

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. November 2010 (04.11.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/125057 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B21D 39/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/055616
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2010 (27.04.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 018 619.0
27. April 2009 (27.04.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EDAG GmbH & Co. KGaA [DE/DE]; Reesbergstr. 1, 36039 Fulda (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KÖRBEL, Christian [DE/DE]; Rhönblickweg 1, 36093 Künzell (DE). GÄRTNER, Wolfgang [DE/DE]; Friesenstraße 5, 36043 Fulda (DE). KRAFT, Martin [DE/DE]; Büchenberger Str. 6a, 36124 Eichenzell (DE). WESS, Markus [DE/DE]; Am Steinberg 21, 36124 Eichenzell (DE).
- (74) Anwalt: SCHWABE - SANDMAIR - MARX; Stuntzstr. 16, 81677 München (DE).

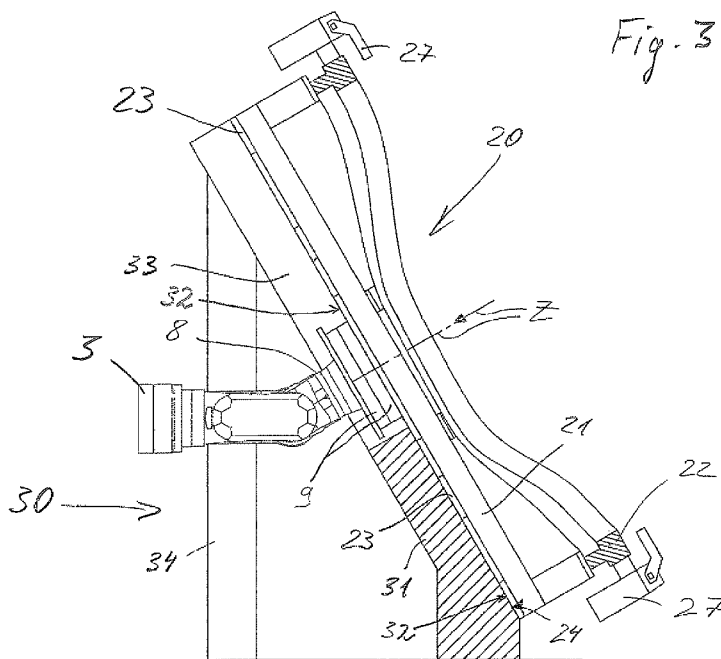
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) Title: ROBOT SUPPORT
- (54) Bezeichnung : ROBOTERABSTÜTZUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing a component, preferably for joining the component with at least one further component, wherein a) a receiving robot (3) having a receptacle (20; 28) fastened to a robot arm holds the component received in the receptacle (20; 28) in a processing position (15), b) while the component is processed in the receptacle (20; 28) by means of a processing tool (10), which during the processing exerts a processing force on the receptacle (20; 28) that must be supported outside the receptacle (20; 28) in order to hold the component in the processing position (15), c) and the receptacle (20; 28) or the robot arm is supported in the processing position (15) on a supporting device (30) against the processing force so that the robot arm is at least substantially relieved of the load produced by the processing force.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Bearbeiten eines Bauteils, vorzugsweise zum Fügen des Bauteils mit wenigstens einem weiteren Bauteil, bei dem a) ein Aufnahmeroboter (3) mit einer an einem Roboterarm befestigten Aufnahme (20; 28) das in der Aufnahme (20; 28) aufgenommene Bauteil in einer Bearbeitungsposition (15) hält, b) während das Bauteil in der Aufnahme (20; 28) mittels eines Bearbeitungswerkzeugs (10) bearbeitet wird, das bei der Bearbeitung auf die Aufnahme (20;

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/125057 A2

28) eine Bearbeitungskraft ausübt, die außerhalb der Aufnahme (20; 28) abgestützt werden muss, um das Bauteil in der Bearbeitungsposition (15) zu halten, c) und die Aufnahme (20; 28) oder der Roboterarm in der Bearbeitungsposition (15) an einer Stützeinrichtung (30) gegen die Bearbeitungskraft abgestützt wird oder werden, so dass der Roboterarm von der durch die Bearbeitungskraft erzeugten Belastung zumindest im Wesentlichen entlastet wird.

Roboterabstützung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Bauteilen insbesondere in der Serienfertigung von Fahrzeugen, vorzugsweise Automobilen.

In der Serienfertigung von Fahrzeugen werden Roboter zum Bearbeiten von Fahrzeugbauteilen eingesetzt, beispielsweise zum Fügen, Umformen oder auch Spanen. Die Roboter sind in Bearbeitungsstationen längs einer Fertigungslinie oder in einer allein stehenden Bearbeitungsstation angeordnet. So ist es beim Rollfalzen, einem für die Erfindung bevorzugten Bearbeitungsprozess, üblich, Bauteile in ortsfesten Falzbetten zu Verbundbauteilen zu fügen, beispielsweise zu Fahrzeug-Anbauteilen wie Türen, Motorhauben und Heckklappen. Ein besonders effizienter Prozess wird in der WO 2008/138503 A1 beschrieben.

