



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.11.2015 Patentblatt 2015/45**

(51) Int Cl.:  
**B24B 41/00 (2006.01) B24B 9/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15164904.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**MA**

(72) Erfinder:  
 • **Günther, Jochen**  
**33824 Werther (DE)**  
 • **Insalata, Fabio**  
**38114 Braunschweig (DE)**

(74) Vertreter: **Plöger, Jan Manfred**  
**Gramm, Lins & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte PartGmbH**  
**Theodor-Heuss-Strasse 1**  
**38122 Braunschweig (DE)**

(30) Priorität: **30.04.2014 DE 102014006225**

(71) Anmelder: **Waldemar Knittel Glasbearbeitungs GmbH**  
**38114 Braunschweig (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM BEARBEITEN EINER GLASSCHEIBE UND GLASSCHEIBENBEARBEITUNGSVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten einer Glasscheibe (26), bei dem die Glasscheibe (26) während einer spanenden Bearbeitung zumindest auch mittels eines Roboters (12) aufrecht gehalten wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: reibschlüssiges Befesti-

gen der Glasscheibe (26) an einem Linearförderer (28) und Bewegen der Glasscheibe (26) mittels des Roboters (12) und des Linearförderers (28), wobei der Roboter (12) und der Linearförderer (28) miteinander synchronisiert werden.

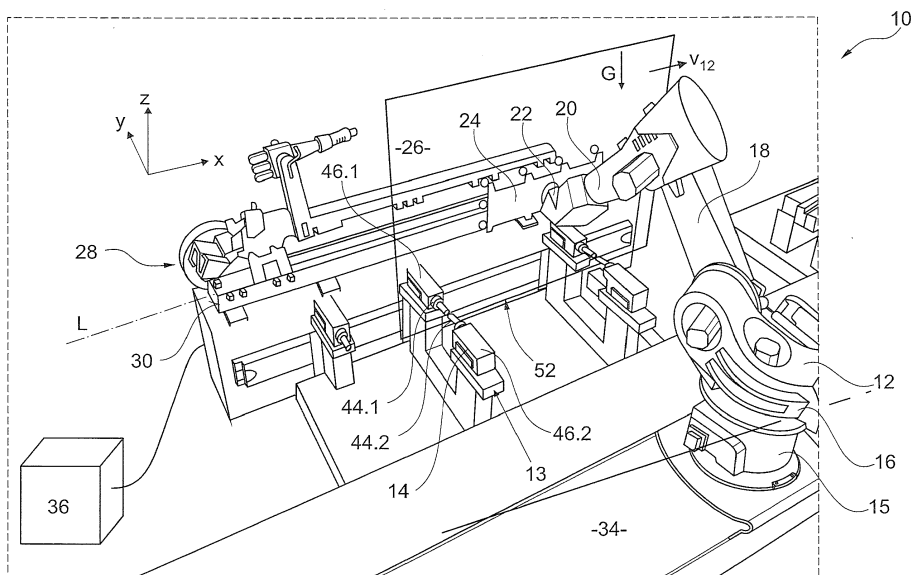


Fig. 1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten einer Glasscheibe. Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Glasbearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten einer Glasscheibe mit (a) einem Roboter und (b) zu-

mindest einer Bearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten der Glasscheibe.  
**[0002]** Bei der Fertigung von Glasscheiben müssen in der Regel eine Reihe an Fertigungsschritten durchgeführt werden. So muss zunächst ein Rohling aus einer Standard-Scheibe herausgebrochen werden. Dieser Rohling muss danach gegebenenfalls an den Kanten nachbearbeitet werden. In der Regel wird die Glasscheibe danach am Rand geschliffen und gesäumt und möglicherweise poliert. Nach dem Stand der Technik werden Glasscheiben von spezialisierten Automaten in Fließbandanordnung bearbeitet, die jeweils einen Arbeitsschritt durchführen, so dass eine hohe Produktivität erreicht werden kann.

**[0003]** Es hat sich jedoch herausgestellt, dass höchste Oberflächenqualitäten insbesondere in Bezug auf die Fläche der Glasscheibe, durch die hindurchgeblickt wird, auf diese Weise nur schlecht zu erreichen sind.

**[0004]** Aus der DE 10 2008 027 050 A1 und der US 7,056,191 B2 sind gattungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen zum automatischen Kantenschleifen von Glasplatten für die Fertigung von Solarmodulen bekannt, wobei die Glasplatte mittels eines Roboters gehalten und an einem Schleifaggregat vorbeigeführt wird. Nachteilig daran ist, dass eine Bearbeitung großer Glasscheiben oder das Bearbeiten der Kante mit mehreren Schleifvorrichtungen wenig prozesssicher ist.

**[0005]** Die US 6,099,385 beschreibt ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abtrennen überstehender Kunststoffreste eines laminierten Autofensters mittels Schleifscheiben. Auch dieses Verfahren ist für die Bearbeitung großer Glasscheiben oder das Bearbeiten der Kante mit mehreren Schleifvorrichtungen wenig geeignet.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Oberflächenqualität und Fertigungsgeschwindigkeit bei der Fertigung von Glasscheiben zu verbessern.

**[0007]** Die Erfindung löst das Problem durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1. Gemäß einem zweiten Aspekt löst die Erfindung das Problem durch eine Glasbearbeitungsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 3.

**[0008]** Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass mehrere spanende Bearbeitungsschritte nacheinander durchgeführt werden können, ohne dass der Roboter die Scheibe loslassen muss. Das führt dazu, dass bei der spanenden Bearbeitung entstehende Glas- oder Diamantpartikel kaum zwischen zwei sich relativ zueinander zu bewegende Komponenten der Glasbearbeitungsmaschine gelangen können, was die Bildung von Kratzern vermeidet. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass beim Umspannen der Glasscheiben, das bei der Fertigung nach dem Stand der Technik unvermeidlich ist, auch bei gründlichem Waschen der Glasscheibe Glas- oder Diamantpartikel zwischen die Glasscheibe und die Haltevorrichtung gelangen und kleine Kratzer hervorrufen können. Da bei der Erfindung auf ein Umspannen verzichtet werden kann, können auf diese Weise keine Kratzer mehr entstehen.

**[0009]** Auch ist vorteilhaft, dass eine Bearbeitung, bei der nur wenige Aggregate eingesetzt werden müssen, schneller durchführbar ist als bei Verwendung einer Fließbandfertigung.

**[0010]** Vorteilhaft an der Erfindung ist zudem, dass durch das aufrechte Halten der Glasscheibe etwaig eingesetzter Kühlschmierstoff leicht nach unten ablaufen kann. Auf diese Weise haften besonders wenige potentiell Kratzer verursachende Partikel an der Glasscheibe. Zudem kommt es zu keiner oder nur einer geringen Durchbiegung, was die Bruchwahrscheinlichkeit deutlich verringert.

**[0011]** Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter einer spanenden Bearbeitung die Bearbeitung gemäß DIN 8589 verstanden, wobei es sich vorzugsweise um ein Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide, insbesondere ein Schleifen, handelt.

**[0012]** Unter einem Roboter wird insbesondere eine positionierende Maschine mit zumindest fünf, vorzugsweise sechs, besonders bevorzugt sieben Achsen verstanden. Besonders günstig ist es, wenn zumindest eine dieser Achsen eine Linearachse ist, mittels der der Roboter in einer Längsrichtung bewegbar ist. Mittels eines Roboters kann die Glasscheibe auf eine vorgegebene Position im Raum positioniert werden. Unter der Position wird dabei die Gesamtheit aus der Lage und der Neigung verstanden, wobei die Lage durch drei kartesische Koordinaten beschreibbar ist und die Neigung durch ein, zwei oder drei Winkel bezüglich des Koordinatensystems.

**[0013]** Unter dem Merkmal, dass die Glasscheibe aufrecht gehalten wird, wird insbesondere verstanden, dass die Glasscheibe mit der Vertikalen einen Winkel von höchstens 45°, insbesondere höchstens 20°, bevorzugt höchstens 10°, bildet. Der Winkel wird berechnet als der Winkel zwischen der Ebene, entlang der sich die Glasscheibe erstreckt einerseits und der Lotrechten andererseits. Der Winkel sollte betragsmäßig möglichst klein sein.

**[0014]** Bevorzugt ist der Roboter eingerichtet zum reibschlüssigen Halten der Glasscheibe. In anderen Worten wird die Glasscheibe - beispielsweise von einem Saugelement - gehalten, das vom Rand der Glasscheibe beabstandet angeordnet ist. Vorzugsweise liegt die Glasscheibe im Wesentlichen nicht auf einem Teil des Roboters auf, worunter zu verstehen ist, dass es zwar möglich ist, dass die Glasscheibe auf einem Teil des Roboters aufliegt, dass aber zumindest 85% der Gewichtskraft der Glasscheibe über eine reibschlüssige Verbindung aufgenommen wird.

**[0015]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Glasscheibe zum spanenden Bearbeiten mittels des Roboters an einer stehenden Bearbeitungsvorrichtung entlang bewegt. Hierunter ist zu verstehen, dass die Bearbei-

tungsvorrichtung als Einheit am Platze bleibt, wobei sich Teile der Bearbeitungsvorrichtung bewegen selbstverständlich können.

**[0016]** Bei der Bearbeitungsvorrichtung handelt es sich beispielsweise um eine Schleifvorrichtung, eine Poliervorrichtung oder eine Wasserstrahl-Schneidvorrichtung. Es ist möglich, nicht aber notwendig, dass der Roboter allein die Relativbewegungen zwischen der Glasscheibe und der Bearbeitungsvorrichtung bewirkt. Es ist auch möglich, dass sich zusätzlich zum Roboter auch die Bearbeitungsvorrichtung bewegt.

**[0017]** Vorzugsweise weist der Linearförderer ein erstes umlaufendes Fördererelement und ein zweites umlaufendes Fördererelement auf, wobei die Glasscheibe zwischen den beiden Fördererelementen reibschlüssig befestigt, insbesondere geklemmt wird. Das reibschlüssige Befestigen kann ein Klemmen oder auch ein Ansaugen sein.

