

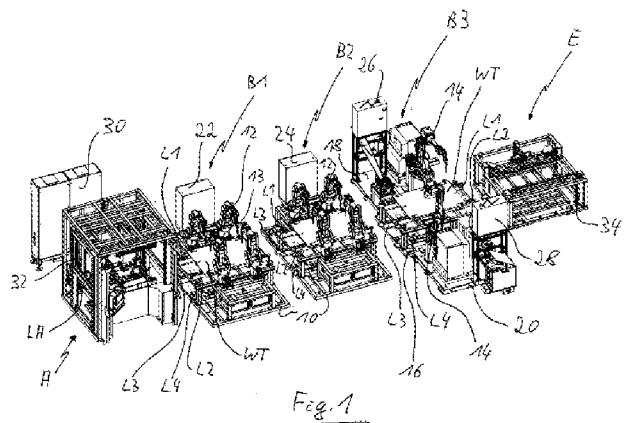
## (12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50093/2023 (51) Int. Cl.: B23Q 7/14 (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 14.02.2023  
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2023

(30) Priorität: 14.02.2022 DE DE102022103409.7 beansprucht.	(71) Patentanmelder: MS Ultraschall Technologie GmbH 78549 Spaichingen (DE)
	(72) Erfinder: Erchinger Peter 78078 Niedereschach (DE) Marquart Andreas 78647 Trossingen (DE) Bernhardt Andreas 78549 Spaichingen (DE)
	(74) Vertreter: Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH 4020 Linz (AT)

### (54) Fertigungslinie

(57) Eine Fertigungslinie umfasst eine Aufnahmestation, mehrere Bearbeitungsstationen und eine Entnahmestation, wobei eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit der der Werkstückträger von der Aufnahmestation zu der Entnahmestation und wieder zurück transportiert werden können.



## Zusammenfassung

Eine Fertigungsline umfasst eine Aufnahmestation, mehrere Bearbeitungsstationen und eine Entnahmestation, wobei eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit der der Werkstückträger von der Aufnahmestation zu der Entnahmestation und wieder zurück transportiert werden können.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fertigungsline zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall.

Derartige Fertigungslien sind grundsätzlich bekannt, wobei für einen Transport der Werkstücke beispielsweise eine Rollenbahn vorgesehen ist und die Werkstücke während der Bearbeitung in einzelnen Stationen von der Rollenbahn abgehoben werden, um eine stabile Bearbeitungsposition sicherzustellen.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fertigungsline der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit einfachen Mitteln eine präzise Bearbeitung der Werkstücke mittels Ultraschall erlaubt.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere durch eine Fertigungsline mit einer Aufgabestation, mehreren Bearbeitungsstationen und einer Entnahmestation, wobei an zumindest einer Bearbeitungsstation zumindest ein Roboter mit einem Ultraschallwerkzeug vorgesehen ist. Weiterhin weist die Fertigungsline eine Transporteinrichtung auf, mit der Werkstückträger automatisiert von der Aufgabestation zu der Entnahmestation und wieder zurück transportiert werden, wobei die Transporteinrichtung zwei übereinander angeordnete Schienensysteme mit jeweils parallelen Laufschienen umfasst, auf denen die Werkstückträger alle Bearbeitungsstationen durchlaufen.

Erfindungsgemäß werden die einzelnen Werkstückträger von der Aufgabestation bis zur Entnahmestation auf einem Schienensystem transportiert, das zwei parallel beabstandete Laufschienen aufweist. Der Rücktransport der Werkstückträger von

der Entnahmestation zu der Aufgabestation erfolgt über ein zweites Schienensystem, das unter dem ersten Schienensystem angeordnet ist.

Durch das erfindungsgemäß vorgesehene Schienensystem können die Werkstückträger in jeder Bearbeitungsstation auf den Schienen verbleiben, da diese eine stabile Basis bei der Bearbeitung der Werkstücke bilden. Wenn Werkstücke beispielsweise geschweißt, gestanzt, genietet oder aber verclipst oder verschraubt werden, wird auf das jeweilige Werkstück eine Kraft ausgeübt, so dass das Werkstück bei der Bearbeitung in einer stabilen Position gehalten werden muss. Erfindungsgemäß wird dies durch das Schienensystem sichergestellt, da eine Verschiebung des Werkstücks in vertikaler Richtung nicht erfolgen kann.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Unteransprüchen beschrieben.

Nach einer ersten vorteilhaften Ausführungsform können die Werkstückträger mittels Formschluss auf den Laufschienen gehalten sein. Beispielsweise können die Werkstückträger Laufrollen mit einer annähernd V-förmigen Umfangsnut umfassen, die auf V-förmigen Schienenabschnitten laufen, so dass die Werkstückträger zwar in Transportrichtung bewegt, jedoch nicht von den Schienen abgehoben werden können.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können die Schienensysteme zwischen zwei benachbarten Stationen unterbrochen sein, beispielsweise über eine Strecke von zumindest etwa 50 mm oder zumindest etwa 80 mm. Hierdurch wird einerseits erreicht, dass die gesamte Fertigungsline modular ausgebildet werden kann, wobei einzelne Module, d.h. einzelne Stationen, ohne Weiteres ausgetauscht werden können, ohne dass das Schienensystem demontiert werden muss. Auch können die einzelnen Stationen auf einfache Weise ausgetauscht werden, wenn eine länger andauernde Reparatur erforderlich sein sollte. Ein weiterer Vorteil der Unterbrechungen der Schienensysteme besteht darin, dass die Montage der Fertigungsline schnell erfolgen kann und dass eine Vertikalbewegung der Werkstückträger in der Aufgabestation und/oder in der Entnahmestation zu keinen Schwierigkeiten mit benachbarten Bearbeitungsstationen führt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können die Werkstückträger mit zumindest drei Laufrollenpaaren versehen sein, die insbesondere gleichmäßig beabstandet sind. Wenn ein derartiger Werkstückträger mit dem vorstehend beschriebenen unterbrochenen Schienensystem verwendet wird, ist der Werkstückträger bei einem Übergang zwischen zwei Stationen stets von zwei Laufrollenpaaren geführt, so dass ein gleichmäßiger Transport der Werkstückträger gewährleistet ist.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann für jeden Werkstückträger eine Werkstückaufnahme und ein mit der Werkstückaufnahme koppelbarer Niederhalter vorgesehen sein. Die Werkstückaufnahme kann an dem Werkstück beispielsweise lösbar befestigt werden und der Niederhalter kann nach dem Aufsetzen auf die Werkstückaufnahme mit ihr koppelbar sein, so dass ein Werkstück in der Werkstückaufnahme von dem Niederhalter fest und unverrückbar gehalten ist. Bei dem Niederhalter kann es sich beispielsweise um eine Niederhalterplatte handeln, die mit gefederten Abstandhaltern versehen ist, um ein Werkstück, beispielsweise eine Türinnenverkleidung, über die gesamte Fläche gleichmäßig zu fixieren.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Niederhalter ein Koppelement aufweisen, mit dem ein Werkstück mit dem Niederhalter koppelbar ist. Diese Ausführungsform ermöglicht ein Entfernen des Werkstücks aus der Werkstückaufnahme zusammen mit dem daran gekoppelten Niederhalter, wodurch ein separates Abnehmen des Niederhalters vor einer Entnahme des Werkstücks aus der Werkstückaufnahme nicht erforderlich ist. Der Niederhalter mit daran gekoppeltem Werkstück kann deshalb in der Entnahmestation zu einem Zielort bewegt werden, an dem das Werkstück von dem Niederhalter gelöst werden kann. Der Niederhalter kann dann wieder zurück zu seiner zugehörigen Werkstückaufnahme bewegt werden, so dass Werkstückaufnahme und Niederhalter zurück zu der Aufgabestation transportiert werden können.