Wird zusätzlich zur Forderung nach möglichst kurzen Taktzeiten, also hohem Bauteildurchsatz, Flexibilität hinsichtlich des Typs der zu bearbeitenden Bauteile gefordert, können mehrere Bearbeitungsstationen vorgesehen werden, eine Bearbeitungsstation pro Bauteiltyp. Allerdings erhöht sich der hierfür zu betreibende Aufwand proportional zur Anzahl der unterschiedlichen Bauteiltypen. Um den Aufwand zu reduzieren, beispielsweise durch Verwendung der gleichen Bearbeitungsroboter für unterschiedliche Bauteiltypen, sind Bearbeitungsstationen mit Wechseleinrichtungen für unterschiedliche Bauteilaufnahmen bekannt. So schlägt die PCT/EP2009/051371 vor, mehrere, an unterschiedliche Bauteiltypen angepasste Bauteilaufnahmen auf einem Drehtisch anzuordnen, so dass im Falle eines Typwechsels mittels des Drehtisches nur die jeweils passende Bauteilaufnahme in eine Bearbeitungsposition bewegt werden muss, in der jeweils die gleichen Bearbeitungsroboter die Bauteile bearbeiten. Derartige Wechseleinrichtungen sind allerdings ebenfalls noch aufwändig und daher kostspielig, ferner sind der Flexibilität Grenzen gesetzt, da die Bauteilaufnahmen im Vorhinein in der Wechseleinrichtung befestigt und an die für den

Betrieb erforderlichen Medien wie Strom, Signaltechnik und Druckluft angeschlossen werden müssen. Die Wechseleinrichtungen benötigen ferner erheblichen Platz.

Bauteile werden auch bearbeitet, während sie in einer Bauteilaufnahme aufgenommen von einem Roboter gehalten werden, so beispielsweise nach der WO 2007/110235 A1 in einem Spannrahmen oder spannrahmenlos, wie dies insbesondere der PCT/EP2008/004074 offenbart. In Umkehrung der Verhältnisse beim herkömmlichen Handhaben während der Bearbeitung schlägt die DE 103 38 170 A1 vor, das Bearbeitungswerkzeug stationär anzuordnen und stattdessen die Bauteilaufnahme mit der darin aufgenommenen Bauteilgruppe mittels eines Roboters dem Bearbeitungsprozess entsprechend im Raum relativ zum Bearbeitungswerkzeug zu bewegen.

Die Aufnahme des Bauteils in einer von einem Roboter gehaltenen Aufnahme bereitet Probleme, wenn der Bearbeitungsprozess auf die Bauteilaufnahme Bearbeitungskräfte ausübt, die über die Bauteilaufnahme auf den Roboter übertragen werden. Die Roboterarme von Industrierobotern haben eine gewisse Nachgiebigkeit, so dass sie der Belastung entsprechend nachgeben. Die Belastung ist zum einen ungünstig für den Roboter, zum anderen ist die Bearbeitungsposition, in der der Roboter das Bauteil dem Bearbeitungswerkzeug darbietet, mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet. Ferner ist die Bauteilaufnahme in sich nachgiebig, wodurch die Unschärfe hinsichtlich der Bearbeitungsposition vergrößert wird.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, in der Bearbeitung von Bauteilen, insbesondere in Serienfertigungen von Fahrzeugen mit hohem Durchsatz, einen Wechsel des Typs der Bauteile in kurzer Zeit auf einfache Weise und somit flexibel zu ermöglichen, aber dennoch die Bearbeitungsgenauigkeit auch solcher Bearbeitungsprozesse zu gewährleisten, in denen beachtliche Bearbeitungskräfte auf das jeweilige Bauteil und die Bauteilaufnahme als äußere, nicht im Werkzeug selbst aufgenommene Kräfte ausgeübt werden.

Die Erfindung vereint die Vorteile der Fertigung in stationären Bauteilaufnahmen mit den Vorteilen der Fertigung in Bauteilaufnahmen, die während der Fertigung von Robotern gehalten werden, indem die Bauteilaufnahme von einem Aufnahmeroboter gehandhabt, während der Bearbeitung aber von einer Stützeinrichtung abgestützt wird.

In einem Verfahren zum Bearbeiten eines Bauteils wird das in einer Bauteilaufnahme aufgenommene Bauteil von einem Aufnahmeroboter in einer Bearbeitungsposition gehalten, in der das Bauteil mittels eines Bearbeitungswerkzeugs bearbeitet wird. Der Roboter kann die Aufnahme im abgestützten Zustand im Raum unbewegt halten oder auch bewegen, soweit die Stützeinrichtung im abgestützten Zustand Bewegungen zulässt. Der Begriff des Haltens beinhaltet im Sinne der Erfindung auch ein gesteuertes oder geregeltes Bewegen der Aufnahme. Die Bauteilaufnahme, die im folgenden auch einfach nur als Aufnahme bezeichnet wird, ist an einem Roboterarm des Aufnahmeroboters befestigt und verbleibt für die Bearbeitung einer Serie gleicher Bauteile am Roboterarm. Die Erfindung unterstellt einen Bearbeitungsprozess, bei dem das Bearbeitungswerkzeug auf die Aufnahme eine äußere Bearbeitungskraft ausübt, die außerhalb der Aufnahme und des Werkzeugs abgestützt werden muss, um das Bauteil in der Bearbeitungsposition zu halten. Im Stand der Technik wird solch eine Bearbeitungskraft, die nicht nur innerhalb eines im Werkzeug über das Bauteil und die Aufnahme geschlossenen Kraftflusses wirkt, sondern Wirkung nach außen entfaltet, vom Roboter abgestützt mit den eingangs genannten Nachteilen.