**[0018]** Unter dem Merkmal, dass der Roboter und der Linearförderer miteinander synchronisiert werden, wird insbesondere verstanden, dass der Roboter und der Linearförderer die Glasscheibe mit der gleichen Geschwindigkeit transportieren. Unter der gleichen Geschwindigkeit wird dabei insbesondere verstanden, dass geringe Geschwindigkeitsunterschiede möglich sind, diese aber so gering sind, dass es zu keiner Relativbewegung zwischen der Glasscheibe und dem Halteelement des Roboters und/oder der Glasscheibe und den Fördererelementen im Kontaktpunkt zwischen beiden kommt.

**[0019]** Insbesondere hält überwiegend der Roboter die Scheibe, das heißt er nimmt zumindest 50% der Gewichtskraft der Glasscheibe auf, wobei der Linearförderer die Glasscheibe so führt, dass sie auch beim Einwirken der bei der spanenden Bearbeitung wirkenden Prozesskräfte hinreichend genau relativ zu der Bearbeitungsvorrichtung positioniert ist. Vorzugsweise hält der Roboter zumindest 80% der Gewichtskraft, insbesondere zumindest 90%. In der Regel hält der Roboter die Scheibe allein, das heißt, dass er 100% der Gewichtskraft aufnimmt.

**[0020]** Vorzugsweise erfolgt die Bearbeitung an einer Unterkante der Glasscheibe. Das hat den Vorteil, dass Kühlschmierstoff und/oder Späne nach unten fallen und den Rest der Glasscheibe wenig verschmutzen können. Vorzugsweise ist die Glasscheibe benachbart zu ihrer Unterkante am Linearförderer befestigt.

**[0021]** Vorzugsweise umfasst die Bearbeitungsvorrichtung zumindest eine Schleifvorrichtung zum Schleifen einer Kante der Glasscheibe und zumindest eine Poliervorrichtung zum Polieren der Kante der Glasscheibe. Vorzugsweise sind die zumindest eine Schleifvorrichtung und die zumindest eine Poliervorrichtung nebeneinander zum Schleifen und Polieren in einem Durchlauf entlang des Linearförderers angeordnet. Bevorzugt umfasst die Schleifvorrichtung eine Fasenschleifvorrichtung zum Anfassen der Glasscheibe und/oder zum Gerade-Schleifen der Kante.

**[0022]** Insbesondere weist die Bearbeitungsvorrichtung mehrere Schleifvorrichtungen und mehrere Poliervorrichtungen auf. Das hat den Vorteil, dass eine gerade Kante der Glasscheibe dadurch endbearbeitet werden kann, dass die Glasscheibe mittels des Roboters, vorzugsweise mittels des Roboters und des Linearförderers, entlang der zumindest einen Schleifvorrichtung und der zumindest einen Poliervorrichtung bewegt wird. Bei Verwendung eines Linearförderers werden beim Schleifen und Polieren auftretende Schwingungen aufgenommen, so dass eine hohe Bearbeitungsqualität erreicht wird.

**[0023]** Vorzugsweise umfasst die Glasbearbeitungsvorrichtung eine Schiene, wobei der Roboter auf der Schiene bewegbar ist. Das ermöglicht es, den Roboter mit einem relativ kurzen Arm auszustatten und dennoch lange Kanten einer Glasscheibe bearbeiten zu können. Eine Linearachse des Roboters wird dabei als eine Schiene enthaltend betrachtet.

**[0024]** Vorzugsweise umfasst die Glasbearbeitungsvorrichtung zumindest einen zweiten Roboter, der auf der gleichen Schiene bewegbar geführt ist wie der erste Roboter. Das erhöht die erreichbare Produktivität. Günstig ist es, wenn die Schiene zumindest eine geschlossene Bahn bildet. Das ermöglicht es, die Roboter entlang der geschlossenen Bahn in stets der gleichen Durchlaufrichtung zu fahren. So kann mit der Bearbeitung einer zweiten Glasscheibe begonnen werden, wenn die erste Glasscheibe noch bearbeitet wird, ohne dass die Glasscheibe von einem der Roboter auf einen anderen Roboter oder eine weitere Handhabungsvorrichtung übergeben werden müsste.

**[0025]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Glasbearbeitungsvorrichtung eine Bohrschleifvorrichtung auf, die eine Spindel, die eine Einkoppelstruktur besitzt, einen Satz an Werkzeugköpfen und einen Greifer aufweist, wobei jeder Werkzeugkopf einen Zentrierkonus und eine Koppelstruktur zum formschlüssigen Zusammenwirken mit der Einkoppelstruktur besitzt und zum magnetischen Koppeln mit der Spindel ausgebildet ist und wobei der Greifer Halterollen besitzt, die drehbar gelagert sind und mittels derer ein Werkzeugkopf bezüglich einer Bewegung in axialer Richtung des Werkzeugkopfs haltbar ist. Besonders bevorzugt hat diese Glasbearbeitungsvorrichtung zusätzlich die oben genannten Eigenschaften.

**[0026]** Ein unabhängiger Gegenstand der Erfindung ist eine Glasbearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten einer Glasscheibe, mit (a) einem Roboter, (b) zumindest einer Bearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten der Glasscheibe und (c) einer Bohrschleifvorrichtung, die (i) eine Spindel, die eine Einkoppelstruktur besitzt, (ii) einen Satz an Werkzeugköpfen, wobei jeder Werkzeugkopf einen Zentrierkonus und eine Koppelstruktur zum formschlüssigen Zusammenwirken mit der Einkoppelstruktur besitzt und zum magnetischen Koppeln mit der Spindel ausgebildet ist, und (iii) einen Greifer aufweist, der Halterollen besitzt, die drehbar gelagert sind und mittels derer ein Werkzeugkopf bezüglich einer Bewegung in axialer Richtung des Werkzeugkopfs haltbar ist. Die in dieser Beschreibung enthaltenen vorteilhaften Merkmale, die

in Bezug auf andere Glasbearbeitungsvorrichtungen beschrieben sind, sind auch für diese Erfindung vorteilhaft.

**[0027]** Vorteilhaft an einer derartigen Bohrschleifvorrichtung, bei der es sich um eine spezielle Schleifvorrichtung handelt, ist, dass die Werkzeugköpfe auf einfache Weise gewechselt werden können. Vorteilhaft ist zudem der einfache Aufbau der Werkzeugköpfe, der sie sehr robust macht.

**[0028]** Besonders bevorzugt sind die Einkoppelstruktur und die Koppelstruktur so ausgebildet, dass bei einem Bewegen von Werkzeugkopf und Spindel in axialer Richtung bezüglich einer Drehachse der Spindel aufeinander zu entweder der Werkzeugkopf und die Spindel ohne Drehung um die Drehachse formschlüssig miteinander koppeln oder ein Drehmoment erzeugt wird, so dass der Werkzeugkopf sich um die Drehachse dreht und der Werkzeugkopf danach mit der Spindel koppelt. Das wird beispielsweise dadurch erreicht, dass die Koppelstruktur und/oder die Einkoppelstruktur eine Fase aufweisen und in einer Ebene senkrecht zur Drehachse einen so großen Krümmungsradius hat, dass der jeweilige Gegenstand außer in theoretischen Grenzfällen stets auf eine Flanke trifft, so dass ein Drehmoment bezüglich einer Drehung um die Drehachse erzeugt wird.

**[0029]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform haben die Einkoppelstruktur und/oder die Koppelstruktur eine Quasi-Drehsymmetrie. Hierunter ist zu verstehen, dass die Einkoppelstruktur und/oder die Koppelstruktur eine nur annähernd drehsymmetrische Gestalt haben. Beispielsweise hat nur die Einkoppelstruktur oder die Koppelstruktur eine Quasi-Drehsymmetrie und die jeweils andere Struktur eine strenge Drehsymmetrie. Das führt dazu, dass dann, wenn die Einkoppelstruktur und die Koppelstruktur zuerst miteinander in Kontakt kommen, fast immer eine Flanke von Einkoppelstruktur oder Koppelstruktur getroffen wird, so dass ein Drehmoment erzeugt wird. Kommen die Koppelstruktur und die Einkoppelstruktur so in Kontakt, dass sie nicht sofort ineinander greifen und kein Drehmoment erzeugt wird, entsteht ein Kippmoment um die Drehachse, wodurch die Koppelstruktur und die Einkoppelstruktur an einer zweiten Stelle miteinander in Berührung kommen. Aufgrund der Abweichung von der idealen Drehsymmetrie führt das dazu, dass an der zweiten Stelle zwei zueinander geneigte Flächen miteinander in Kontakt kommen, so dass das Drehmoment erzeugt wird.

**[0030]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Roboter eine Haltevorrichtung, wobei die Haltevorrichtung ein erstes Halteelement, das mittels eines Anschlusses am Roboter befestigt ist, zumindest ein erstes Saugelement aufweist, das über den Anschluss mit einem Fluiddruck zum Halten der Glasscheibe beaufschlagbar ist, und ein erstes Koppellement besitzt, und ein zweites Halteelement zum Befestigen am ersten Halteelement aufweist, wobei das zweite Halteelement zumindest ein zweites Saugelement besitzt, mittels dem die Glasscheibe gehalten werden kann, und ein zweites Koppellement hat, und mittels des zweiten Koppellements mit dem ersten Koppellement automatisch starr so verbindbar ist, dass das zweite Saugelement mittels des Fluids betätigbar ist. Es ergibt sich so ein in seinen Dimensionen veränderbarer Greifer.

**[0031]** Ein unabhängiger Gegenstand der Erfindung ist eine Glasbearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten einer Glasscheibe, mit (a) einem Roboter und (b) zumindest einer Bearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten der Glasscheibe, wobei der Roboter eine Haltevorrichtung aufweist, wobei die Haltevorrichtung ein erstes Halteelement, das mittels eines Anschlusses am Roboter befestigt ist, zumindest ein erstes Saugelement aufweist, das über den Anschluss mit einem Fluiddruck zum Halten der Glasscheibe beaufschlagbar ist, und ein erstes Koppellement besitzt, und ein zweites Halteelement zum Befestigen am ersten Halteelement aufweist, wobei das zweite Halteelement zumindest ein zweites Saugelement besitzt, mittels dem die Glasscheibe gehalten werden kann, und ein zweites Koppellement hat, und mittels des zweiten Koppellements mit dem ersten Koppellement automatisch starr so verbindbar ist, dass das zweite Saugelement mittels des Fluids betätigbar ist. Es ergibt sich so ein in seinen Dimensionen veränderbarer Greifer. Die in dieser Beschreibung enthaltenen vorteilhaften Merkmale, die in Bezug auf andere Glasbearbeitungsvorrichtungen beschrieben sind, sind auch für diese Erfindung vorteilhaft.