Nach einer weiteren vorteilhafte Ausführungsform kann in der Aufgabestation und in der Entnahmestation jeweils eine Einrichtung vorgesehen sein, die den Niederhalter

mit einer linearen Hubbewegung auf den Werkstückträger auflegt bzw. von dem Werkstückträger abnimmt. Wenn nämlich der Niederhalter mit einer Hubbewegung an den Werkstückträger und eine darauf befindliche Werkstückaufnahme angenähert wird, so besteht keine Gefahr, dass sich Teile des Niederhalters, beispielsweise gefederte Abstandhalter, mit Teilen eines auf dem Werkstückträger befindlichen Werkstücks kollidieren. Da Werkstücke diverse Vorsprünge bzw. Hinterschneidungen aufweisen können, kann mit einer linearen Hubbewegung - im Gegensatz zu einer Schwenkbewegung - ein vollständig kollisionsfreies Aufsetzen des Niederhalters erfolgen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Transporteinrichtung einen Linearantrieb aufweisen, der mit Koppeleinrichtungen zum Ankoppeln von Werkstückträgern versehen ist. Ein derartiger Linearantrieb kann jeweils im Bereich eines Schienensystems montiert werden, um die Werkstückträger auf den Schienensystemen in Transportrichtung zu bewegen. Durch die Koppeleinrichtungen können die Werkstückträger mit dem Linearantrieb gekoppelt werden, so dass bei einer Bewegung des Linearantriebs die Werkstückträger auf dem Schienensystem in Transportrichtung bewegt werden. Anschließend können die Koppeleinrichtungen wieder von den Werkstückträgern gelöst werden und der Linearantrieb kann wieder in umgekehrter Richtung bewegt werden, um einen weiteren Sporthub durchzuführen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können die Koppeleinrichtungen an dem Linearantrieb derart angebracht sein, dass beispielsweise zwei, drei oder zumindest vier auf einem Schienensystem hintereinander befindliche Werkstückaufnahmen mit dem Linearantrieb gekoppelt werden können. Dies ermöglicht einen Transport von mehreren Werkstückaufnahmen mit einem einzigen Sporthub, wodurch hohe Taktzyklen möglich sind.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können die Bearbeitungsstationen als Module ausgebildet sein, die entlang der Transportrichtung der Werkstücke gleiche Abmessungen besitzen. Durch einen solchen modularen Aufbau ergibt sich eine außerordentlich flexible Bauweise sowie

eine Erleichterung bei der Programmierung der Fertigungsline, da die Länge eines Transporthubs der Transporteinrichtung stets gleich ist.

Nach einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall in einer Fertigungsline, die eine Aufgabestation, mehrere Bearbeitungsstationen und eine Entnahmestation umfasst. Bei dem Verfahren wird in der Aufgabestation ein Werkstück mit einem Werkstückträger gekoppelt, an zumindest einer Bearbeitungsstation mit einem von einem Roboter bewegten Ultraschallwerkzeug bearbeitet und in der Entnahmestation durch einen Roboter von dem Werkstückträger abgenommen. Der Werkstückträger wird dabei auf einem Schienensystem von der Aufgabestation zu der Entnahmestation transportiert, wobei das Werkstück in allen Bearbeitungsstationen bearbeitet wird, während sich der Werkstückträger auf dem Schienensystem befindet.

Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren ist es nicht erforderlich, das Werkstück bzw. den Werkstückträger zur Bearbeitung anzuheben oder aber in eine spezielle Bearbeitungsposition zu bringen. Vielmehr dient der Werkstückträger in jeder Bearbeitungsstation als stabile Basis, während das Werkstück bearbeitet wird.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Werkstückträger während der Bearbeitung in jeder Bearbeitungsstation verriegelt werden, um eine Bewegung des Werkstückträgers in Transportrichtung zu verhindern, während das Werkstück bearbeitet wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann in der Aufgabestation ein Niederhalter entlang einer Geraden auf den Werkstückträger abgesenkt und mit diesem gekoppelt werden, wobei die Kopplung auch indirekt mittels einer Werkstückaufnahme erfolgen kann, die auf dem Werkstückträger angeordnet ist.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Niederhalter in der Entnahmestation zusammen mit einem daran gekoppelten Werkstück von dem Werkstückträger abgenommen und zu einer Zielposition bewegt werden, wobei die Bewegung bei der Abnahme insbesondere entlang einer Geraden erfolgen kann,

um Kollisionen zwischen dem Niederhalter und dem Werkstück zu vermeiden. An der Zielposition kann das Werkstück von dem Niederhalter gelöst werden, woraufhin der Niederhalter wieder auf den Werkstückträger aufgesetzt und zu der Aufgabestation transportiert werden kann. Das Werkstück kann anschließend beispielsweise von einer Bedienperson zu einer weiteren Zielposition transportiert werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Werkstückaufnahme bei Abnahme des Werkstücks von dem Werkstückträger auf dem Werkstückträger verbleiben, so dass die Werkstückaufnahme zusammen mit dem Werkstückträger wieder zur Aufgabestation transportiert werden kann.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Werkstückaufnahme in der Entnahmestation insbesondere von einem Roboter durch eine andersartige Werkstückaufnahme ausgetauscht werden, so dass auch andere Werkstücke in der Fertigungsline bearbeitet werden können. Hierdurch entsteht eine außerordentlich flexible Fertigungsline, mit der verschiedenste Werkstücke innerhalb der gleichen Fertigungsline und innerhalb ein und desselben Fertigungszyklus bearbeitet werden können.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann jede Werkstückaufnahme nur in der Aufgabestation und in der Entnahmestation mit einer Energieversorgung gekoppelt werden, um elektrische, pneumatische oder auch hydraulische Stell- und Steuerelemente mit Energie zu versorgen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann jede Werkstückaufnahme in jeder Station oder in jeder Bearbeitungsstation mittels RFID detektiert werden, so dass die Steuerung der Fertigungsline zu jedem Zeitpunkt Informationen darüber enthält, an welcher Stelle sich gerade welche Werkstückaufnahme bzw. welches Werkstück befindet.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können im Bereich der Entnahmestation insbesondere von einem Roboter mehrere Werkstückaufnahmen