Nach der Erfindung wird die Aufnahme oder der Roboterarm in der Bearbeitungsposition an der Stützeinrichtung in Wirkrichtung der Bearbeitungskraft abgestützt, so dass der Roboterarm von der durch die Bearbeitungskraft erzeugten Belastung zumindest im Wesentlichen entlastet wird. Er erfährt genauer gesagt durch diese Bearbeitungskraft zumindest im Wesentlichen erst gar keine Belastung. Dass er zumindest im Wesentlichen entlastet wird, bedeutet, dass die Stützeinrichtung zumindest einen überwiegenden Teil der Bearbeitungskraft aufnimmt, vorzugsweise wenigstens 80% oder bevorzugter über 90% der Bearbeitungskraft. Zweckmäßigerweise ist die Stützeinrichtung auf den Bearbeitungsprozess so abgestimmt, dass sie die möglicherweise in wechselnder Richtung wirkende Bearbeitungskraft in Bezug auf deren hauptsächliche Wirkrichtung aufnimmt und der Aufnahmeroboter somit zumindest im Wesentlichen von der Bearbeitungskraft frei und in diesem Sinne entlastet ist. Die Stützeinrichtung kann ihre Stützfunktion dadurch erfüllen, dass sie die Aufnahme oder den Roboterarm stützt. Das Wort "oder" wird hier wie auch stets sonst von der Erfindung im üblichen logischen Sinne als "inklusive oder" verwendet, umfasst also die Bedeutung von "entweder oder" und auch die Bedeutung von "und", soweit sich aus dem jeweils konkreten Zusammenhang nicht ausschließlich nur eine dieser beiden

Bedeutungen ergeben kann. Bezogen auf die Stützfunktion bedeutet dies, dass die Stützeinrichtung direkt entweder nur den Roboterarm oder direkt nur die Aufnahme oder gleichzeitig sowohl die Aufnahme als auch den Roboterarm direkt stützt. Bevorzugten Ausführungen entspricht es jedoch, wenn sie direkt nur die Aufnahme und über die Aufnahme und somit indirekt den Roboterarm stützt.

Dass der Aufnahmeroboter die Aufnahme nicht abdockt und an der Stützeinrichtung andockt, die Aufnahme vielmehr am Roboterarm verbleibt, steigert die Flexibilität in Bezug auf Bauteiltypenwechsel. Für einen Wechsel von einem Bauteil eines ersten Typs auf ein Bauteil eines anderen, zweiten Typs muss der Aufnahmeroboter die an das Bauteil des ersten Typs angepasste Aufnahme nicht erst aufnehmen, sondern kann sie verzugslos zu einer Ablage bewegen, in der Ablage ablegen, vorzugsweise automatisch abdocken, und anstelle der abgelegten Aufnahme eine andere, an das Bauteil des zweiten Typs angepasste Aufnahme aufnehmen, vorzugsweise automatisch andocken. Er kann die neue Aufnahme gleich im Anschluss zur Stützeinrichtung bewegen und relativ zu dieser positionieren, so dass die neue Aufnahme von der Stützeinrichtung in der erläuterten Weise gestützt wird. Vorzugsweise sind die Stützeinrichtung und die Aufnahmen soweit aneinander angepasst, dass die unterschiedlichen Aufnahmen jeweils von der gleichen Stützeinrichtung abgestützt werden können. Bevorzugt sind die Aufnahmen in Bezug auf ihre Schnittstelle(n) mit der Stützeinrichtung untereinander gleich, während sie sich in Anpassung an die unterschiedlichen Bauteiltypen voneinander unterscheiden.

Die Aufnahme kann insbesondere an ihrer vom aufgenommenen Bauteil abgewandten Rückseite von der Stützeinrichtung abgestützt werden, da die Bearbeitungskräfte in vielen Anwendungen hauptsächlich von der dem Bauteil zugewandten Aufnahmeseite zur abgewandten Rückseite der Aufnahme wirken. Bevorzugt ist die Aufnahme an ihrer von dem aufgenommen Bauteil abgewandten Rückseite mit dem Roboterarm verbunden. Der Roboterarm kann die Aufnahme in vorzugsweise allen sechs Freiheitsgraden der Bewegbarkeit im Raum bewegen. Die Aufnahme ist vorteilhafterweise an einem Ende des Roboterarms befestigt.