**[0032]** Der Halter ist vorteilhaft, weil die erfindungsgemäße Glasbearbeitungsvorrichtung vorzugsweise für die Herstellung von Glasscheiben bei sehr kleinen Losgrößen, insbesondere Losgröße 1, eingesetzt wird. Dabei ist es einerseits notwendig, jede Glasscheibe sicher zu halten. Andererseits sollte der Greifer nur an vom Rand der Glasscheibe beabstandeten Stellen angreifen, um eine Bearbeitung aller Kanten ohne Umgreifen zu ermöglichen. Durch die beschriebene Haltevorrichtung kann der Roboter vor der Bearbeitung einer jeden Glasscheibe den Greifer so modifizieren, dass er den Anforderungen optimal entspricht.

**[0033]** Wenn die beiden Koppellemente miteinander verbunden sind, sind die Halteelemente so starr miteinander verbunden, dass die Last der Glasscheibe, die vom zweiten Halteelement aufgenommen wird, über das erste Halteelement in den Arm des Roboters, der das erste Halteelement hält, eingeleitet werden kann.

**[0034]** Unter dem Merkmal, dass das Saugelement mit einem Fluiddruck beaufschlagbar ist, wird insbesondere verstanden, dass ein Überdruck oder ein Unterdruck anlegbar ist. Bei dem Saugelement kann es sich um einen Vakuumsauger handeln, der die Glasscheibe mittels des zumindest einen Saugelements ansaugt und so hält. Dieser Unterdruck kann dadurch erzeugt sein, dass über den Anschluss ein Unterdruck angelegt wird. Es ist aber auch möglich, dass über den Anschluss ein Überdruck angelegt wird, beispielsweise mittels Druckluft, und dass der Unterdruck mittels einer Venturi-Düse erzeugt wird.

**[0035]** Unter dem Merkmal, dass das zweite Saugelement mittels des Fluiddrucks betätigbar ist, wird insbesondere

verstanden, dass das erste Halteelement und das zweite Halteelement so mittels der Koppelemente verbindbar sind, dass das Vakuum zum Betätigen der Saugelemente vom ersten Halteelement zum zweiten Halteelement übertragbar ist. So ist zumindest das erste Koppelement vorzugsweise ausgebildet zum Öffnen einer Vakuumleitung, wenn das zweite Koppelement angekoppelt ist, und zum Verschließen dieser Vakuumleitung, wenn das zweite Koppelement nicht angeschlossen ist. So ist es ausreichend, über den Anschluss am Roboter ein Vakuum zuzuführen, mittels dem sowohl das erste Saugelement als auch das zweite Saugelement betätigt werden können.

**[0036]** Jedes der Saugelemente kann aus mehreren Teil-Saugelementen aufgebaut sein, um die Saugkraft und die Griffsicherheit der Haltevorrichtung zu erhöhen.

**[0037]** Besonders bevorzugt besitzt die Haltevorrichtung zumindest ein drittes Halteelement, das zumindest ein drittes Saugelement aufweist, mittels dem die Glasscheibe gehalten werden kann, und das ein drittes Koppelement besitzt, wobei das dritte Koppelement mit dem ersten Koppelement und/oder dem zweiten Koppelement automatisch starr verbindbar ist, sodass das dritte Saugelement mittels des Fluids betätigbar ist.

**[0038]** Vorzugsweise besitzt die Glasbearbeitungsvorrichtung zumindest ein viertes Halteelement, das zumindest ein viertes Saugelement aufweist, mittels dem die Glasscheibe gehalten werden kann, und das ein viertes Koppelement besitzt, wobei das vierte Koppelement mit dem ersten Koppelement und/oder dem zweiten Koppelement und/oder dem dritten Koppelement automatisch starr so miteinander verbindbar ist, dass das dritte Saugelement mittels des Fluids betätigt ist.

**[0039]** Besonders günstig ist es, wenn das erste Halteelement zumindest ein weiteres Koppelement aufweist, und insbesondere zwei, drei, vier oder mehr Koppelemente besitzt. Auf diese Weise kann das zweite Halteelement und - sofern vorhanden - weitere Halteelemente an mehreren Positionen angekoppelt werden, was die Konfigurierbarkeit der Haltevorrichtung erhöht.

**[0040]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 eine perspektivische Teil-Ansicht einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung,

Figur 2 eine perspektivische Teil-Ansicht einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform,

Figur 3 einen Linearförderer der erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung in einer Stirnansicht,

Figur 4 die Bearbeitungsvorrichtung der Glasbearbeitungsvorrichtung Figur 2 in einer Seitenansicht,

Figur 5 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung,

Figur 6 in den Teilbildern 4a, 4b und 4c Ansichten von Werkzeugköpfen einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung und im Teilbild 4d einen Greifer zum Wechseln von Werkzeugköpfen,

Figur 7 einen Greifer einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung,

Figur 8 eine Haltevorrichtung einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung und

Figur 9 die Haltevorrichtung gemäß Figur 8 mit einem zusätzlichen Halteelement.

**[0041]** Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Glasbearbeitungsvorrichtung 10, die einen Roboter 12 und eine erste Bearbeitungsvorrichtung 14 aufweist. Der Roboter 12 besitzt einen Sockel 15, einen am Sockel 15 befestigten Grundkörper 16, einen ersten Arm 18, der am Grundkörper 16 schwenkbar befestigt ist, einen zweiten Arm 20, der am ersten Arm 18 befestigt ist und einen Kopf 22, der am zweiten Arm 20 angebracht ist. Der Roboter 12 umfasst eine Haltevorrichtung 24 in Form eines Sauggreifers zum kraftschlüssigen Halten einer Glasscheibe 26.

**[0042]** Figur 1 zeigt, dass die erste Bearbeitungsvorrichtung 14 eine Bohrschleifvorrichtung 13 umfasst, die zwei von gegenüberliegenden Seiten angreifende Werkzeugköpfe 44.1, 44.2 in Form von Bohrschleifköpfen aufweist. Jeder Werkzeugkopf 44 (Bezugszeichen ohne Zähler suffix beziehen sich auf alle entsprechenden Objekte) ist mittels einer Spindel 46.1 bzw. 46.2 drehangetrieben und wird so zugestellt, dass die resultierende Kraft auf die Glasscheibe 26 minimiert wird.

**[0043]** Figur 2 zeigt eine perspektivische Teil-Ansicht einer erfindungsgemäßen Glasbearbeitungsvorrichtung 10 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Die Bearbeitungsvorrichtung 14 umfasst eine erste Schleifvorrichtung 48, im vorliegenden Fall in Form eines Bandschleifers, und eine zweite Schleifvorrichtung 50 umfasst, die zum Bearbeiten einer Unterkante 52 der Glasscheibe 26 angeordnet sind. Die Bearbeitungsvorrichtung 14 umfasst zudem weitere Schleifvorrichtungen, die in der Ansicht gemäß Figur 2 nicht vollständig sichtbar sind.

**[0044]** Die Glasbearbeitungsvorrichtung 10 weist einen Linearförderer 28 auf, der ein erstes umlaufendes Fördererelement 30 in Form einer Druckkette besitzt. Gegenüber dem ersten Fördererelement 30 ist ein zweites Fördererelement 32 angeordnet. Mittels der beiden Fördererelemente 30, 32 kann die Glasscheibe 26 durch Klemmen gehalten und/oder bezüglich einer horizontalen Ebene H fixiert werden. Es ist zu erkennen, dass die erste Bearbeitungsvorrichtung 14 unterhalb der Fördererelemente 30, 32 angeordnet ist.

**[0045]** Die Glasbearbeitungsvorrichtung 10 weist eine Schiene 34 auf, auf der der Roboter 12 bewegbar geführt ist. Dazu ist im vorliegenden Fall der Sockel 15 an der Schiene 34 geführt. Bei dem Roboter 12 handelt es sich um einen Sieben-Achs-Roboter, dessen siebte Achse die Schiene 34 ist. Im vorliegenden Fall verläuft die Schiene 34, was eine bevorzugte Ausführungsform darstellt, parallel zu einer Längsrichtung L des Linearförderers 28. Diese Längsrichtung L ist diejenige Richtung, in die die Glasscheibe 26 vom Linearförderer 28 gefördert wird.

**[0046]** Der Roboter 12 und der Linearförderer 28 sind miteinander synchronisiert. Im vorliegenden Fall erfolgt das dadurch, dass der Roboter 12 und der Linearförderer 28 mit einer Ansteuereinheit 36 per Kabel oder per Funk verbunden sind. Zum Einfädeln der Glasscheibe 26 zwischen die beiden Fördererelemente 30, 32 hält der Roboter 12 die Glasscheibe 26 aufrecht und bewegt sie mit einer vorgegebenen Scheibengeschwindigkeit  $v_{12}$  zwischen die beiden Fördererelemente 30, 32, die mit einer Fördergeschwindigkeit  $v_{28}$  bewegt werden. Die Fördergeschwindigkeit  $v_{28}$  wird so voreingestellt, dass sie der Scheibengeschwindigkeit  $v_{12}$  entspricht.

**[0047]** Sind die beiden Geschwindigkeiten  $v_{12}$  und  $v_{28}$  nicht gleich, so entsteht eine Kraft, die zwischen dem Roboter 12 und dem Linearförderer 28 wirkt. Diese wird mit einer Kraftmessvorrichtung gemessen. Beispielsweise kann die Kraftmessvorrichtung das Drehmoment messen, mit dem zumindest eines der Fördererelemente 32, 32 angetrieben ist. Weicht dieses Drehmoment um mehr als einen vorgegebenen Toleranzwert von einem vorgegebenen Soll-Wert ab, so ist dies ein Hinweis auf eine zwischen dem Roboter 12 und dem Linearförderer 28 wirkende Kraft. Aus der Größe und dem Vorzeichen dieser Kraft kann auf die Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta v = v_{12} - v_{28}$  geschlossen werden und entweder der Linearförderer 28 oder der Roboter 12 so angesteuert werden, dass diese Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta v$  vermindert wird.