gestapelt werden, wobei insbesondere verschiedenartige Werkstückaufnahmen gestapelt werden können, um eine flexible Fertigung zu erreichen.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1                         eine perspektivische Ansicht einzelner Stationen einer Fertigungsline;
- Fig. 2                         eine perspektivische Ansicht einer Aufgabestation;
- Fig. 3                         eine perspektivische Ansicht einer Entnahmestation;
- Fig. 4                         eine perspektivische Teilansicht eines Antriebs einer Transporteinrichtung;
- Fig. 5                         eine vergrößerte Darstellung einer Koppeleinrichtung des Antriebs von Fig. 4;
- Fig. 6                         eine Explosionsdarstellung einer Werkstückaufnahme mit darin befindlichem Werkstück, eines Niederhalters sowie eines Robotergreifers; und
- Fig. 7                         eine perspektivische Darstellung einer Anordnung zur Entnahme von Werkstücken aus der Fertigungsline von Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht von einzelnen Stationen einer Fertigungsline zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall, nämlich eine Aufgabestation A, einer Entnahmestation E und dazwischen angeordneten Bearbeitungsstationen B1, B2 und B3. Selbstverständlich ist die Anzahl der Bearbeitungsstationen rein beispielhaft und bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Bearbeitungsstationen B1 und B2 beispielsweise um Schweißmodule und bei der Bearbeitungsstation B3 um ein Schraub- und Clipsmodul. In Fig. 1 sind die einzelnen Module bzw. Stationen zwar voneinander beabstandet dargestellt. Es versteht sich jedoch, dass die Module für

einen Betrieb unmittelbar nebeneinander benachbart angeordnet und miteinander gekoppelt werden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Bearbeitungsstationen B1 und B2 gleichartig ausgeführt und ausgebildet, wobei jede Bearbeitungsstation B1 und B2 ein Grundgestell 10 aufweist, auf dem jeweils mehrere Roboter 12, bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils vier Roboter 12, angeordnet sind, an deren Roboterarm jeweils ein Ultraschallwerkzeug 13 zur Bearbeitung von Werkstücken befestigt ist, beispielsweise eine Sonotrode zum Verschweißen von thermoplastischen Komponenten.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Bearbeitungsstation B3 handelt es sich um ein Modul zum Verschrauben und Verclipsen von Komponenten mit Hilfe zweier Roboter 14, die mit entsprechenden Schraub- und Clipsaktoren versehen sind. Bei der Bearbeitungsstation B3 ist ebenfalls ein Grundgestell 16 vorgesehen, an das zu beiden Seiten jeweils eine Bearbeitungsplattform 18 und 20 angedockt und über jeweils zwei Bolzen positioniert ist. Jede Bearbeitungsstation B1 und B2 und jede Bearbeitungsplattform 18 und 20 besitzt einen eigenen Schaltschrank, was die Modularität des Systems außerordentlich erhöht. Das Bezugszeichen 30 bezeichnet einen Hauptschaltschrank für mit einer Steuerung für die gesamte Fertigungsline, der im Bereich der Aufgabestation A angeordnet ist, die nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher beschrieben wird.

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht der Aufgabestation A, die ein annähernd würfelförmiges Grundgestell 32 aufweist, das zur Vorderseite hin offen ist, so dass ein Werkstück W von einer Bedienperson (vgl. Fig. 1) in die Aufgabestation A eingelegt werden kann.

Die in Fig. 3 perspektivisch dargestellte Entnahmestation E weist ebenfalls ein kastenartiges Grundgestell 34 auf und ist - wie auch die Aufgabestation A - mit einer Hubeinrichtung versehen, was nachfolgend noch näher beschrieben wird.

Für einen Transport der einzelnen Werkstücke W zwischen den Stationen ist eine Transporteinrichtung vorgesehen, mit der einzelne Werkstückträger WT (vgl. Fig. 1

und 7) automatisiert von der Aufgabestation A zu der Entnahmestation E und wieder zurück transportiert werden können. Hierzu weist die Transporteinrichtung zwei übereinander angeordnete Schienensysteme auf, wobei jedes Schienensystem zwei parallel beabstandete Laufschienen L1, L2 und L3, L4 umfasst, auf denen die Werkstückträger WT sämtliche Bearbeitungsstationen durchlaufen. Hierbei befinden sich in den Bearbeitungsstationen B1, B2 und B3 die Schienen der beiden Schienensysteme übereinander, so dass Werkstückträger WT auf dem oberen Schienensystem L1, L2 von der Aufgabestation A zu der Entnahmestation E transportiert werden können und ein Rücktransport auf dem darunter befindlichen Schienensystem L3, L4 erfolgen kann.

Im Bereich der Aufgabestation A ist ein Paar von Laufschienenabschnitten LA vorgesehen, das auf einem Hubrahmen 50 befestigt ist, so dass Werkstückträger von dem Niveau des unteren Schienensystems L3, L4 angehoben werden können, um wieder auf das obere Schienensystem L1, L2 gefördert zu werden. In ähnlicher Weise ist in der Entnahmestation E ein Hubrahmen 40 vorgesehen, auf dem zwei parallel beabstandete Laufschienenabschnitte LE befestigt sind. Hierdurch kann ein Werkstückträger WT von dem oberen Laufschienensystem L1, L2 zu dem unteren Laufschienensystem L3, L4 abgesenkt werden. Hierzu ist der Hubrahmen 40 in der Entnahmestation E mit Antrieben 42 versehen, die den Hubrahmen 40 entlang von vertikalen Zahnstangen 44 anheben und absenken können.

In ähnlicher Weise kann in der Aufgabestation A der Hubrahmen 50 über in Fig. 1 nicht erkennbare Antriebe entlang von vertikalen Zahnstangen 54 angehoben und abgesenkt werden. Auf dem Hubrahmen 50 sind die beiden Laufschienenabschnitte LA befestigt, um Werkstückträger WT anzuheben und abzusenken und von dem Schienensystem L3, L4 zu übernehmen und auf das Schienensystem L1, L2 zu übergeben.