In einfachen Ausführungen wird die Aufnahme von der Stützeinrichtung in der Bearbeitungsposition, genauer gesagt mit in der Arbeitsposition befindlichem Bauteil, zumindest im Wesentlichen unbeweglich abgestützt. In derartigen Ausführungen bildet die Stützeinrichtung eine einfache, nicht bewegliche, in sich nicht veränderliche Anlage, an der die Aufnahme im abgestützten Zustand anliegt, beispielsweise eine Auflage, auf der die Aufnahme aufliegt und bereits aufgrund der Schwerkraft, also ihres Gewichts, soweit fixiert ist, dass der Roboter nur noch geringe Haltekräfte aufbringen muss, um Bewegungen der Aufnahme relativ zur Stützeinrichtung sicher zu verhindern. Falls die Bearbeitungsposition für die Bearbeitung verändert werden soll, kann der Aufnahmeroboter die Aufnahme mit dem Bauteil kurzzeitig von der Stützeinrichtung abheben und anschließend mit anderer Ausrichtung relativ zur Stützeinrichtung erneut in der Bearbeitungsposition für die weitere Bearbeitung positionieren. In besonders einfachen Ausführungen wird das Bauteil während der Bearbeitung nicht bewegt und auch nicht durch Abheben, gegebenenfalls mit kurzzeitiger Unterbrechung der Bearbeitung umpositioniert. Die Stützeinrichtung kann mit einer Fixiereinrichtung ausgestattet sein, um die Aufnahme oder den Roboterarm zusätzlich zur Abstützung zu fixieren und von jeglicher Belastung entlasten.

In bevorzugten Weiterentwicklungen stützt die Stützeinrichtung die Aufnahme in der Bearbeitungsposition beweglich ab, lagert sie also beweglich. Der Aufnahmeroboter kann die Aufnahme vorzugsweise auch bei der Bearbeitung, d.h. unter der Einwirkung der äußeren Bearbeitungskraft, bewegen, entweder kontinuierlich oder diskontinuierlich oder zeitweise kontinuierlich oder zeitweise diskontinuierlich, während die Stützeinrichtung die Aufnahme während des Bewegens vorzugsweise ständig in Bezug auf die hauptsächliche Belastung durch Bearbeitungskräfte stützt. Auch in der Weiterentwicklung kann die Aufnahme insbesondere dadurch abgestützt werden, dass sie in der Bearbeitungsposition an der Stützeinrichtung anliegt, zum Zwecke des Bewegens nur vom Aufnahmeroboter gehalten wird und ansonsten frei anliegt. Insbesondere kann die Aufgabenverteilung zwischen Stützeinrichtung und Aufnahmeroboter so sein, dass der Aufnahmeroboter die Aufnahme in Bezug auf jeden Freiheitsgrad der Bewegbarkeit hält, den die Stützeinrichtung der Aufnahme im abgestützten Zustand lässt. Falls das Bauteil während der Bearbeitung oder zwischen einzelnen Bearbeitungsschritten nicht bewegt wird oder für die gesamte Bearbeitung in der Stützeinrichtung unbewegt fixiert sein soll, hält der Aufnahmeroboter im Rahmen der

genannten Aufgabenverteilung die Aufnahme relativ zur Stützeinrichtung und falls diese wie bevorzugt stationär angeordnet ist auch fix, also unbewegt, im Raum der Bearbeitungsstation. Stützt die Stützeinrichtung die Aufnahme beweglich ab, so dass diese im abgestützten Zustand wenigstens einen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit aufweist, so hält der Aufnahmeroboter die Aufnahme in Bezug auf diesen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit unbewegt oder bewegt sie in diesem Freiheitsgrad in der Bearbeitungsposition, beispielsweise zwischen zwei Bearbeitungsschritten oder unter der Einwirkung der äußeren Bearbeitungskraft, während die Stützeinrichtung die Aufnahme abstützt. In bevorzugten Ausführungen, in denen die Aufnahme an der Stützeinrichtung anliegt, lässt die Stützeinrichtung der Aufnahme genau zwei Freiheitsgrade der Translation oder einen einzigen Freiheitsgrad der Rotation, bevorzugt alle drei Freiheitsgrade in Kombination, in Bezug auf die oder den der Aufnahmeroboter die Aufnahme fix hält oder in denen oder dem er sie relativ zur Stützeinrichtung bewegt und bei der Bewegung hält. Er kann die Aufnahme auch in Bezug auf einen oder mehrere der zugelassenen Freiheitsgrade bewegen und in dem oder den dann noch verbleibenden Freiheitsgrad(en) fix halten. Bevorzugt lässt die Stützeinrichtung der Aufnahme im angelegten Zustand zwei Freiheitsgrade der Translation und einen Freiheitsgrad der Rotation, wobei die Rotationsachse vorzugsweise eine Flächennormale einer Anlagefläche der Stützeinrichtung ist und die translatorischen Bewegungen tangential zur Anlagefläche möglich sind.

Die Erfindung hat neben dem Verfahren auch eine Vorrichtung zum Bearbeiten eines Bauteils zum Gegenstand, die einen Aufnahmeroboter mit einem Roboterarm, eine an dem Roboterarm befestigte Aufnahme für das Bauteil, einen Bearbeitungsroboter mit einem Roboterarm und ein an dem Roboterarm des Bearbeitungsroboters befestigtes Bearbeitungswerkzeug zum Bearbeiten des Bauteils umfasst. Die Vorrichtung umfasst ferner eine Stützeinrichtung zum Abstützen der am Roboterarm des Aufnahmeroboters befestigten Aufnahme oder unmittelbar des Roboterarms des Aufnahmeroboters, wobei die Abstützung gegen eine vom Bearbeitungswerkzeug während der Bearbeitung auf die Aufnahme ausgeübte äußere Bearbeitungskraft wirkt. Bei der Bearbeitungskraft handelt es sich wie bereits erwähnt um eine vom Bearbeitungswerkzeug ausgeübte Kraft, die ohne das Abstützen über die Aufnahme auf den Roboterarm des Aufnahmeroboters wirken würde. Bei Abstützung nur unmittelbar des Roboterarms wird dieser zweckmäßigerweise so nah als

