en ce que**

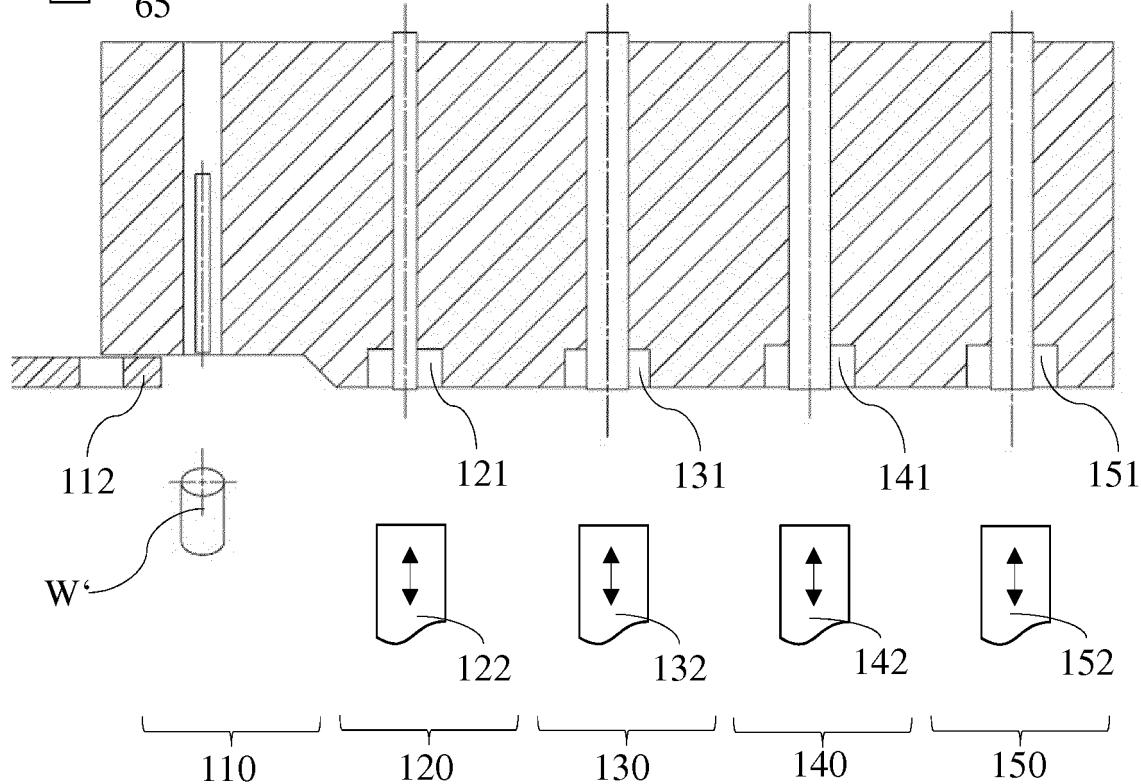
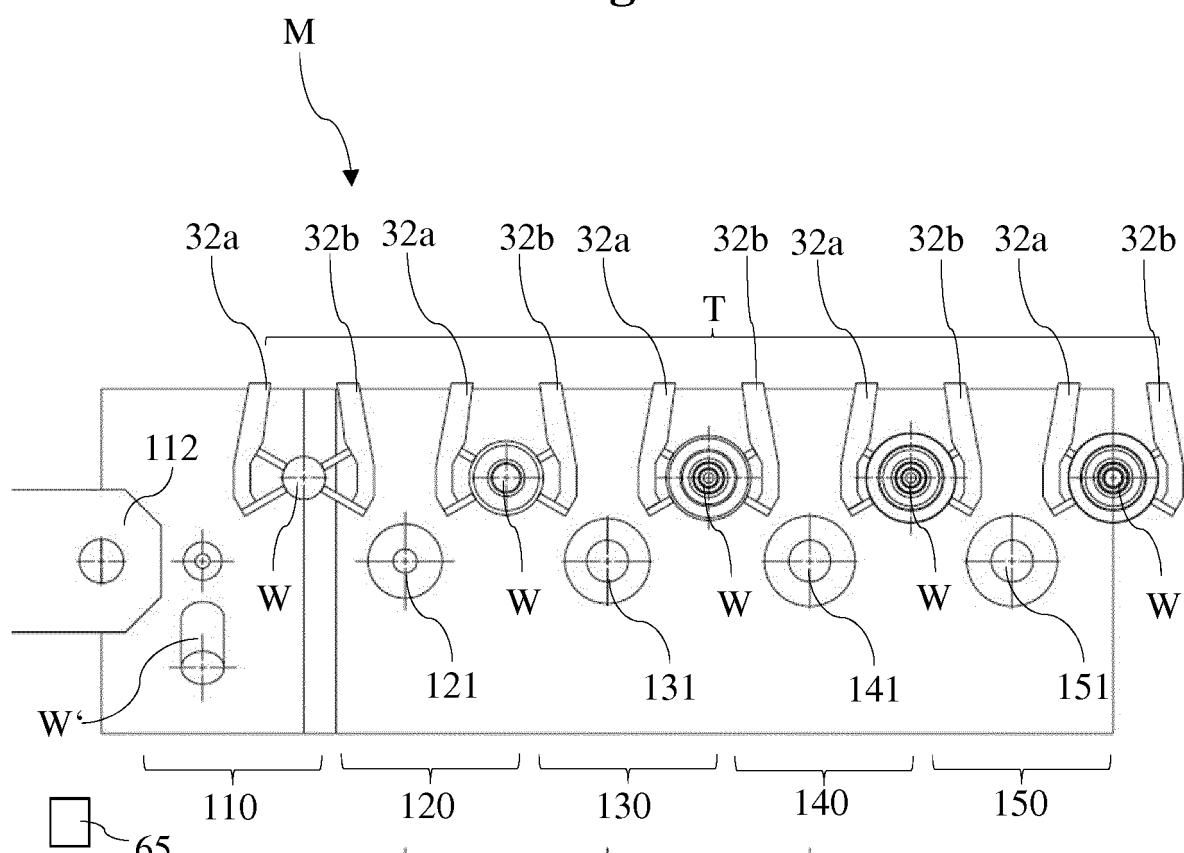
les outils de préhension (32a, 32b) sont chacun dotés d'un entraînement d'outil de préhension (33), disposé sur le porte-outil de préhension (20), pour l'actionnement individuel des outils de préhension (32a, 32b), ainsi que d'une commande d'outil de préhension (70) qui est conçue pour commander individuellement les mouvements d'ouverture et de fermeture et la force de serrage des outils de préhension individuels (32a, 32b), et pour reconnaître une perturbation du processus causée par un outil de préhension vide ou par une pièce insérée incorrectement dans l'outil de préhension, et pour signaler ladite perturbation à la commande de porte-outil (60).