**[0048]** Die Glasscheibe 26 hat eine Gewichtskraft G, die im vorliegenden Fall zu 100% vom Roboter 12 aufgenommen wird. Der Linearförderer 28 kann zwar einen Teil der Gewichtskraft aufnehmen, besonders günstig ist aber, wenn der Linearförderer 28 lediglich der seitlichen Stabilisierung dient, im vorliegenden Fall also einer Stabilisierung in der x-y-Ebene.

**[0049]** Figur 3 zeigt eine Stirnansicht auf den Linearförderer 28. Zu erkennen sind ein erster Motor 38 im vorliegenden Fall in Form eines Getriebemotors zum Antreiben des ersten Fördererelements 30 und ein zweiter Motor 40 zum Antreiben eines zweiten Fördererelements 32. Beide Motoren 38, 40 sind mit der Ansteuereinheit 36 (siehe Figur 1) verbunden und drehzahlvariabel, so dass die Fördergeschwindigkeit  $v_{28}$  einstellbar ist.

**[0050]** Das erste Fördererelement 30 besitzt eine Vorspanneinheit 42, mittels der eine Spannkraft, die die Fördererelemente auf die Glasscheibe ausüben, eingestellt werden kann. Auf diese Weise können auch Glasscheiben unterschiedlicher Dicken verarbeitet werden.

**[0051]** Figur 4 zeigt eine erweiterte Bearbeitungsvorrichtung 14, die zudem eine erste Poliervorrichtung 54, eine zweite Poliervorrichtung 56 sowie eine Feinpoliervorrichtung 58 und eine Feinstpoliervorrichtung 60 besitzt. Wird die Glasscheibe 26 einmal mit der Scheibengeschwindigkeit  $v_{12}$  entlang der Bearbeitungsvorrichtung 14 geführt, ist die Unterkante 52 endbearbeitet. Figur 4 zeigt zudem eine Zustelleinheit 62, mittels der ein Spalt zwischen den beiden Fördererelementen 30, 32 (vgl. Figur 3) einstellbar ist. Mit den Vorrichtungen 54, 56, 58, 60, 62 wird die Unterkante 52 bearbeitet.

**[0052]** Die erste Schleifvorrichtung 48 und die zweite Schleifvorrichtung 50 gehören zu einer Saumbearbeitungsvorrichtung, mittels der die Glasscheibe gefast wird. Zur Saumbearbeitungsvorrichtung gehören zwei weitere Schleifvorrichtungen, die in Figur 4 nicht vollständig zu sehen sind.

**[0053]** Figur 5 zeigt eine Glasbearbeitungsvorrichtung 10, die zwei Roboter 12.1., 12.2 umfasst, die gemeinsam auf der Schiene 34 laufen. Die Bearbeitungsvorrichtung 14 umfasst eine erste Einheit 65.1, deren Aufbau in Figur 2 gezeigt ist, und eine zweite Einheit 65.2, die einen Aufbau wie in Figur 1 gezeigt haben kann. Zwischen den beiden Einheiten 65.1, 65.2 ist im vorliegenden Fall eine Übergabestation 63, auf der eine oder mehrere Glasscheiben 26 abgestellt werden können. So ist es möglich und im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass ein erster Roboter 12.1 eine Glasscheibe 26, beispielsweise von einem Lager 61, entnimmt mittels einer Ausrichteinheit 67 ausrichtet und danach der ersten Einheit 65.1 der Bearbeitungsvorrichtung 14 zuführt. Dort wird zumindest eine, insbesondere alle Kanten, der Glasscheibe 26 bearbeitet. Nachfolgend stellt der erste Roboter 12.1 die Glasscheibe auf der Übergabestation 63 ab. Der zweite Roboter 12.2 greift die Glasscheibe 26 und führt sie der zweiten Einheit 65.2 der Bearbeitungsvorrichtung 14 zu.

**[0054]** Es ist aber auch möglich, dass der erste Roboter 12.1 die Glasscheibe zunächst der ersten Einheit 65.1 und danach der zweiten Einheit 65.2 zuführt.

**[0055]** Abweichend von der in Figur 5 gezeigten Ausführungsform ist es möglich, dass die Schiene 34 eine geschlossene Schleife bildet, so dass die beiden Roboter 12.1, 12.2 jede Glasscheibe sowohl der ersten Einheit 65.1 als auch der zweiten Einheit 65.2 zuführen können und danach die Schleife zu Ende fahren, um erneut eine Glasscheibe bei-

spielsweise vom Lager 61 aufzunehmen. Figur 5 zeigt zudem, dass die Bohrschleifvorrichtung 13 zwei Bohrschleifeinheiten 13.1, 13.2 aufweist.

**[0056]** Figur 6 zeigt in seiner Teil-Figur 6a einen Spindelkopf 64 der Spindel 46.1 (vgl. Figur 1). Der Spindelkopf 46 besitzt eine Einkoppelstruktur 66, die im vorliegenden Fall eine sechszählige Drehsymmetrie aufweist. Eine Stirnfläche 68 der Koppelstruktur 66 besitzt eine Fase 70. Die Fase 70 verläuft geneigt zu einer Ebene E, die senkrecht zu einer Drehachse der Spindel 46.1 verläuft, entlang einer Kurve, deren Krümmungsradius größer ist als 1 mm. Das ermöglicht ein leichtes Einkoppeln.

**[0057]** Die Figuren 4b und 4c zeigen einen Werkzeugkopf 44, der einen Zentrierkegel 72 und eine Koppelstruktur 74 aufweist, die mit der Einkoppelstruktur 66 (Figur 6a) formschlüssig zusammenwirkt. Auf einer der Koppelstruktur 74 abgewandten Seite besitzt der Werkzeugkopf 44 einen Bearbeitungsabschnitt 76 zum Bearbeiten der Glasscheibe.

**[0058]** Figur 6c zeigt einen Querschnitt durch den Spindelkopf 64 und den Werkzeugkopf 44. Es ist zu erkennen, dass der Spindelkopf 46 an einer Spindelwelle 78 der Spindel befestigt ist, im vorliegenden Fall mittels einer Senkschraube 80.

**[0059]** Figur 7 zeigt einen Greifer 100, der Teil eines Werkzeugwechslers 102 (vgl. Figur 5) ist. Der Werkzeugwechsler 102 ist im vorliegenden Fall als Roboter ausgebildet und seinerseits Teil der Bohrschleifvorrichtung 13, die ihrerseits Bestandteil der Bearbeitungsvorrichtung 14 ist. Der Greifer 100 besitzt pro Greifeinheit 102 je drei Halterollen 104, von denen die Halterollen 104.1 und 104.2 in Figur 7 zu sehen sind. Die drei Halterollen 104 sind beispielsweise in äquidistanten Winkelschritten um eine Greifer-Längsachse  $L_{100}$  angeordnet, so dass die dritte Halterolle in der Schnittansicht gemäß Figur 7 nicht zu sehen ist.

**[0060]** Die Halterollen 104 sind um jeweilige Drehachsen D drehbar und weisen jeweils eine Nut 106 auf. Um eine leichte Drehbarkeit zu erreichen, sind die Halterollen 104 kugelgelagert. Die Nut 106 ist so ausgestaltet, dass ein Koppelvorsprung 108 des Werkzeugkopfs 44 formschlüssig gegriffen werden kann. Es kommt in anderen Worten zu einem Formschluss zwischen dem Koppelvorsprung 108 und der Nut 106. Im gekoppelten Zustand kann der Werkzeugkopf 44 durch eine Bewegung entlang der Greifer-Längsachse  $L_{100}$  von der schematisch gestrichelt eingezeichneten Spindel 46 abgezogen werden.

**[0061]** Die Halterollen 104 sind an jeweils einem Greiferarm 110 befestigt. Zumindest einer der Greiferarme, vorzugsweise aber zwei oder drei der Greiferarme, können motorisch radial auswärts bewegt werden. Im vorliegenden Fall werden die Greiferarme pneumatisch auswärts bewegt. Durch eine radiale Auswärtsbewegung kommt der Koppelvorsprung 108 außer Eingriff mit den Nuten 106, so dass der Werkzeugkopf 44 entnommen werden kann.

**[0062]** Dadurch, dass die Nut 106 an der Halterolle 104 ausgebildet ist, kann sich der Werkzeugkopf 104 frei drehen. Das ist von Vorteil, wenn die Koppelstruktur 74 (vgl. Fig. 4b) winkelverschoben zur Einkoppelstruktur 66 (Figur 6a) angeordnet ist, wenn mit dem Greifer 100 der Werkzeugkopf 44 in den Spindelkopf 64 eingesetzt wird. Dann dreht sich der Werkzeugkopf selbsttätig in die Richtige Winkelstellung.

**[0063]** Die Greiferarme 110 sind an einer ersten Greifeinheit 112.1 ausgebildet. Der Greifer 100 verfügt über zwei, drei oder mehr Greifeinheiten 112, wobei drei Greifeinheiten besonders bevorzugt sind. Es ist dann möglich, zunächst mit der leeren Greifeinheit 112.1 einen Werkzeugkopf von der Spindel 46 zu lösen, durch Drehen des Greifers 100 um eine Drehachse  $D_{100}$  eine zweite, mit einem anderen Werkzeugkopf 44 bestückte Greifeinheit 112 vor der Spindel zu positionieren und danach den neuen Werkzeugkopf in die Spindel einzusetzen. Danach kann eine weitere Bohrschleifvorrichtung, beispielsweise die Bohrschleifvorrichtung 13.2 (vgl. Fig. 3c) angefahren und dort ebenfalls der Werkzeugkopf gewechselt werden.

**[0064]** Figur 8 zeigt die Haltevorrichtung 24, die ein erstes Halteelement 82 aufweist, das mittels eines Anschlusses 84 am Kopf 22 des Roboters befestigt ist. Das erste Halteelemente 82 umfasst mehrere erste Sauglemente 86.1, 86.2, ..., die über den Anschluss 84 mit Vakuum beaufschlagt werden können, das über eine Vakuumleitung 88 des Roboters 12 bereitgestellt wird. Das erste Halteelement 82 umfasst zudem ein erstes Koppellement 90.

**[0065]** Figur 9 zeigt ein zweites Halteelement 92, das zweite Sauglemente 94.1, 94.2, 94.3 umfasst und ein zweites Koppellement 96 besitzt. Das zweite Koppellement 96 ist mit dem ersten Koppellement 90 starr und zum Übertragen des Vakuums verbunden.