möglich bei der Aufnahme abgestützt, so dass solch eine Abstützung zumindest bezüglich der Belastung und Nachgiebigkeit des Roboterarms, der bevorzugt direkten Abstützung der Aufnahme nahe kommt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist flexibel im Hinblick auf die Möglichkeit den zu bearbeitenden Bauteiltyp zu wechseln. In bevorzugten Ausführungen ist für diesen Zweck die Aufnahme mittels einer Kupplung am Roboterarm befestigt, die ein rasches, automatisches Abdocken der Aufnahme vom Roboterarm gestattet. Die Vorrichtung umfasst ferner wenigstens zwei unterschiedliche Aufnahmen, nämlich die abzudockende Aufnahme für die Bauteile jeweils des ersten Typs und eine weitere Aufnahme für Bauteile jeweils des zweiten Typs. Der Roboterarm weist eine Kupplungshälfte der Kupplung auf, und die wenigstens zwei Aufnahmen weisen jeweils eine mit dieser Kupplungshälfte zusammenwirkende weitere Kupplungshälfte auf, wobei die Kupplungshälften der Aufnahmen vorteilhafterweise gleich sind, aber sich auch durchaus unterscheiden können, solange sie nur jeweils mit der Kupplungshälfte des Roboterarms zusammenwirken können, so dass der Aufnahmeroboter wahlweise entweder die eine oder die andere Aufnahme automatisch andocken kann. Für den Wechsel wird lediglich ein von Hause aus flexibel verwendbarer und nicht zuletzt auch im Hinblick auf die Kosten günstigerer Aufnahmeroboter benötigt, der vorteilhafterweise den üblichen Industrierobotern entsprechen kann. Derartige Roboter weisen eine ortsfest angeordnete Roboterbasis und davon abragend einen Roboterarm auf. Der Bearbeitungsroboter ist vorzugsweise ebenfalls solch ein üblicher Industrieroboter mit stationärer Roboterbasis und davon abragendem, im Raum beweglichen Roboterarm. Für den Typwechsel müssen lediglich Aufnahmen in ausreichender Anzahl und an jeweils einen der Bauteiltypen angepasst im Zugangsbereich des Aufnahmeroboters vorgehalten werden.

In bevorzugten Ausführungen weist die Stützeinrichtung an einer Anlageseite eine Anlagefläche oder mehrere Anlageflächen zum Anlegen der Aufnahme und in oder neben der Anlagefläche oder den Anlageflächen einen Durchgriff oder eine Ausnehmung für den Roboterarm des Aufnahmeroboters auf. Weist sie den Durchgriff auf, so sind die Anlagefläche(n) und der Durchgriff so geformt und relativ zueinander angeordnet, dass der Roboterarm von einer der Anlageseite abgewandten Rückseite der Stützeinrichtung durch den Durchgriff greifen kann. Der Durchgriff ist vorzugsweise zu einer Seite hin offen, damit der

Aufnahmeroboter seinen Roboterarm von dieser offenen Seite her in den Durchgriff bewegen kann, um die Aufnahme an die Anlagefläche(n) der Stützeinrichtung anzulegen. Weist die Stützeinrichtung in einer Anlagefläche lediglich eine Ausnehmung auf, so dass der Roboterarm die Stützeinrichtung nicht von der Rückseite her durchgreifen kann, so ist die Ausnehmung so geformt, dass der Roboterarm bei in der Arbeitsposition befindlichen Bauteil zumindest dann in der Ausnehmung aufnehmbar ist, wenn er im wesentlichen parallel zur Rückseite der Aufnahme weist.

Die Stützeinrichtung kann zwar grundsätzlich an einem weiteren Roboter oder gegebenenfalls mehreren weiteren Robotern angeordnet werden, vorteilhafterweise ist sie jedoch ortsfest an einem für den Aufnahmeroboter und den Bearbeitungsroboter zugänglichen Ort angeordnet.

Die Stützeinrichtung ist wie vorstehend zum Verfahren geschildert in Weiterentwicklungen dazu eingerichtet, die Aufnahme in der Bearbeitungsposition beweglich zu stützen, ihr also im abgestützten Zustand wenigstens einen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit zu lassen. Besonders bevorzugt bildet sie eine Anlagefläche, an der die Aufnahme im abgestützten Zustand anliegt, so dass sie in Richtung einer zu der Anlagefläche orthogonalen Achse abgestützt ist, die zweckmäßigerweise parallel zu der Hauptwirkungsrichtung des Bearbeitungswerkzeugs weist. Liegt die Aufnahme an einer Anlagefläche an, werden ihr ein translatorischer und zwei Freiheitsgrade der rotatorischen Bewegbarkeit genommen. Die verbleibenden drei anderen Freiheitsgrade der Bewegbarkeit werden durch die Stützeinrichtung vorzugsweise nicht blockiert. Für die Fixierung der Aufnahme in Bezug auf diese Freiheitsgrade oder die kontrollierte Bewegung in einem oder mehreren dieser verbleibenden Freiheitsgrade sorgt vorzugsweise der Aufnahmeroboter. Die Anlagefläche kann im engen Wortsinn eine in zwei Dimensionen erstreckte Fläche sein. Dies entspricht bevorzugten Ausführungen. Sie kann aber auch nur aus Anlagepunkten oder Anlagelinien bestehen, die das Bauteil im angelegten Zustand wie eine Fläche stützen, im Falle einer beispielsweise nur punktförmigen Abstützung also an wenigstens drei voneinander beabstandeten Anlagepunkten. Im Falle einer beispielsweise nur punktförmigen Anlagefläche umfasst diese vorzugsweise eine Vielzahl von Anlagepunkten, also ein Feld von Anlagepunkten, die zusammen wie eine kontinuierlich in zwei Dimensionen erstreckte Anlagefläche wirken.