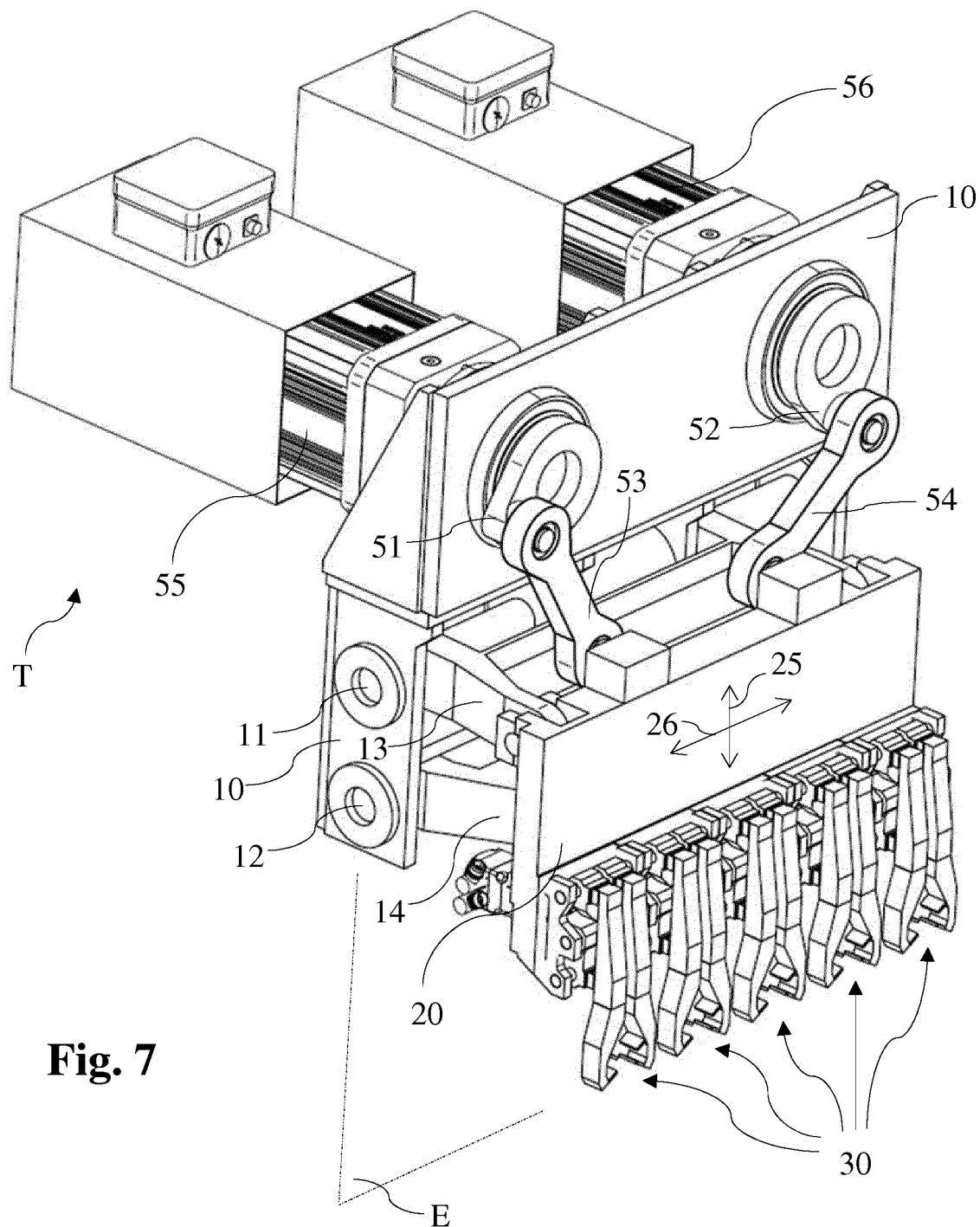
**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3**