**[0066]** Im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens erhält der Roboter 12.1 (siehe Figur 5) zunächst von der Ansteuereinheit 36 die Abmessungen einer zu bearbeitenden Glasscheibe 26. Je nach Größe der Glasscheibe 26 fährt der Roboter 12 das erste Halteelement 82 zum zweiten Halteelement 92 oder einem dritten, vierten oder fünften Halteelement und koppelt eines, zwei oder mehr Halteelemente so miteinander, dass die Haltevorrichtung 24 hinreichend groß ist, um die Glasscheibe 26 sicher zu halten und hinreichend klein ist, um die vollständige Bearbeitung ohne Umgreifen zu ermöglichen.

**[0067]** Nach der Wahl des Halters greift der Roboter 12 die Glasscheibe 26 und führt sie wie oben beschrieben in den Linearförderer ein. Die Ansteuereinheit 36 übermittelt dem Roboter die Trajektorie, entlang derer die Glasscheibe 26 zu bewegen ist. Zudem sendet die Ansteuereinheit 36 der Bearbeitungsvorrichtung 14 die Bearbeitungsparameter zum Bearbeiten der Glasscheibe. Nach Ende der Bearbeitung setzt der Roboter 12 die Glasscheibe auf einer Transportvorrichtung ab.

Bezugszeichenliste

	10	Glasbearbeitungsvorrichtung	64	Spindelkopf
5	12	Roboter	65	Einheit
	13	Bohrschleifvorrichtung	66	Einkoppelstruktur
	14	Bearbeitungsvorrichtung	67	Ausrichteinheit
	15	Sockel	68	Stirnfläche
	16	Grundkörper		
10	18	erster Arm	70	Fase
			72	Zentrierkonus
	20	zweiter Arm	74	Koppelstruktur
	22	Kopf	76	Bearbeitungsabschnitt
15	24	Haltevorrichtung	78	Spindelwelle
	26	Glasscheibe		
	28	Linearförderer	80	Senkschraube
			82	erstes Halteelement
	30	erstes Förderelement	84	Anschluss
20	32	zweites Förderelement	86	erstes Saugelement
	34	Schiene	88	Vakuumleitung
	36	Auswerteeinheit		
	38	erster Motor	90	erstes Koppellement
25			92	zweites Halteelement
	40	zweiter Motor	94	zweites Saugelement
	42	Vorspanneinheit	96	zweites Koppellement
	44	Werkzeugkopf		
	46	Spindel	100	Greifer
30	48	erste Schleifvorrichtung	102	Werkzeugwechsler
			104	Halterolle
	50	zweite Schleifvorrichtung	106	Nut
	52	Unterkante	108	Koppelvorsprung
35	54	erste Poliervorrichtung	110	Greifarm
	56	zweite Poliervorrichtung	112	Greifeinheit
	58	Feinpoliervorrichtung		
			L	Längsrichtung
	60	Feinstpoliervorrichtung	V12	Scheibengeschwindigkeit
40	61	Lager	v <sub>28</sub>	Fördergeschwindigkeit
	62	Zustelleinheit	K	Kurve
	63	Übergabestation	L <sub>100</sub>	Längsachse

45 Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten einer Glasscheibe (26), bei dem die Glasscheibe (26) während einer spanenden Bearbeitung zumindest auch mittels eines Roboters (12) aufrecht gehalten wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
- 50 (a) reibschlüssiges Befestigen der Glasscheibe (26) an einem Linearförderer (28) und  
 (b) Bewegen der Glasscheibe (26) mittels des Roboters (12) und des Linearförderers (28), wobei der Roboter (12) und der Linearförderer (28) miteinander synchronisiert werden.
- 55 2. Verfahren zum Bearbeiten einer Glasscheibe (26) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasscheibe (26) zum spanenden Bearbeiten mittels des Roboters (12) an einer Bearbeitungsvorrichtung (14) entlang bewegt wird.

3. Glasbearbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten einer Glasscheibe (26), mit

- (a) einem Roboter (12) und  
(b) zumindest einer Bearbeitungsvorrichtung (14) zum Bearbeiten der Glasscheibe (26),  
(c) wobei der der Roboter (12) eingerichtet ist zum aufrechten Halten der Glasscheibe (26) während der Bearbeitung mittels der Bearbeitungsvorrichtung (14),

**gekennzeichnet durch**

- (d) einen Linearförderer (28), der

- ein erstes umlaufendes Förderelement (30) und
- ein zweites umlaufendes Förderelement (32) aufweist, die ausgebildet sind zum Befestigen, insbesondere reibschlüssigen Befestigen, der Glasscheibe (26),

- (e) wobei der Roboter (12) und der Linearförderer (28) eingerichtet sind zum automatischen, synchronisierten, aufrechten Bewegen der Glasscheibe (26).

4. Glasbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bearbeitungsvorrichtung (14)

- zumindest eine Schleifvorrichtung (48) zum Schleifen einer Kante der Glasscheibe (26) und
- zumindest eine Poliervorrichtung (54) zum Polieren der Kante der Glasscheibe (26) umfasst,
- wobei die zumindest eine Schleifvorrichtung (48) und die zumindest eine Poliervorrichtung (54) nebeneinander zum Schleifen und Polieren in einem Durchlauf entlang des Linearförderers (28) angeordnet sind.

5. Glasbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Schiene (34), wobei der Roboter (12) auf der Schiene (34) bewegbar geführt ist.

6. Glasbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **gekennzeichnet durch** eine Bohrschleifvorrichtung (13), die

- (a) eine Spindel (46), die eine Einkoppelstruktur (66) besitzt,  
(b) einen Satz an Werkzeugköpfen, wobei jeder Werkzeugkopf (44)

- einen Zentrierkonus (72) und
- eine Koppelstruktur (74) zum formschlüssigen Zusammenwirken mit der Einkoppelstruktur (66) besitzt und
- zum magnetischen Koppeln mit der Spindel (46) ausgebildet ist, und

- (c) einen Greifer (100) aufweist, der Halterollen (104) besitzt,

- die drehbar gelagert sind und
- mittels derer ein Werkzeugkopf (44) bezüglich einer Bewegung in axialer Richtung des Werkzeugkopfs haltbar ist.

7. Glasbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einkoppelstruktur (66) und die Koppelstruktur (74) so ausgebildet sind, dass bei einem Bewegen von Werkzeugkopf (44) und Spindel (46) in axialer Richtung bezüglich einer Drehachse der Spindel (46) aufeinander zu

- (a) entweder der Werkzeugkopf (44) und die Spindel (46) ohne Drehung um die Drehachse formschlüssig miteinander koppeln oder

- (b) ein Drehmoment erzeugt wird, sodass der Werkzeugkopf (44) sich um die Drehachse dreht und der Werkzeugkopf (44) danach mit der Spindel (46) koppelt.

8. Glasbearbeitungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Roboter (12) eine Haltevorrichtung (24) aufweist, die

- (a) ein erstes Haltelement (82), das

- mittels eines Anschlusses (84) am Roboter (12) befestigt ist,
- zumindest ein erstes Saugelement (86) aufweist, das über den Anschluss (84) mit einem Fluiddruck zum

## EP 2 939 787 A2

Halten der Glasscheibe (26) beaufschlagbar ist, und  
- ein erstes Koppelement (90) besitzt, und

5 (b) ein zweites Haltelement (92) zum Befestigen am ersten Halteelement (82) aufweist, wobei das zweite Haltelement (92)

10 - zumindest ein zweites Saugenelement (94) hat, mittels dem die Glasscheibe (26) gehalten werden kann, und  
- ein zweites Koppelement (96) besitzt und  
- mittels des zweiten Koppelements (96) mit dem ersten Koppelement (90) automatisch starr miteinander so verbindbar ist, dass das zweite Saugenelement (94) mittels des Fluiddrucks betätigbar ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