Jeder Werkstückträger WT umfasst bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine rechteckige Basisplatte (vgl. Fig. 1 und 7), die an ihrer Unterseite mit drei gleichmäßig beabstandeten Laufrollenpaaren versehen ist. Jede Laufrolle besitzt eine Umfangsnut, die entlang eines komplementär ausgebildeten

Schienenabschnitts der Schienensysteme entlangrollen kann, so dass ein Abheben eines Werkstückträgers von dem Schienensystem nicht möglich ist. Vielmehr ist jeder Werkstückträger auf den beiden Laufschienen der Schienensysteme durch Formschluss zwischen den Laufrollen und den Schienen stabil gehalten.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass die Bearbeitungsmodule B1, B2 und B3 gemeinsam ein oberes Schienensystem L1, L2 und ein darunter befindliches Schienensystem L3, L4 ausbilden, wobei jedes Schienensystem aus einzelnen Laufschienenabschnitten zusammengesetzt ist, die in jeder Bearbeitungsstation B1, B2 und B3 angebracht sind. Die beiden Laufschienen LE der Entnahmestation E sowie die beiden Laufschienen LA der Aufgabestation sind sozusagen beiden Schienensystemen zugeordnet, da mit diesen eine Übergabe der Werkstückträger von dem oberen Schienensystem an das untere Schienensystem und von dem unteren Schienensystem an das obere Schienensystem erfolgt.

Für eine erleichterte Montage und Demontage sind beide Schienensysteme zwischen benachbarten Stationen A, B1, B1 und B2, B2 und B3 und B3 und E unterbrochen und zwar bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel um einen Abstand von etwa 100 mm. Beim Überfahren dieses Abstands durch Werkstückträger WT sind diese jedoch trotzdem stabil an dem Schienensystem gehalten, da die Werkstückträger WT jeweils drei gleichmäßig beabstandete Rollenpaare aufweisen, so dass jeder Werkstückträger WT auch zwischen den Stationen stets von zwei Rollenpaaren sicher auf dem Schienensystem gehalten ist.

Für einen Transport der einzelnen Werkstückträger WT zwischen den Stationen weist die Transporteinrichtung für jedes Schienensystem einen Linearantrieb 60 (Fig. 4) auf, der bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Spindelantrieb ausgebildet ist, und der mit Koppeleinrichtungen 62, 64 zum Ankoppeln von Werkstückträgern WT versehen ist. Hierbei ist jede Koppeleinrichtung 62, 64 auf einer Führung 66 linear verfahrbar, so dass die Koppeleinrichtungen 62, 64 durch Verfahren des Linearantriebs 60 entlang der Führung 66 in Transportrichtung, d.h. parallel zu dem jeweiligen Schienensystem hin und her bewegt werden können. Auf jeder Koppeleinrichtung 62, 64 sind jeweils zwei Koppelemente 68, 70

beabstandet angeordnet, die mit Aktoren ausgestattet sind, um in Mitnehmer an der Unterseite der Werkstückträger einkoppeln zu können. Durch Betätigen eines Aktors koppelt somit jedes Koppelement 68, 70 in jeweils einen Mitnehmer eines Werkstückträgers WT ein, so dass mit einem einzigen Hub des Linearantriebs 60 insgesamt vier unmittelbar hintereinander auf dem Schienensystem angeordnete Werkstückträger WT transportiert werden können.

Da die beiden Linearantriebe 60 jeweils unterhalb ihres zugehörigen Schienensystems angeordnet sind, können die Koppelemente 68 und 70 der Koppeleinrichtung 62 an zwei unmittelbar nebeneinander befindliche Werkstückträger WT einkoppeln. In gleicher Weise können die Koppelemente 68 und 70 der Koppeleinrichtung 64 in zwei weitere unmittelbar nebeneinander angeordnete Werkstückträger WT einkoppeln. Der Abstand zwischen den beiden benachbarten Koppelementen 68 und 70 des Linearantriebs 60 beträgt somit etwa das Doppelte der Länge eines Werkstückträgers WT in Transportrichtung.

Um die Werkstücke W auf den Werkstückträgern WT sicher transportieren und halten zu können, ist für jeden Werkstückträger WT eine in Fig. 6 näher dargestellte Werkstückaufnahme WA vorgesehen. Diese ist mit einem Werkstückträger WT über Positionierstifte koppelbar und zentrierbar und umfasst eine Grundplatte 80, an deren vier Ecken jeweils eine Säule 82 befestigt ist, die an ihrer Oberseite mit einem Befestigungselement, beispielsweise einem Nullpunktspannsystem 84 versehen ist, um einen Niederhalter für das Werkstück W in Form einer Niederhalterplatte 86 zu fixieren. Die Niederhalterplatte 86 weist etwa die gleichen Außenabmessungen wie die Grundplatte 80 auf und ist mit einer Vielzahl von Federstiften 88 versehen, die das Werkstück W federnd fixieren, wenn die Niederhalterplatte 86 an der Werkstückaufnahme WA befestigt ist. Außerdem ist die Niederhalterplatte 86 mit nicht näher dargestellten Greifeinrichtungen versehen, mit denen das Werkstück W gegriffen werden kann, so dass bei einem Abheben der Niederhalterplatte 86 von der Werkstückaufnahme WA das Werkstück W zusammen mit der Niederhalterplatte 86 entnommen werden kann. Hierzu kann beispielsweise ein Robotergriff 90 vorgesehen werden, der an einem Roboterarm befestigt wird und an dessen vier Ecken Befestigungselemente, beispielsweise jeweils ein

Nullpunktspannsystem 92 befestigt ist, um die Niederhalterplatte 86 lösbar zu koppeln.

Fig. 7 zeigt eine mögliche Anordnung, mit der eine Niederhalterplatte 86 mit Hilfe des an einem Roboter 100 befestigten Robotergreifers 90 aus einer Werkstückaufnahme WA mit einer linearen Hubbewegung entnommen und somit von dem Werkstückträger WT abgehoben werden kann. Der Roboter 100 kann anschließend zu einer Zielposition auf einem Ablageband 102 bewegt werden, woraufhin die Greifer der Niederhalterplatte 86 gelöst werden können, so dass das Werkstück W auf dem Ablageband 102 abgelegt wird. Anschließend kann die Niederhalterplatte 86 mit Hilfe des Roboters 100 wieder zurückbewegt und auf die zugehörige Werkstückaufnahme WA aufgesetzt werden, die sich noch in der Entnahmestation E befindet. Im Anschluss daran kann der Hubrahmen 40 in der Entnahmestation E in seine untere Position abgesenkt werden, so dass die Transporteinrichtung des unteren Schienensystems mit dem Werkstückträger WT koppeln und diesen bis zur Aufgabestation A transportieren kann.