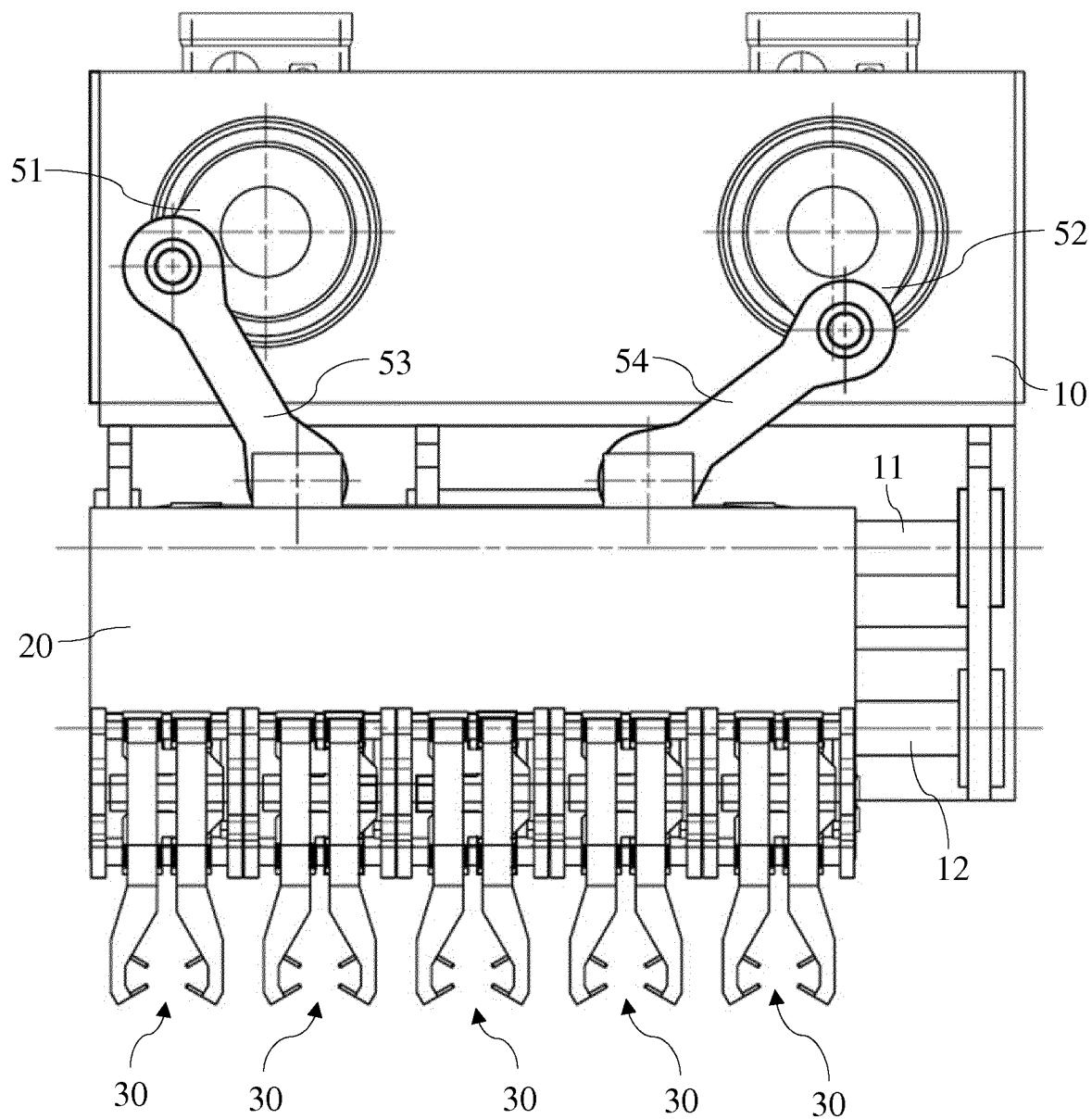


**Fig. 4**

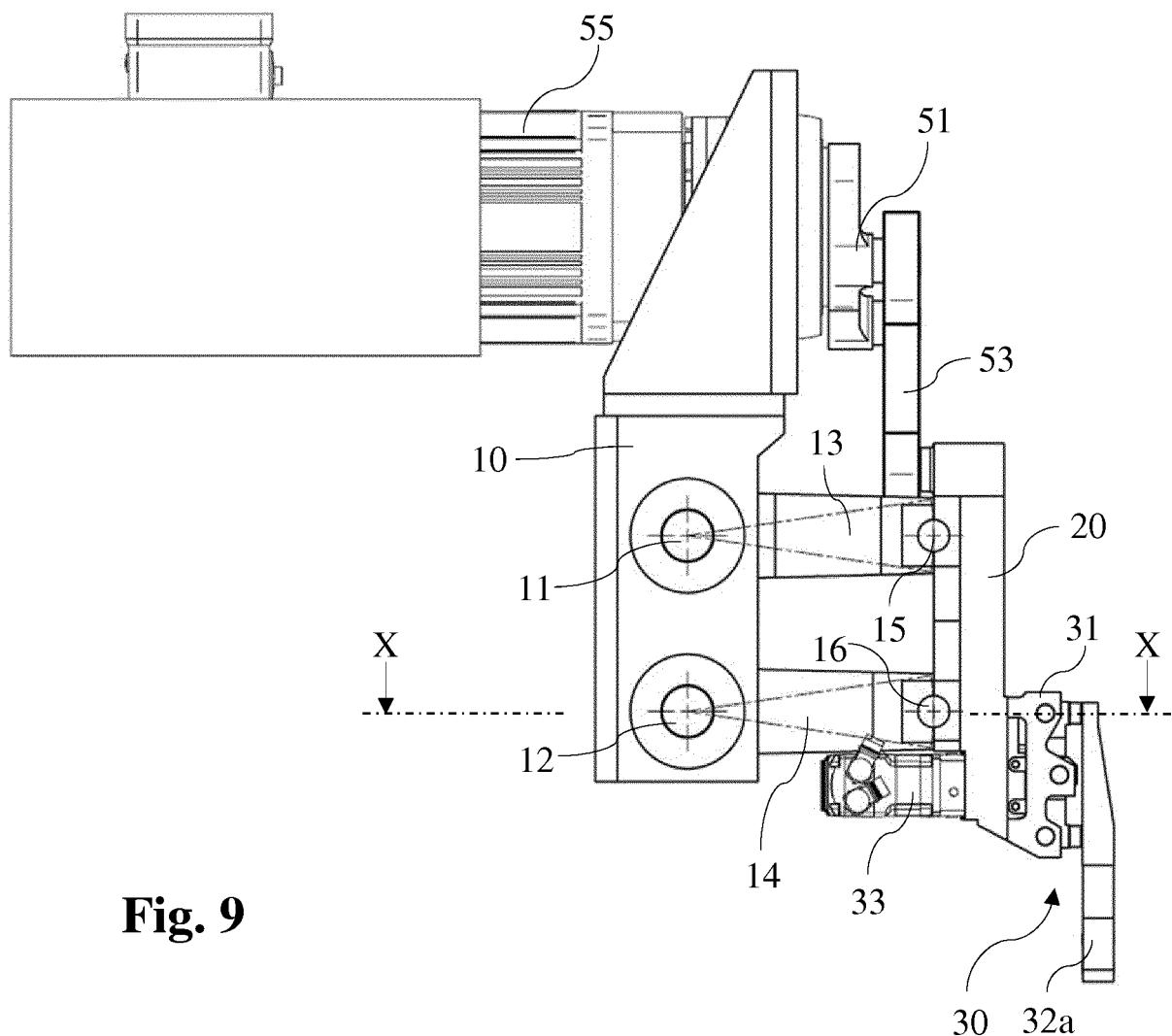
**Fig. 5****Fig. 6**



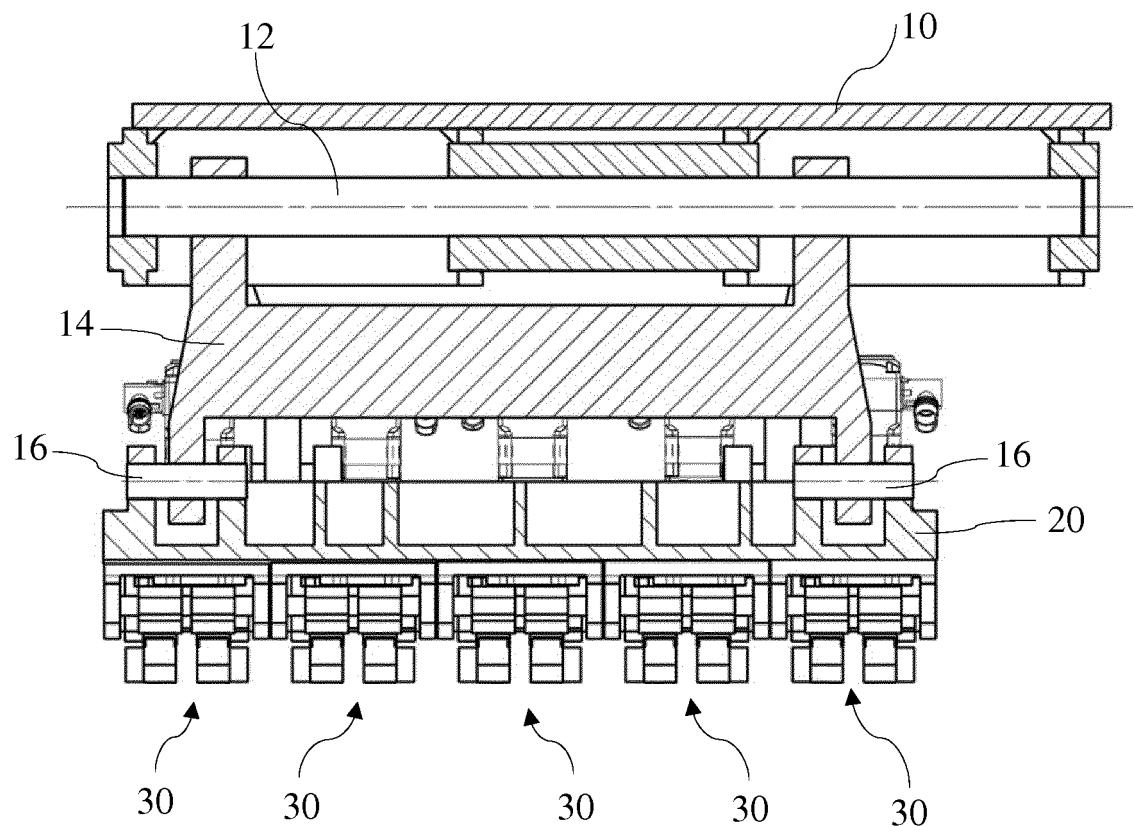