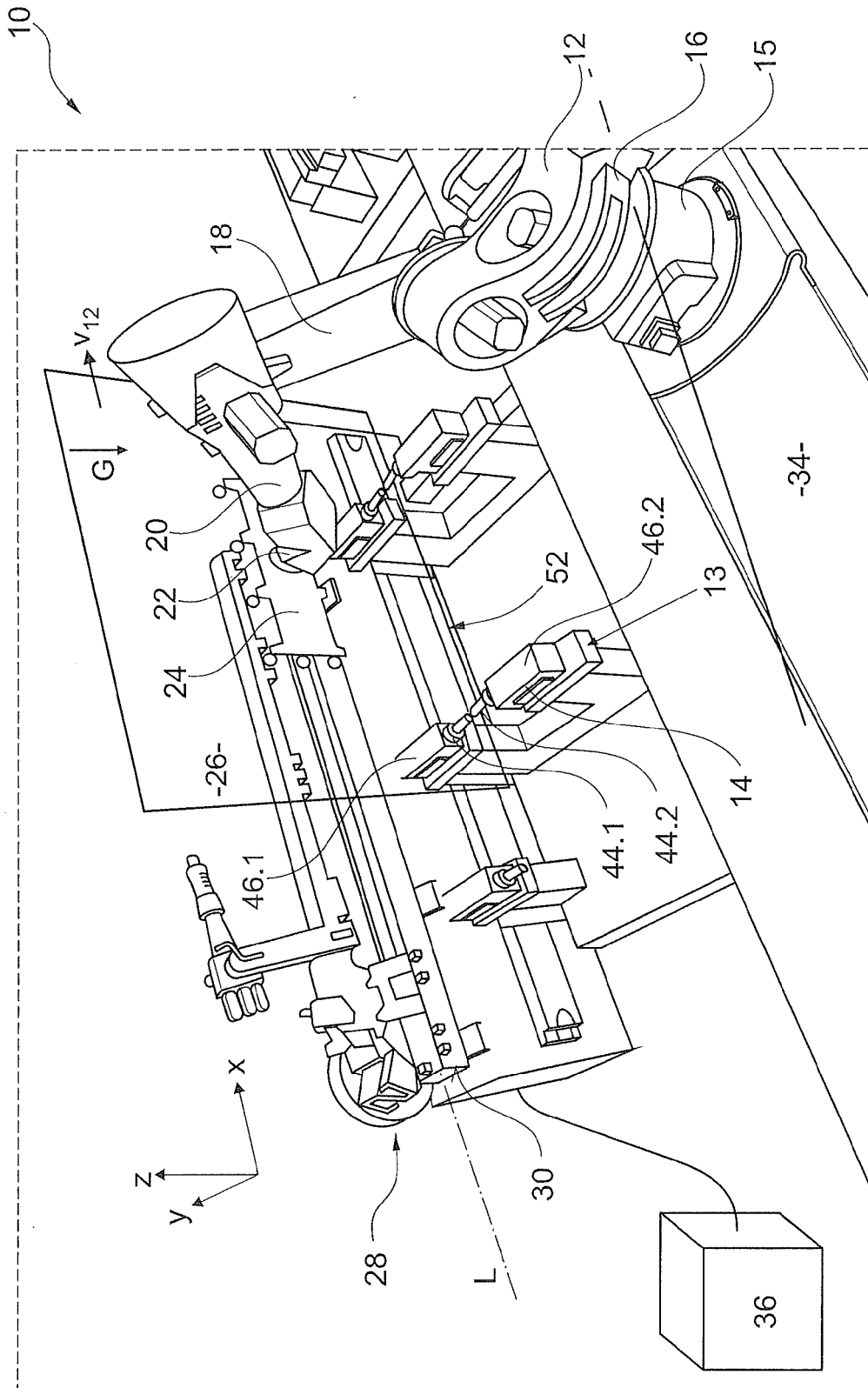


Fig. 1

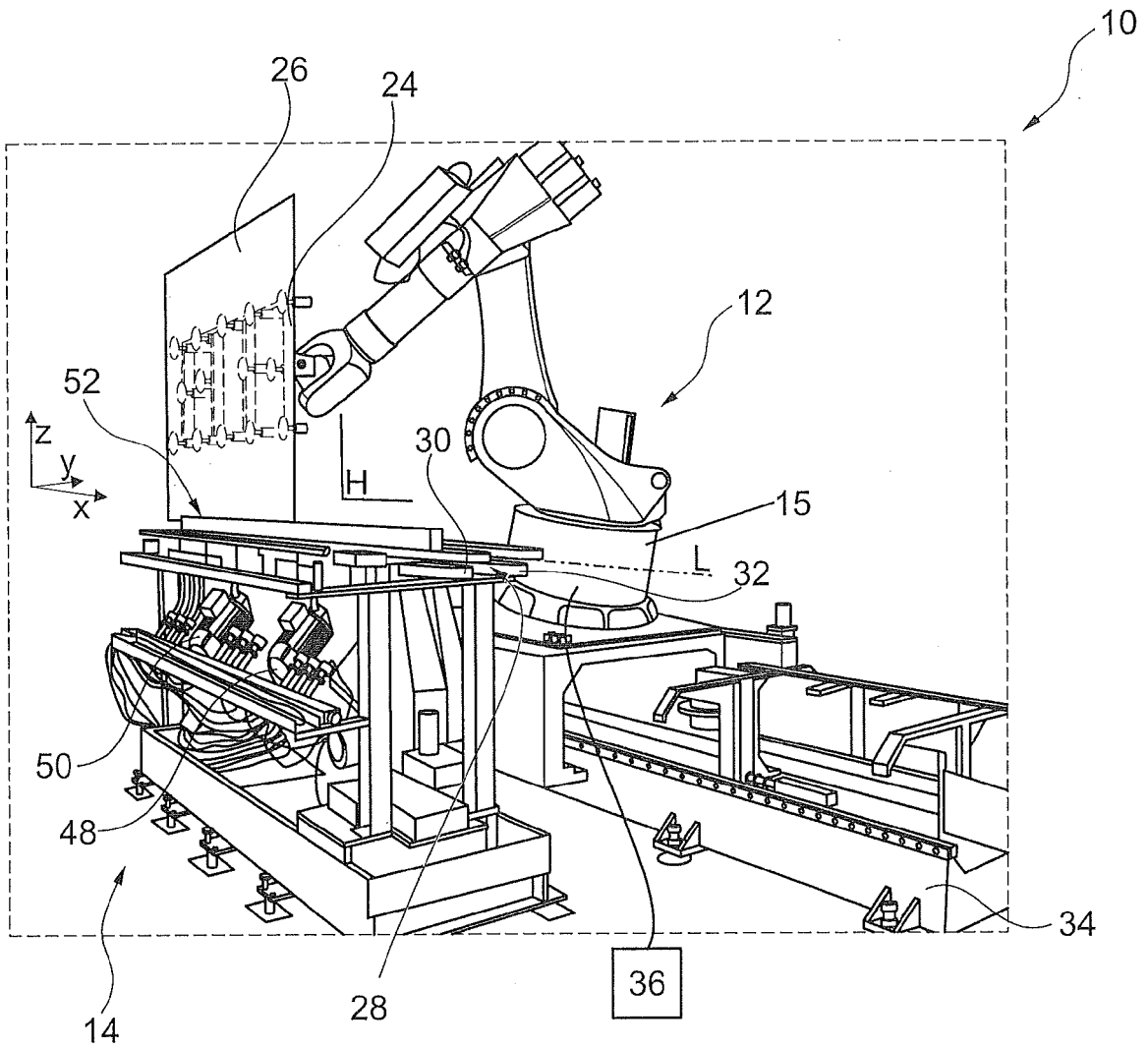


Fig. 2

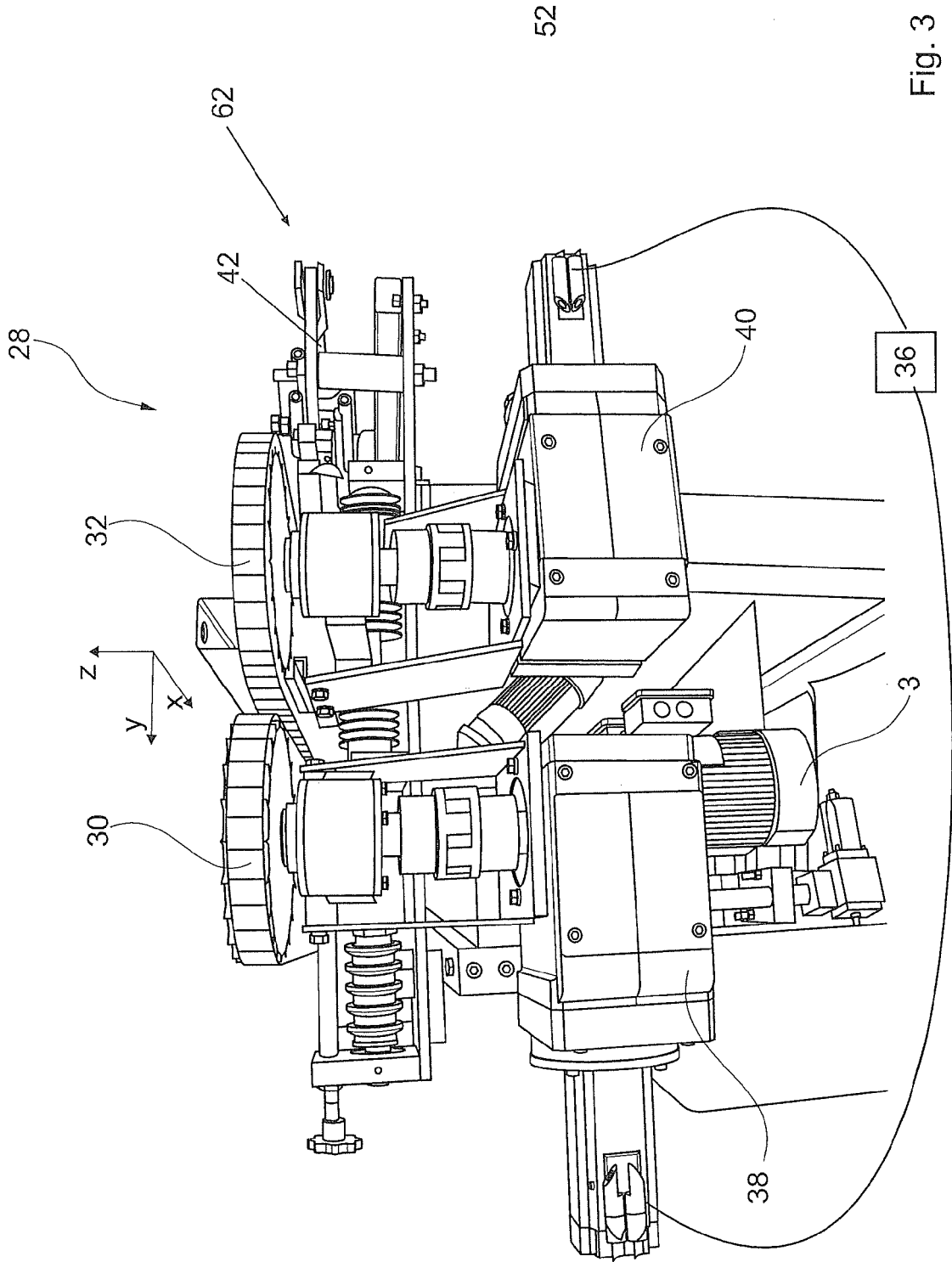


Fig. 3

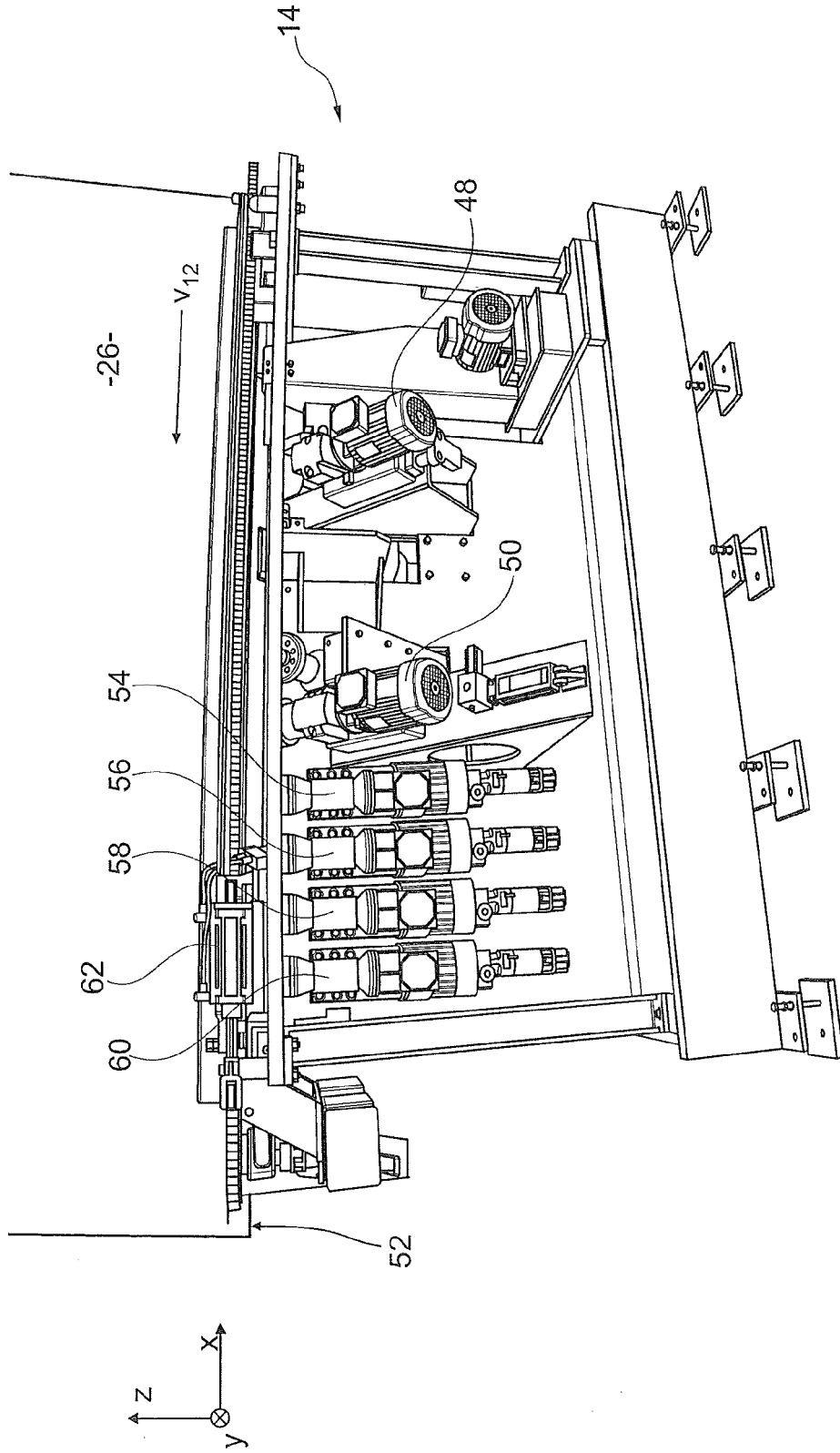


Fig. 4

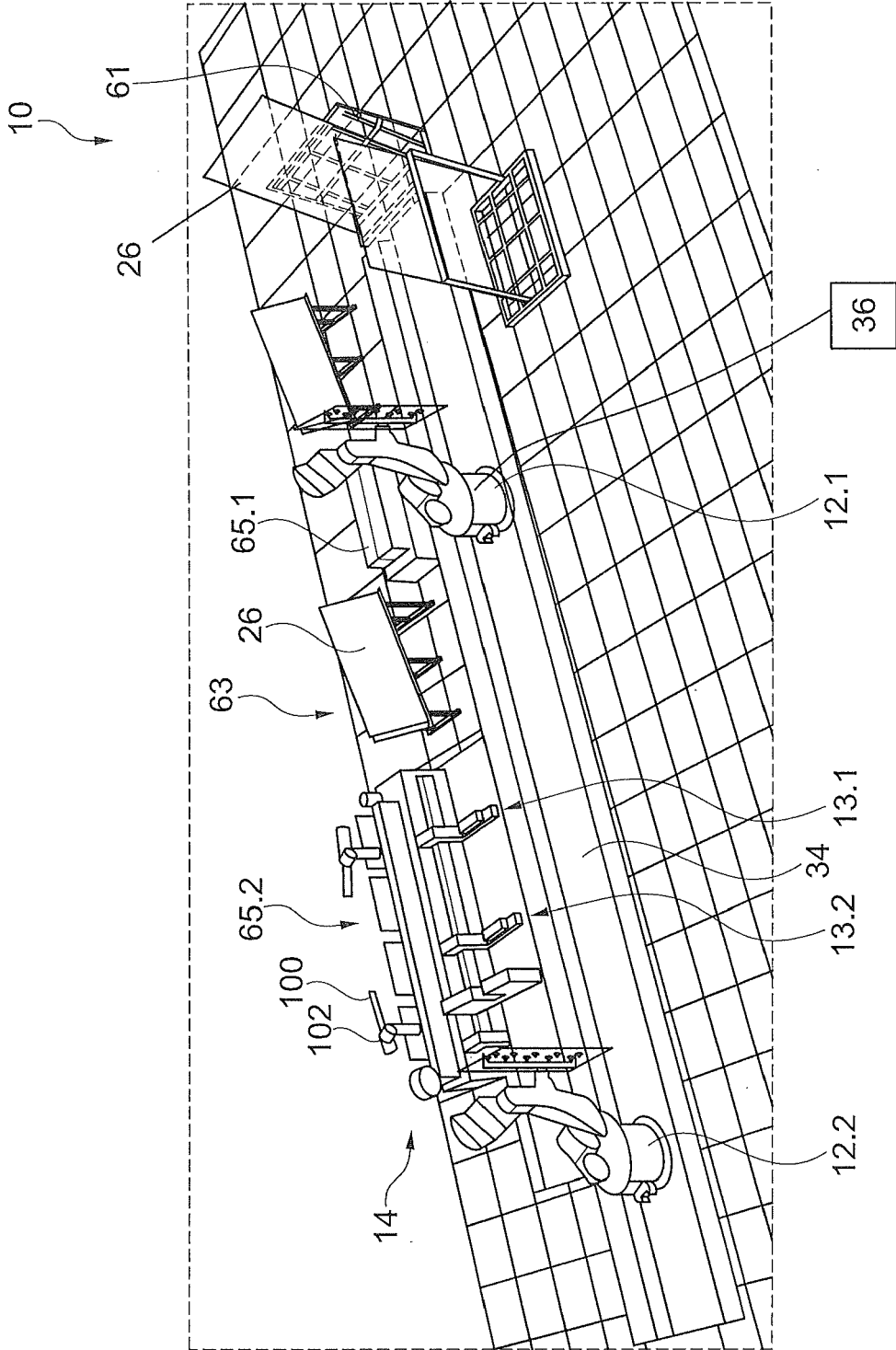