Um die Aufnahme in der Bearbeitungsposition bewegbar abzustützen, kann die Stützeinrichtung ein Gelenk aufweisen, vorzugsweise ein Drehgelenk oder ein Schubgelenk oder ein kombiniertes Dreh- und Schubgelenk, in dem eine Anlagestruktur oder sonstige Struktur der Stützeinrichtung relativ zu einer Basisstruktur der Stützeinrichtung beweglich gelagert ist. Die Aufnahme wird in derartigen Ausführungen der Stützeinrichtung an deren Anlage- oder anders wirkenden Stützstruktur abgestützt, so dass sie mit dieser im Gelenk oder den gegebenenfalls mehreren Gelenken relativ zur Basisstruktur beweglich ist. In einer alternativen Ausführung weist die Stützeinrichtung eine offene Lagerfläche auf, an die die Aufnahme anlegbar ist, beispielsweise von der Schwerkraft unterstützt horizontal oder zur Horizontalen geneigt auflegbar ist. Die offene Lagerfläche kann beispielsweise als pneumatische Lagerung wirken, indem in der Lagerfläche Düsen zum Ausstoß eines Druckgases und Bildung eines Gaspolsters, vorzugsweise Luftpolsters vorgesehen sind. Die offene Lagerfläche kann vorteilhafterweise mit Lagerelementen wie beispielsweise Rollen oder bevorzugter Kugeln gebildet sein, die relativ zu einer Anlagestruktur der Stützeinrichtung drehbar sind und an deren Mantel- oder Kugelflächen die Aufnahme mittels des Aufnahmeroboters angelegt werden kann.

Die Stützeinrichtung kann aber auch wie bereits zum Verfahren erläutert, einfach eine Anlagefläche für eine unbewegte Abstützung der Aufnahme aufweisen.

Die Stützeinrichtung kann eine Säule oder ein Pfosten sein, die oder der die Aufnahme nur an einer Stelle, quasi punktförmig abstützt. In einer ersten Erweiterung können mehrere Säulen oder Pfosten verteilt gemeinsam die Stützeinrichtung bilden, um die Aufnahme in der Bearbeitungsposition an mehreren Stellen lokal begrenzt und in diesem Sinne punktförmig zu stützen. Setzt sich die Stützeinrichtung aus mehreren Stützteilen zusammen, die voneinander beabstandet angeordnet sind, gelten die vorstehenden Ausführungen zur beweglichen Abstützung auch für jeden der Stützteile einzeln. Dies bedeutet, dass jeder einzelne Stützteil ein Gelenk oder eine offene Lagerfläche aufweisen kann.

In der Aufnahme kann nur ein einziges Bauteil aufgenommen sein und bearbeitet werden. Es wird im Takt der Fertigung in die Aufnahme eingelegt, bearbeitet und anschließend entnommen, so dass im nächsten Takt der gleichen Serie mit dem nächsten typgleichen

Bauteil in gleicher Weise verfahren werden kann. Ebenso kann mit einer Gruppe von Bauteilen verfahren werden, wobei in der gleichen Serie im Takt der Fertigung nacheinander typgleiche Bauteilgruppen bearbeitet werden. Soweit nur von einem Bauteil die Rede ist, werden beide Fälle eingeschlossen. Falls die Aufnahme eine Bauteilgruppe aufnimmt, ist das bezeichnete Bauteil eines der Gruppe, die wenigstens noch ein weiteres Bauteil umfasst.