Alternativ ist es auch möglich, nach Ablegen eines Werkstücks W auf dem Ablageband 102 die Niederhalterplatte 86 wieder auf die Werkstückaufnahme WA aufzulegen und dort zu koppeln und anschließend die Einheit aus Werkstückaufnahme WA und Niederhalterplatte 86 in einem Lagerbereich zu stapeln, was in Fig. 7 dargestellt ist. Anschließend kann der Roboter 100 eine andersartig gestaltete Werkstückaufnahme WA mit zugehöriger Niederhalterplatte greifen und auf dem Werkstückträger WT aufsetzen.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, wird nach der Entnahme eines Werkstücks W aus der Werkstückaufnahme WA diese mit darauf aufgesetzter Niederhalterplatte 86 durch das zweite Schienensystem zu der Aufgabestation A zurücktransportiert, das in der unteren Ebene der Bearbeitungsstationen B1, B2 und B3 angeordnet ist. Am Ende des Rücktransports ist die Werkstückaufnahme WA auf den Laufschienenabschnitten LA der Aufgabestation A angeordnet und kann mit Hilfe des Hubrahmens 50 linear nach oben verfahren werden, bis die Laufschienenabschnitte LA der Aufgabestation A die gleiche Höhe wie die oberen

Laufschienenabschnitte L1, L2 der Bearbeitungsmodule B1 bis B3 erreicht haben. Um anschließend die Niederhalterplatte vor einem Einlegen eines neuen Werkstücks von der Werkstückaufnahme WA abzuheben, ist in der Aufgabestation A ein weiterer Hubrahmen 51 (Fig. 2) vorgesehen, der über die vertikalen Zahnschienen 54 in einer Linearbewegung abgesenkt werden kann und mit dem die Niederhalterplatte 86 von der Werkstückaufnahme WA abgehoben und anschließend wieder aufgesetzt werden kann.

Mit der vorstehend beschriebenen Fertigungsline ist folgendes Bearbeitungsverfahren möglich:

Zunächst kann in der Aufgabestation A beispielsweise von einer Bedienperson ein Werkstück W in die Werkstückaufnahme WA eingelegt werden, die sich auf einem Werkstückträger WT befindet, und die von dem Hubrahmen 50 in ihre obere Endposition bewegt worden ist. Anschließend kann der obere Hubrahmen 51 mit einer daran befindlichen Niederhalterplatte 86 auf die Werkstückaufnahme WA abgesenkt und mit dieser gekoppelt werden, woraufhin die obere Hubplatte 51 wieder angehoben wird.

Mit Hilfe der Transporteinrichtung kann die derart beladene Werkstückaufnahme WA anschließend auf das erste Bearbeitungsmodul B1 gezogen werden, indem der Werkstückträger WT, auf dem sich die Werkstückaufnahme WA befindet, auf die Laufschienen L1, L2 des ersten Bearbeitungsmoduls B1 gezogen wird.

Anschließend wird der Werkstückträger WT mit einer nicht näher dargestellten Verriegelungseinrichtung blockiert, so dass er sich nicht mehr in oder entgegen der Transportrichtung bewegt, woraufhin das Werkstück W mit Hilfe der an den Robotern 12 angebrachten Ultraschallwerkzeuge 13 bearbeitet werden kann.

Gleichzeitig kann in der Aufgabestation A eine weitere Werkstückaufnahme WA mit einem Werkstück versehen und mit einer Niederhalterplatte 86 fixiert werden.

Im nächsten Takt kann die Werkstückaufnahme WA von der Bearbeitungsstation B1 zu der Bearbeitungsstation B2 transportiert werden, wobei gleichzeitig eine weitere Werkstückaufnahme WA von der Aufgabestation A zu der Bearbeitungsstation B1 transportiert wird. Nachdem das erste Werkstück in der Bearbeitungsstation B2 und

in der Bearbeitungsstation B3 passend bearbeitet worden ist, wird der zugehörige Werkstückträger WT von der Transporteinrichtung auf die Entnahmestation E geschoben. Dort kann dann mit Hilfe des Roboters 100 das Werkstück W in einer linearen Hubbewegung aus der Werkstückaufnahme WA entnommen und an einer Zielposition abgelegt werden. Nachdem der Roboter 100 die Niederhalterplatte 86 wieder auf die zugehörige Werkstückaufnahme WA aufgelegt hat, wird diese mit dem Werkstückträger WT verriegelt und diese Einheit wird anschließend mit Hilfe des Hubrahmens 40 auf das Niveau des unteren Schienensystems L3, L4 abgesenkt, so dass die untere Transporteinrichtung den Werkstückträger WT taktweise wieder bis zu der Aufgabestation A transportieren kann.

Während des vorgenannten Zyklus wird jede Werkstückaufnahme WA in jeder Station mittels RFID detektiert, so dass die zentrale Prozesssteuerung zu jedem Zeitpunkt weiß, an welchem Ort sich welches Werkstück W befindet. Die einzelnen Werkstückaufnahmen WA werden nur in der Aufgabestation A und der Entnahmestation E mit einer Energieversorgung (Druckluft und/oder elektrische Energie) gekoppelt, um Stellelemente, Greifer, Sensoren und dergleichen zu aktivieren.

### Patentansprüche

1. Fertigungslinie zum Bearbeiten von Werkstücken (W) mittels Ultraschall, umfassend eine Aufgabestation (A), mehrere Bearbeitungsstationen (B1, B2, B3) und eine Entnahmestation (E) , wobei an zumindest einer Bearbeitungsstation (B1, B2) zumindest ein Roboter (12) mit einem Ultraschallwerkzeug (13) vorgesehen ist, und wobei eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit der Werkstückträger (WT) automatisiert von der Aufgabestation (A) zu der Entnahmestation (E) und wieder zurück transportiert werden, wobei die Transporteinrichtung zwei übereinander angeordnete Schienensysteme mit jeweils zwei parallelen Laufschienen (L1, L2; L3, L4) umfasst, auf denen die Werkstückträger (WT) alle Bearbeitungsstationen (B1, B2, B3) durchlaufen.
  
2. Fertigungslinie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückträger (WT) mittels Formschluss auf den Laufschienen (L1, L2; L3, L4) gehalten sind.
  
3. Fertigungslinie nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schienensysteme zwischen zwei benachbarten Stationen unterbrochen sind, insbesondere über eine Strecke von zumindest 50 mm, insbesondere zumindest 80 mm.
  