Fig. 5

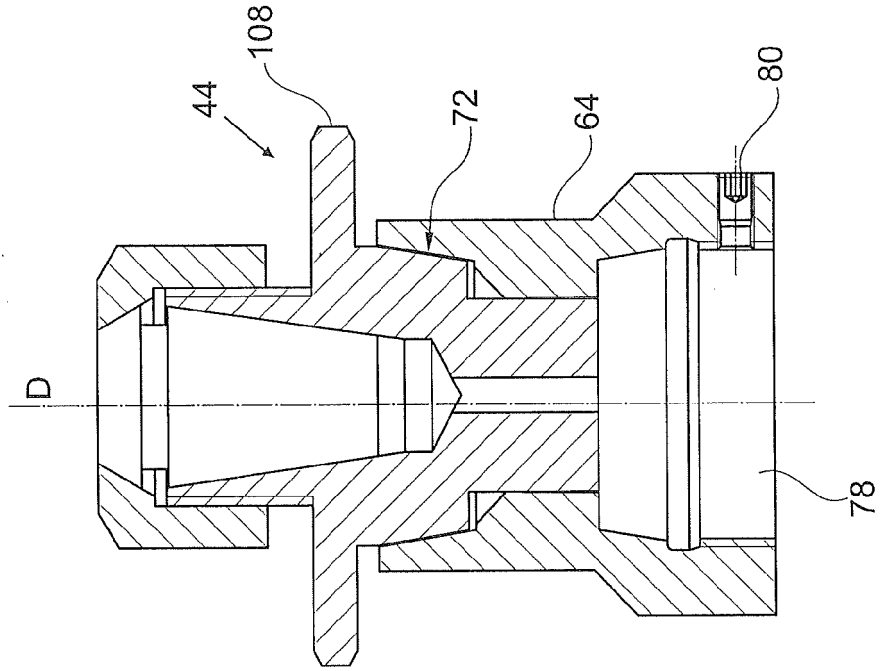


Fig. 6c

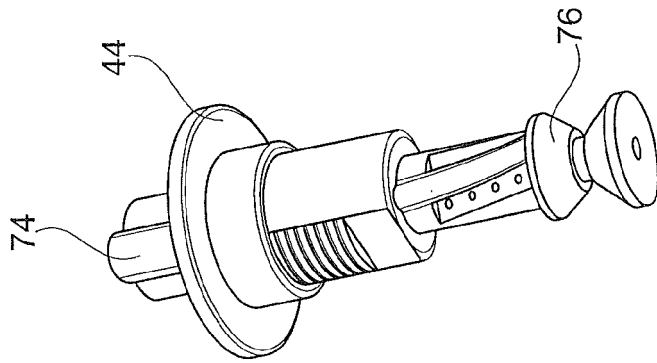


Fig. 6b

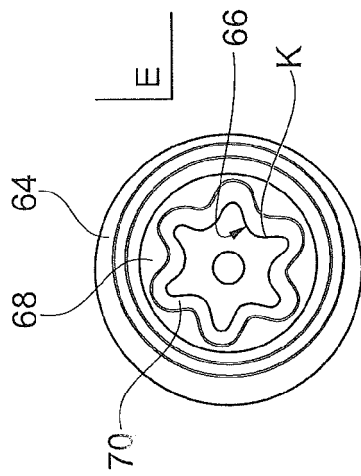


Fig. 6a

Fig. 6

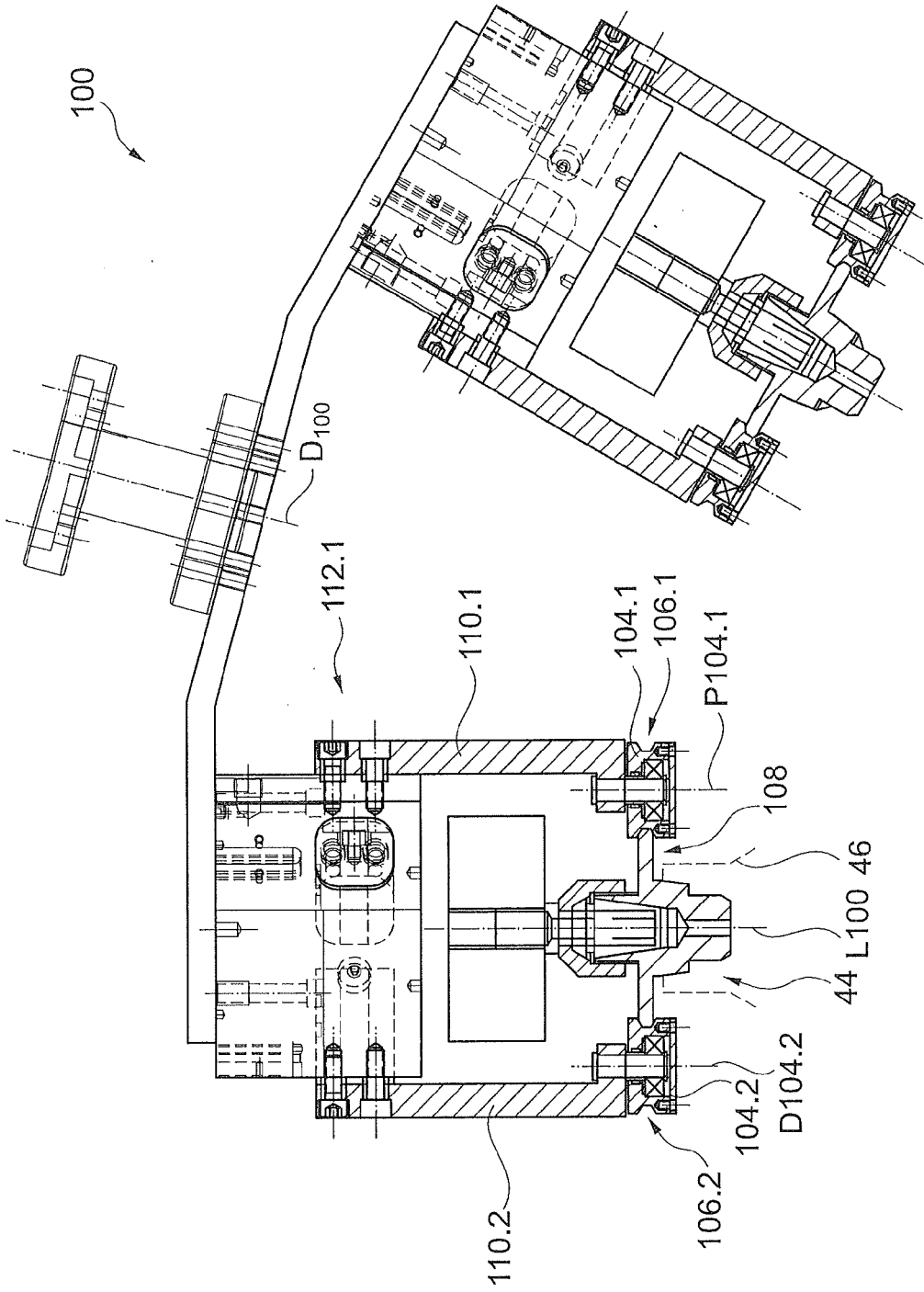