Die Erfindung ist wie bereits erwähnt insbesondere bei solchen Bearbeitungsprozessen mit Vorteil einsetzbar, in denen nennenswert äußere Bearbeitungskräfte auf die Bauteilaufnahme wirken, d.h. Bearbeitungskräfte, die über die Bauteilaufnahme in den Roboterarm eingeleitet werden, wenn eine erfindungsgemäße Abstützung nicht vorgenommen wird. Beispiele für derartige Bearbeitungsprozesse sind Spanbearbeitungen wie insbesondere Fräsen und Bohren, Umformprozesse wie etwa Prägen, Kanten, Biegen oder Bördeln, insbesondere Rollbördeln oder Rollfalzen, oder Stanzen, ebenso Schraub- und bestimmte Nietprozesse. Besonders bevorzugt findet die Erfindung beim Fügen von Bauteilen Verwendung, wie insbesondere dem genannten Rollfalzen, bei dem eine Falzrolle einen Bauteilflansch abfährt und diesen umlegt, so dass eine Falztasche gebildet wird, in die ein anderes Bauteil mit seinem Rand hineinragt, wodurch die Bauteile einer Fügegruppe relativ zueinander fixiert werden. Aufgrund der Erfindung können derartige Fügeprozesse mit einfachen Fügewerkzeugen durchgeführt werden. Um den Kraftfluss im Fügewerkzeug zu schließen, werden in vielen Anwendungen Rollenpaare aus Falzrolle und Gegenrolle eingesetzt. Mit der erfindungsgemäß eingesetzten Stützeinrichtung kann die Gegenrolle entfallen. Dies ist zum einen im Hinblick auf die Kosten für das Fügewerkzeug, zum anderen aber insbesondere im Hinblick auf den oftmals für die Gegenrolle nicht vorhandenen Platz von Vorteil und auch für die Bewegbarkeit relativ zum Bauteil. Falls die Aufnahme oder die mehreren Aufnahmen der Vorrichtung ein Falzbett oder jeweils ein Falzbett ist oder sind, kann solch eine Aufnahme eine Anlagefläche insbesondere für eine Sichtfläche oder mehrere Sichtflächen eines der zu fügenden Bauteile bilden. Das Überrollen von Bauteilsichtflächen mit einer Gegenrolle ist stets problematisch, da durch das Überrollen die Sichtfläche in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Erfindung ermöglicht daher auch eine besonders schonende Bearbeitung bei derartigen Fügeprozessen wie insbesondere dem Rollfalzen oder auch verallgemeinert dem Rollbördeln. Beim Fügen von zwei oder mehr Bauteilen wird das Rollbördeln zum Rollfalzen. Rollbördeln kann aber auch zur Anwendung gelangen, um einen Rand eines Bauteils ohne Fügeprozess

nur einfach teilweise oder vollständig umzulegen. Das Rollbördeln kann mit einer Rolle, einer drehbaren Kugel oder auch nur mit einem am Werkzeug nicht beweglichen Gleitbördelement ausgeführt werden.

Die Vorrichtung kann um einen oder mehrere weitere Aufnahmeroboter der genannten Art oder einen oder mehrere weitere Bearbeitungsroboter der genannten Art erweitert werden. Die mehreren Bearbeitungsroboter können insbesondere dafür eingerichtet sein, auf das gleiche Bauteil oder auf mehrere in der gleichen Bauteilaufnahme aufgenommene Bauteile am Ort der erfindungsgemäßen Stützeinrichtung einzuwirken. Die mehreren Aufnahmeroboter können insbesondere im Wechsel mit der gleichen Stützeinrichtung zusammenwirken. Die Vorrichtung kann zusätzlich oder statt mehrerer Aufnahmeroboter oder mehrerer Bearbeitungsroboter einen oder mehrere im Bearbeitungsfluss der Bearbeitungsposition nachgeordnete(n) Bearbeitungs- oder Aufnahmeroboter aufweisen, um das bearbeitete Bauteil oder den bearbeiteten Bauteilverbund aus der Aufnahme zu nehmen und gegebenenfalls weiter zu bearbeiten. Die Vorrichtung kann einen oder mehrere Handhabungsroboter aufweisen, die dem Aufnahmeroboter, der die Aufnahme in der Bearbeitungsposition hält, vorgeordnet sind oder ihm zuarbeiten. Solch ein zusätzlicher oder mehrere zusätzliche Handhabungsroboter kann oder können dafür eingerichtet sein, dass Bauteil oder mehrere Bauteile eines durch die Bearbeitung herzustellenden Bauteilverbunds in der Bauteilaufnahme anzuordnen. Wird in der Aufnahme jeweils eine Bauteilgruppe aufgenommen, um die Bauteile der Gruppe in der Bearbeitungsposition zu einem Bauteilverbund zu fügen, können die Bauteile der Gruppe jeweils einzeln nacheinander in der Aufnahme angeordnet werden oder, bevorzugter, bereits als geschachtelte Bauteilgruppe, in der die Bauteile in der Anordnung, die sie in dem zu schaffenden Verbund relativ zueinander einnehmen, bereits angeordnet, vorzugsweise geschachtelt sind. Die Aufnahme und der Aufnahmeroboter, an dem die Aufnahme befestigt ist, können auch dafür eingerichtet sein, dass jeweils nächste Bauteil oder die jeweils nächsten Bauteile eines zu schaffenden Verbunds automatisch aufzunehmen. Das Darbieten der Bauteilaufnahme im abgestützten Zustand und Anordnen des Bauteils oder der mehreren Bauteile in der dargebotenen Aufnahme mittels eines oder mehrere anderer Roboter wird allerdings bevorzugt.