4. Fertigungslinie nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückträger (WT) mit zumindest drei insbesondere gleichmäßig beabstandeten Laufrollenpaaren versehen sind.

5. Fertigungsline nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Werkstückträger (WT) eine Werkstückaufnahme (WA) und ein mit dieser koppelbarer Niederhalter (86) vorgesehen ist.
6. Fertigungsline nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederhalter (86) ein Koppelement aufweist, mit dem ein Werkstück (W) mit dem Niederhalter (86) koppelbar ist.
7. Fertigungsline nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Aufgabestation (A) und in der Entnahmestation (E) jeweils eine Einrichtung (100) vorgesehen ist, die den Niederhalter (86) mit einer linearen Hubbewegung auf den Werkstückträger (WT) auflegt bzw. von dem Werkstückträger (WT) abnimmt.
8. Fertigungsline nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung einen Linearantrieb (60) aufweist, der mit Koppeleinrichtungen (62, 64) zum Ankoppeln von Werkstückträgern (WT) versehen ist.
9. Fertigungsline nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Koppeleinrichtungen (62, 64) an dem Linearantrieb (60) derart angebracht sind, dass zwei, oder optional drei, oder optional vier auf einem Schienensystem hintereinander befindliche Werkstückaufnahmen (WA) mit dem Linearantrieb (60) gekoppelt werden können.
10. Fertigungsline nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungsstationen (B1, B2, B3) als Module ausgebildet sind, die entlang der Transportrichtung der Werkstückträger (WT) gleiche Abmessungen besitzen.
11. Verfahren zum Bearbeiten von Werkstücken mittels Ultraschall in einer Fertigungsline, umfassend eine Aufgabestation, mehrere Bearbeitungsstationen

und eine Entnahmestation, wobei in der Aufgabestation ein Werkstück mit einem Werkstückträger gekoppelt wird, an zumindest einer Bearbeitungsstation mit einem von einem Roboter bewegten Ultraschallwerkzeug bearbeitet wird, und in der Entnahmestation von einem Roboter von dem Werkstückträger abgenommen wird, wobei der Werkstückträger auf einem Schienensystem von der Aufgabestation zu der Entnahmestation transportiert wird, und wobei das Werkstück bearbeitet wird, während sich der Werkstückträger auf dem Schienensystem befindet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstückträger während der Bearbeitung in jeder Bearbeitungsstation verriegelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass in der Aufgabestation ein Niederhalter entlang einer Geraden auf den Werkstückträger abgesenkt und mit diesem gekoppelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederhalter in der Entnahmestation zusammen mit einem daran gekoppelten Werkstück, insbesondere entlang einer Geraden, von dem Werkstückträger abgenommen und zu einer Zielposition bewegt wird, an der das Werkstück von dem Niederhalter gelöst wird, woraufhin der Niederhalter wieder auf den Werkstückträger aufgesetzt und zu der Aufgabestation transportiert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 – 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück für den Transport und die Bearbeitung in eine Werkstückaufnahme eingelegt wird, die mit dem Werkstückträger gekoppelt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme bei Abnahme des Werkstücks auf dem Werkstückträger verbleibt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme insbesondere durch einen Roboter in der Entnahmestation durch eine andersartige Werkstückaufnahme ausgetauscht wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 – 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme nur in der Aufgabestation und in der Entnahmestation mit einer Energieversorgung gekoppelt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 – 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme in jeder Station mittels RFID detektiert wird.
20. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass von einem Roboter im Bereich der Entnahmestation mehrere insbesondere verschiedenartige Werkstückaufnahmen gestapelt werden.