**Fig. 7**



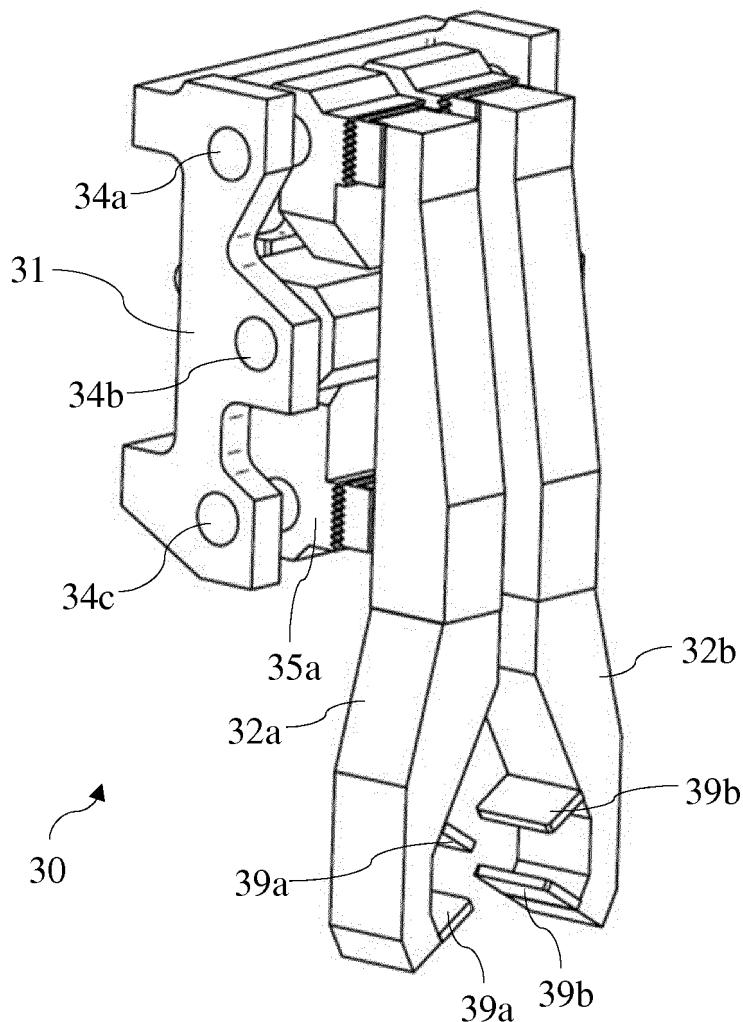
**Fig. 8**



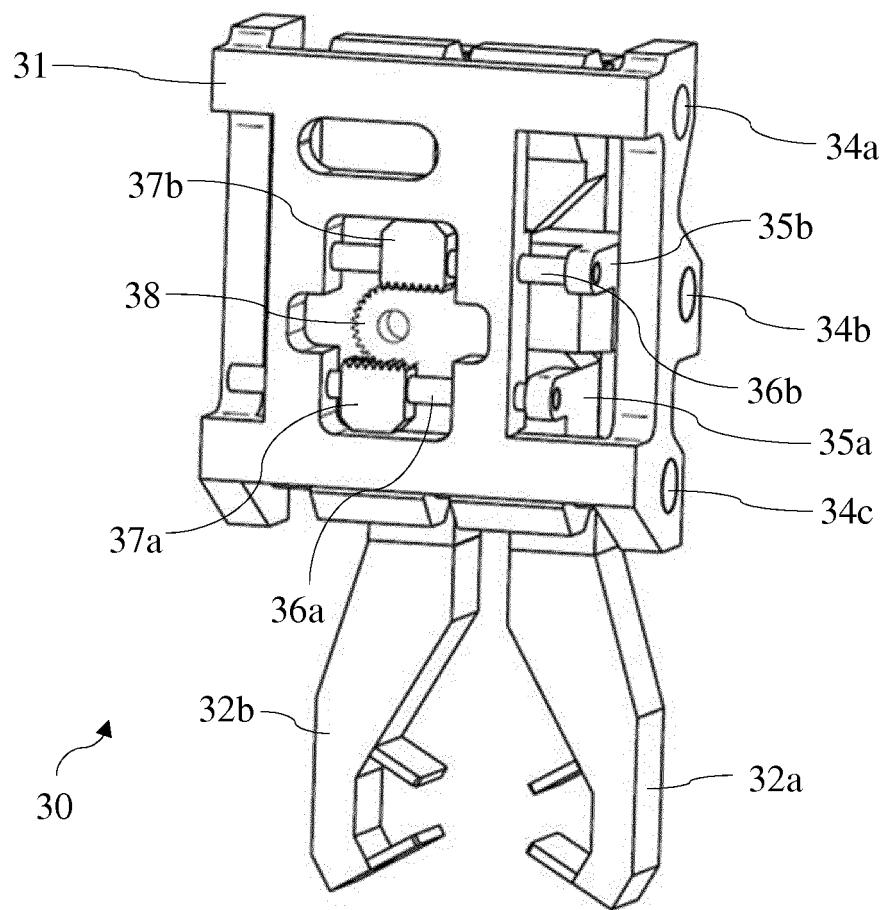
**Fig. 9**



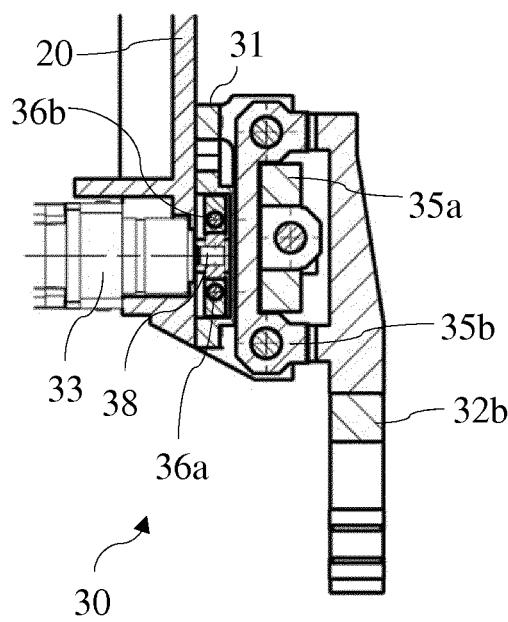