Fig. 7

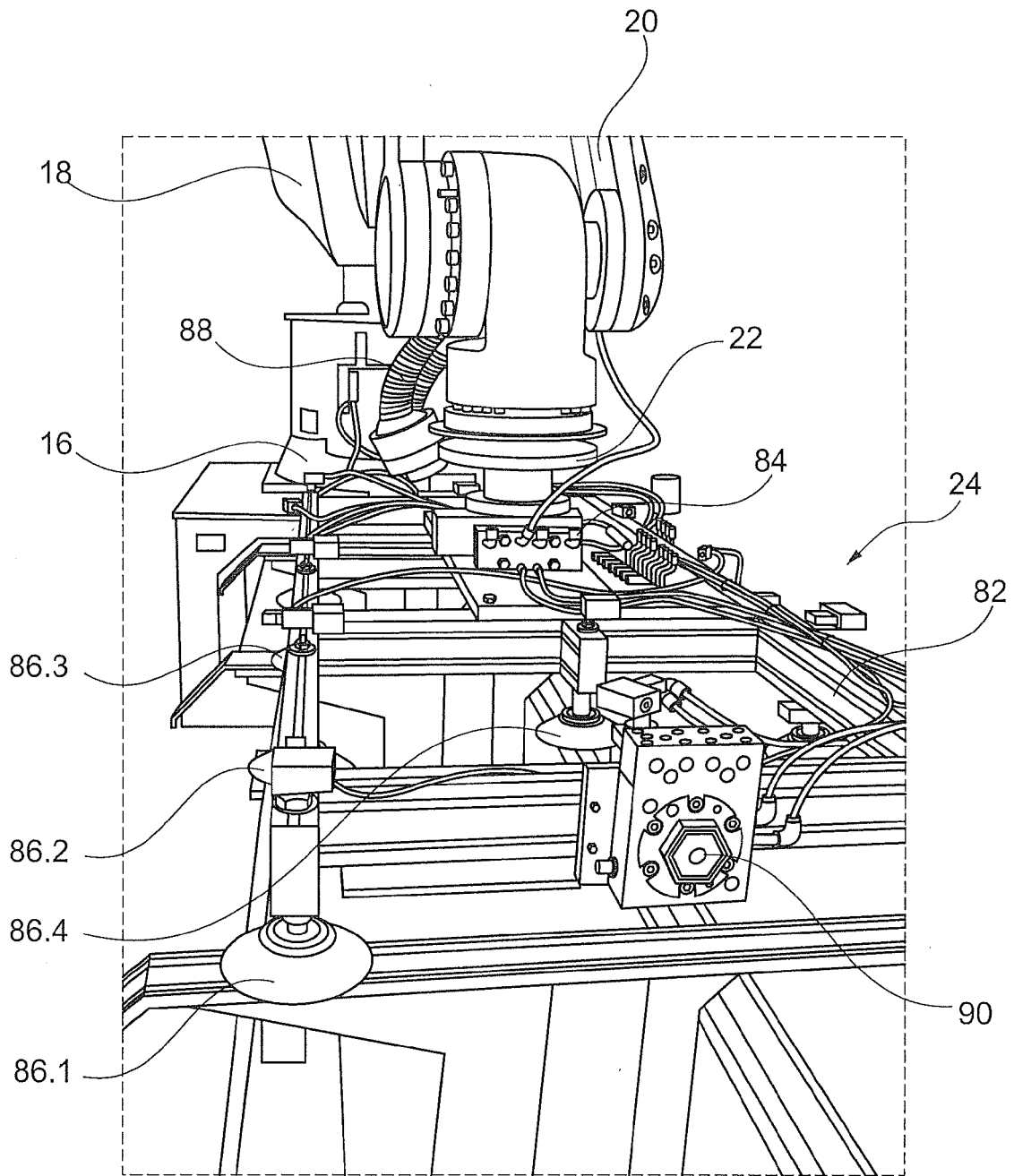


Fig. 8

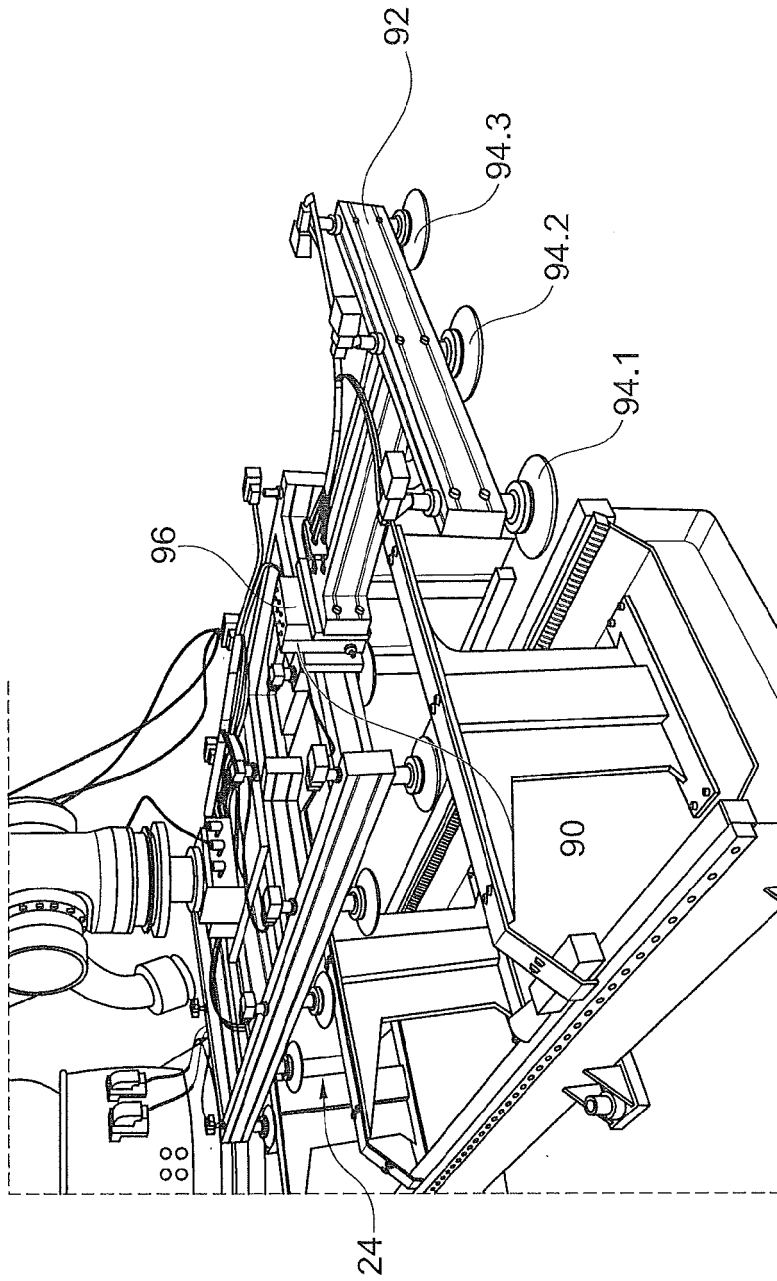


Fig. 9

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102008027050 A1 [0004]
- US 7056191 B2 [0004]
- US 6099385 A [0005]