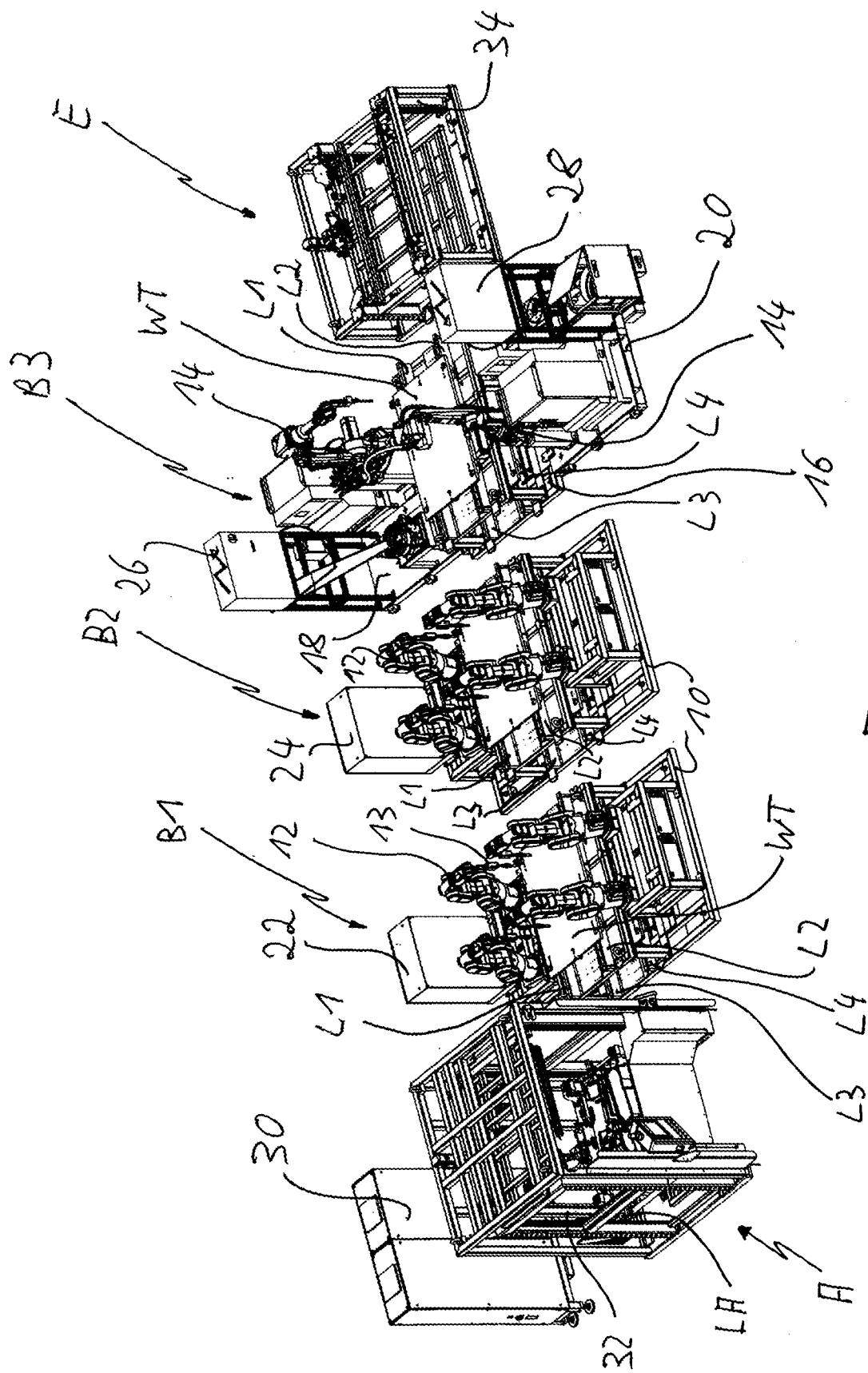


Fig. 1

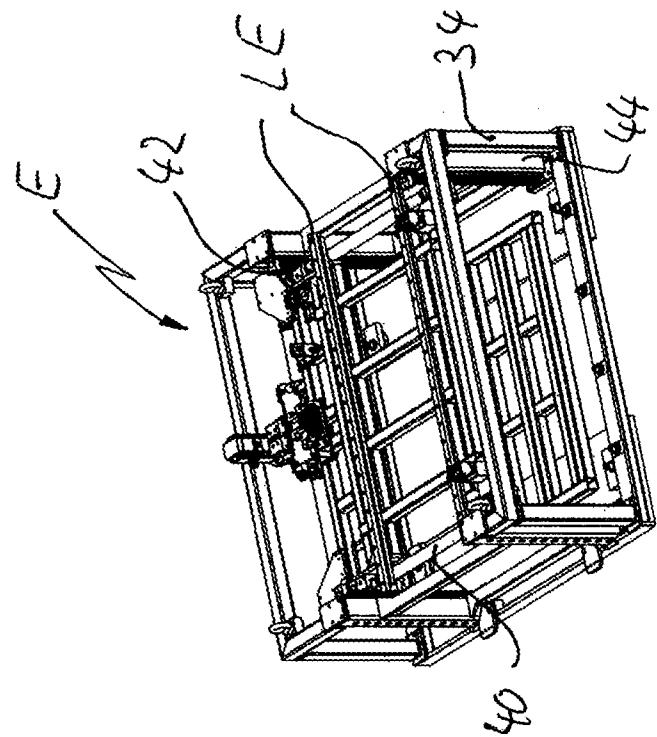


Fig. 3

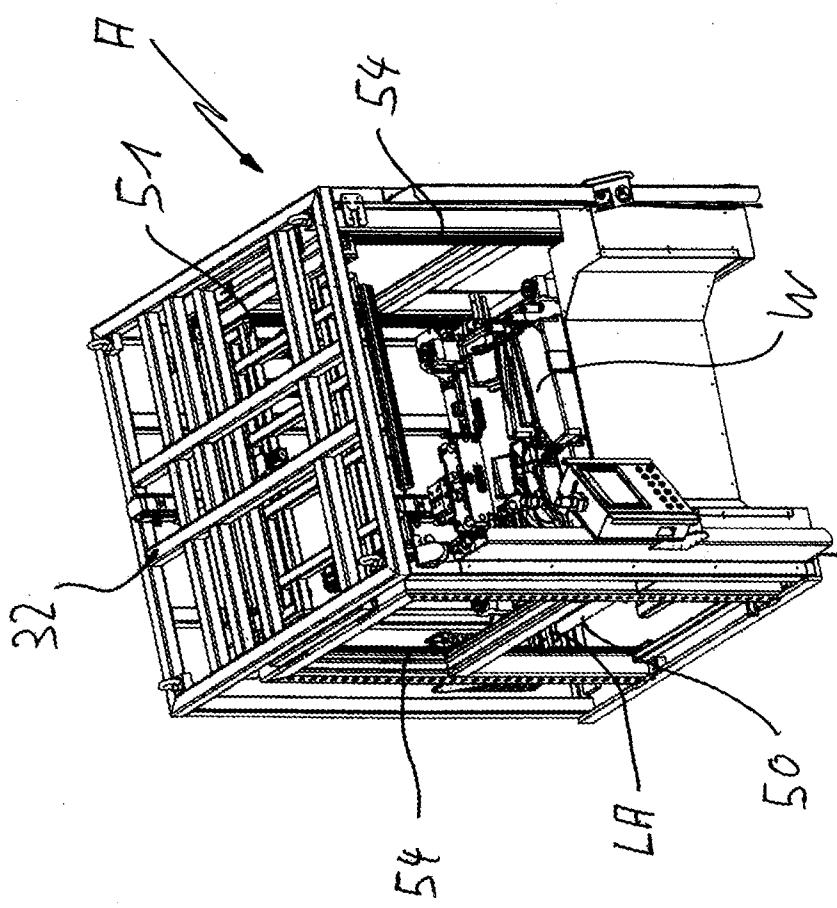
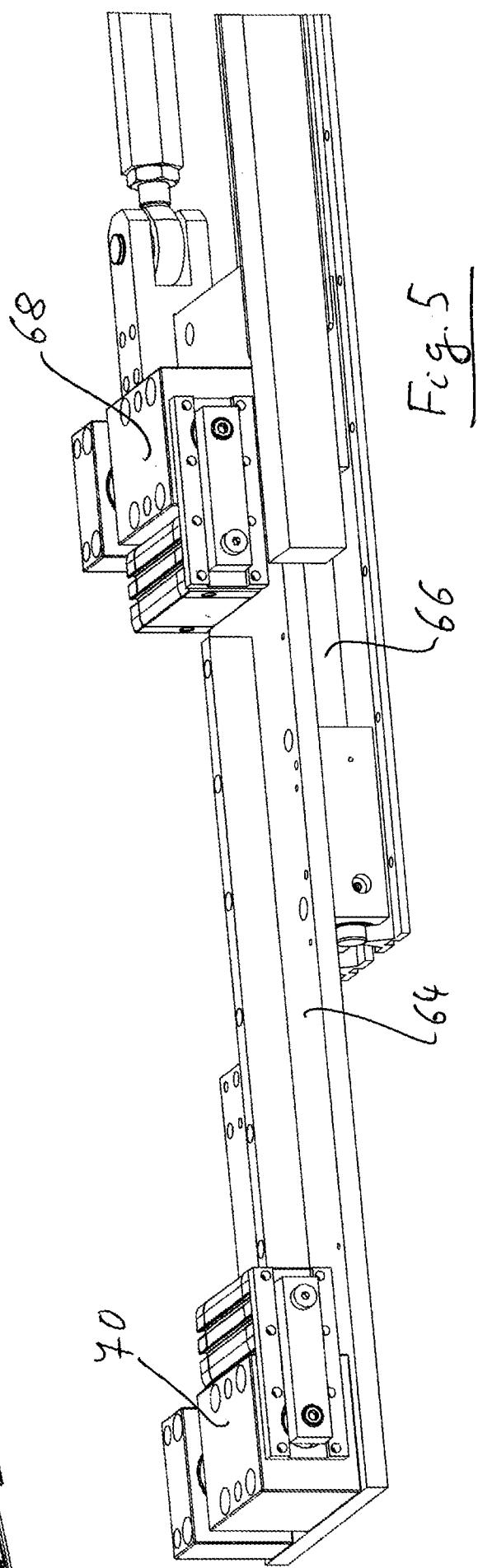
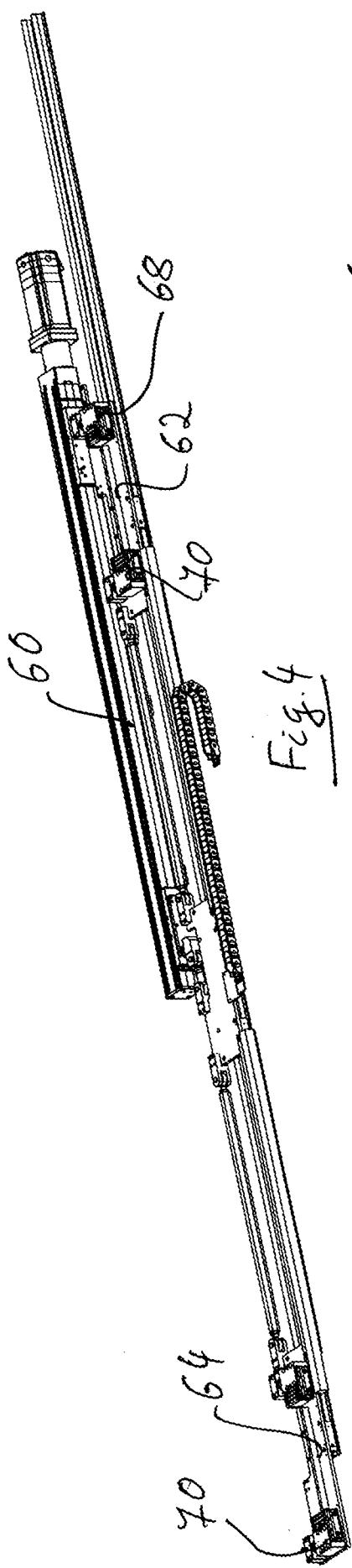