**Fig. 10**



**Fig. 11**

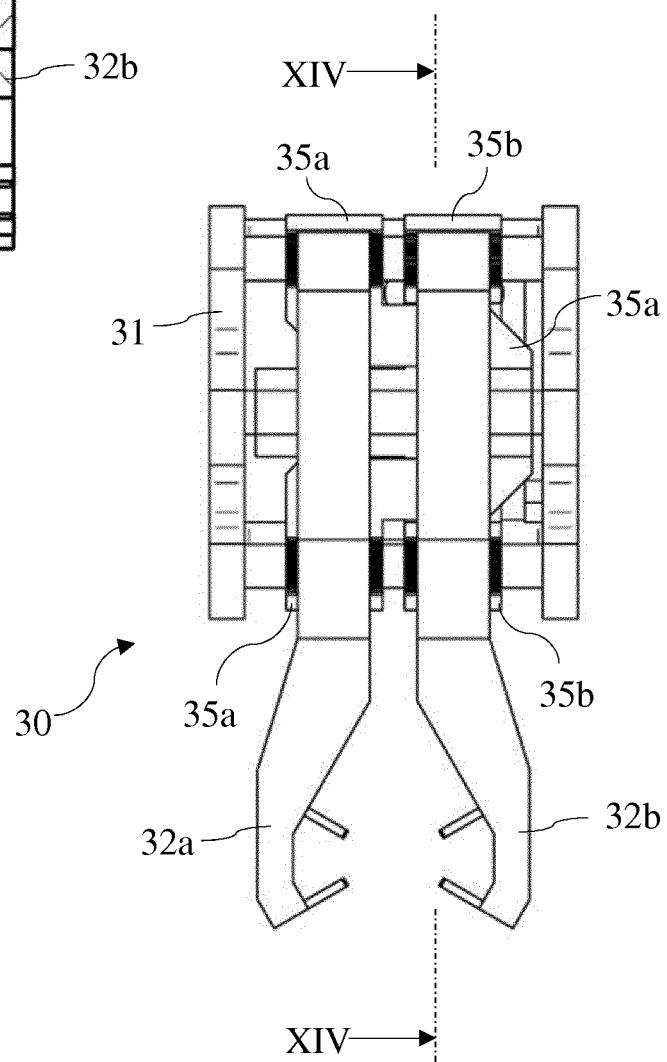


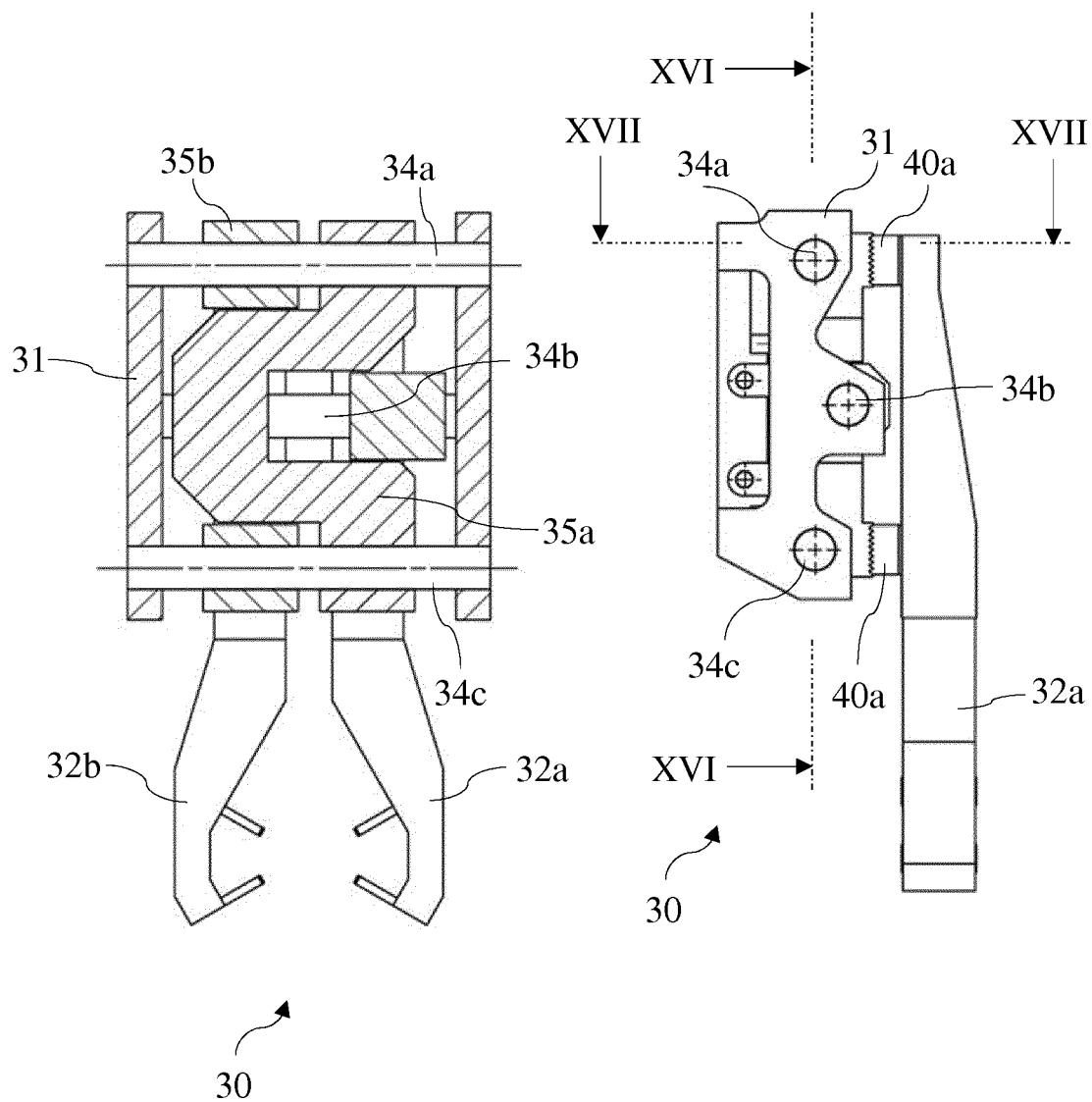
**Fig. 12**



**Fig. 13**

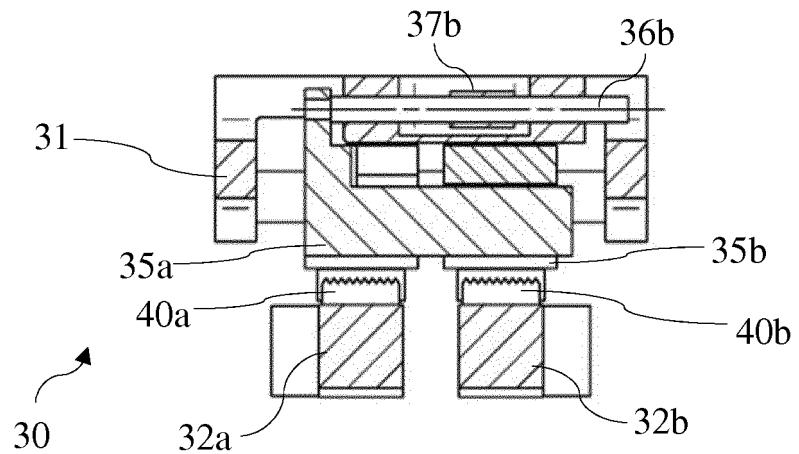
**Fig. 14**



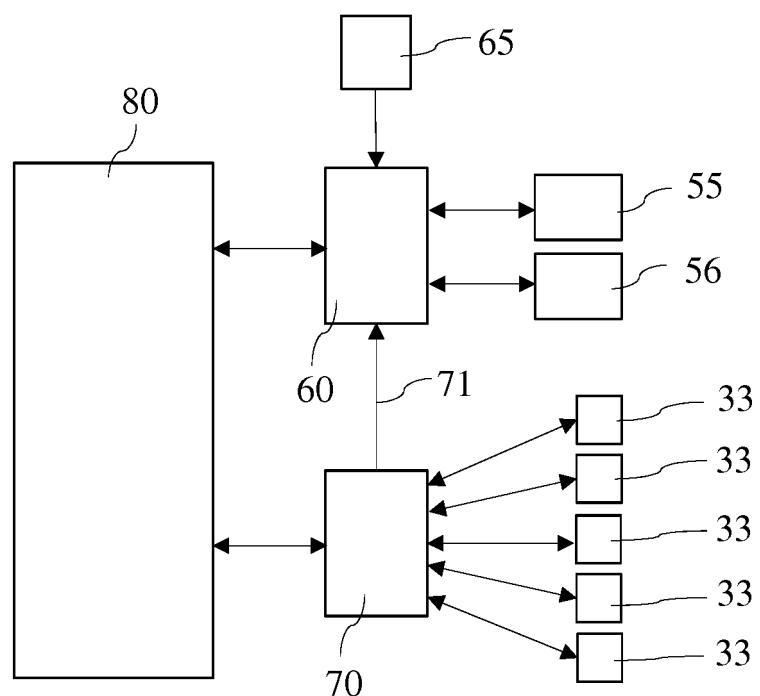


**Fig. 16**

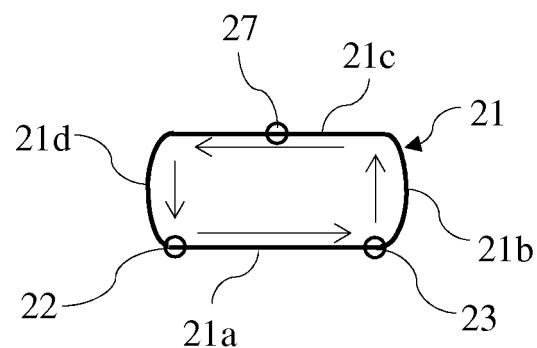
**Fig. 15**



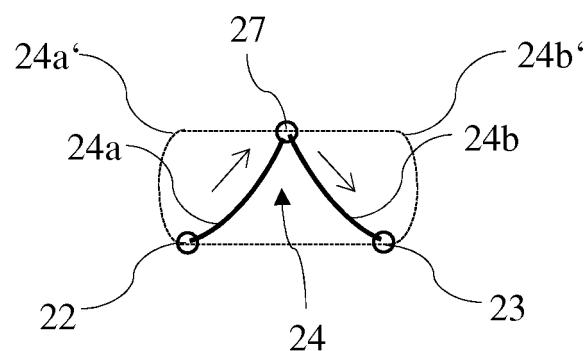
**Fig. 17**



**Fig. 18**



**Fig. 19**



**Fig. 20**

**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**

- CH 595155 A [0003]
- EP 2233221 A2 [0004]
- EP 1048372 B1 [0005] [0006]
- EP 1848556 B1 [0006] [0044]
- EP 1038607 A2 [0007]