Fig. 2



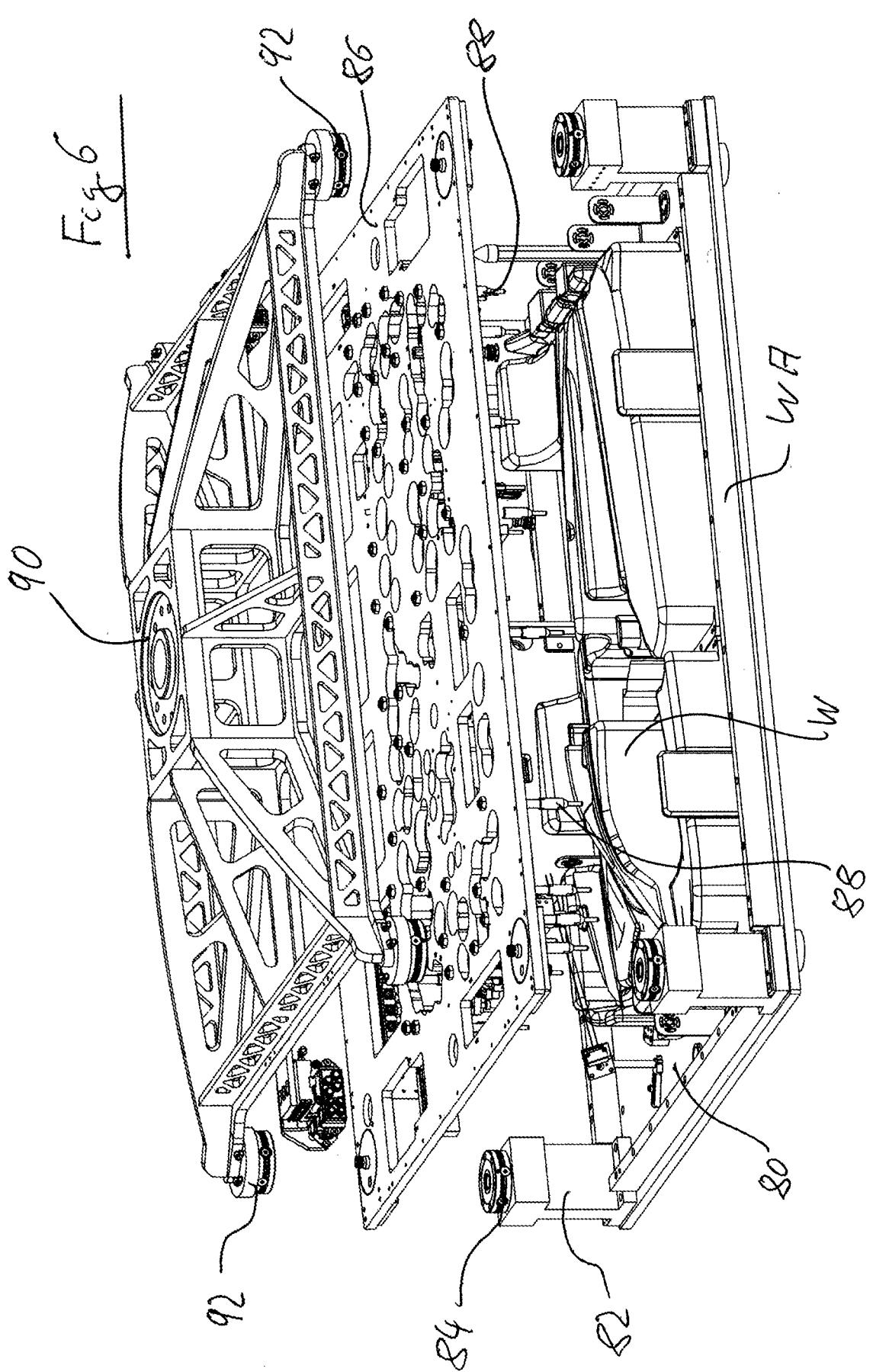


Fig. 7