Vorteilhafte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. An den Figuren offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend erläuterten Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Figur 2 eine Aufnahme für Bauteile,
- Figur 3 eine Stützeinrichtung mit einer daran abgestützten Aufnahme für Bauteile,
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Vorrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels,
- Figur 5 eine Stützeinrichtung mit einer daran abgestützten Aufnahme für die Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels und
- Figur 6 eine von der Stützeinrichtung der Figur 5 abgewandelte Stützeinrichtung und die daran abgestützte Aufnahme der Figur 5.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer vertikalen Draufsicht. Bei der Vorrichtung handelt es sich um eine Roboterzelle zum Fügen jeweils eines ersten Bauteils mit einem zweiten Bauteil. Bei dem ersten Bauteil kann es sich beispielsweise um ein Außenhautteil für ein Kraftfahrzeug und bei dem zweiten Bauteil um ein damit zu fügendes Innenteil handeln. Im Verbund können die ersten und zweiten Bauteile jeweils paarweise beispielsweise ein bewegliches Anbauteil eines Kraftfahrzeugs bilden, etwa eine Tür, eine Motorhaube, eine Heckklappe oder ein Schiebedach. Auch feste Karosserieteile können gefügt werden, beispielsweise jeweils ein Dachteil mit einem Schiebedachrahmen. Zum Fügen eignet sich insbesondere das Rollfalzen, so dass beispielhaft unterstellt sei, dass die Vorrichtung einer Falzzelle ist.

Der Fügeprozess wird bei einer Bearbeitungsposition 15 durchgeführt. In einer dem eigentlichen Fügeprozess bei 15 vorgelagerten Stufe werden die ersten Bauteile und zweiten Bauteile der gleichen Gruppe in der für den Bauteilverbund erforderlichen Lage relativ zueinander geschachtelt. In der vorgelagerten Bearbeitungsstufe sind zwei

Handhabungsroboter 1 und 2 angeordnet. Der Handhabungsroboter 1 entnimmt jeweils ein erstes Bauteil aus einer von mehreren Bauteilablagen 11i, 11j und 11k und überführt das aufgenommene Bauteil in einen Klebebereich 12. Im Klebebereich 12 wird längs eines Fügerands des Bauteils Klebstoff aufgetragen. Nach dem Klebstoffauftrag bewegt der Handhabungsroboter 1 das Bauteil in einen Schachtelbereich 13 und legt es dort positioniert ab. Parallel nimmt der andere Handhabungsroboter 2 ein zweites Bauteil aus einer von mehreren weiteren Bauteilablagen 14m und 14n, bewegt das aufgenommene zweite Bauteil in den Schachtelbereich 13 und positioniert es dort an, vorzugsweise auf dem zuvor vom Handhabungsroboter 1 abgelegten ersten Bauteil in der für den zu schaffenden Verbund vorgesehenen Lage. Die Bauteile sind jetzt lose geschachtelt, wobei der mit dem Klebstoff versehene Fügeflansch des ersten Bauteils mit einem Fügeflansch des zweiten Bauteils überlappt.

Entweder beim Positionieren des zweiten Bauteils oder im Anschluss daran in einem gesonderten Schritt nimmt der Handhabungsroboter 2 die geschachtelten Bauteile auf, bewegt sie in den Bearbeitungsbereich bei 15 und positioniert sie dort auf einer Bauteilaufnahme, die an einem Roboterarm eines Aufnahmeroboters 3 befestigt ist. Der Aufnahmeroboter 3 ist in Figur 1 ohne Bauteilaufnahme dargestellt, nimmt allerdings eine Position ein, die er auch bei der Bearbeitung des vom Handhabungsroboter 2 erhaltenen Schachtelverbunds einnehmen würde. Die Bauteilaufnahme wurde in der Darstellung weggelassen, um den Blick auf eine im Bearbeitungsbereich bei der Bearbeitungsposition 15 stationär angeordnete Stützeinrichtung 30 freizugeben.

Im Zugangsbereich des Aufnahmeroboters 3, beispielhaft an dessen vom Bearbeitungsbereich abgewandten Rückseite, sind um den Aufnahmeroboter 3 mehrere unterschiedliche Bauteilaufnahmen 20a, 20b, 20c und 20d so angeordnet, dass der Aufnahmeroboter 3 wahlweise jede der Aufnahmen 20a bis 20d automatisch in kurzer Zeit am Ende seines Roboterarms andocken, in den Bearbeitungsbereich bewegen, dort relativ zur Stützeinrichtung 30 positionieren und mit der Stützeinrichtung in Kontakt bringen kann. Die andockte und somit am Roboterarm des Aufnahmeroboters lösbar befestigte Aufnahme, beispielsweise die Aufnahme 20a, wird vom Aufnahmeroboter 3 relativ zur Stützeinrichtung 30 so positioniert, dass sie von der Stützeinrichtung 30 abgestützt wird, um beim Bearbeiten

auftretende Bearbeitungskräfte nicht vom Aufnahmeroboter 3 aufnehmen zu müssen, sondern an der Stützeinrichtung 30 abzustützen.

Die Bearbeitung ist wie gesagt im Beispielfall ein Rollfalzprozess oder beinhaltet zumindest einen Rollfalzprozess. Im Bearbeitungsbereich sind Bearbeitungsroboter 4 und 5 angeordnet, an deren jeweiligem Roboterarm ein Bearbeitungswerkzeug 10 befestigt ist, beispielhaft jeweils ein Rollfalzwerkzeug. Denkbar wäre aber beispielsweise auch, dass ein Rollfalzwerkzeug 10 nur bei einem der Bearbeitungsroboter 4 und 5 vorgesehen ist, während der andere ein Bearbeitungswerkzeug einer anderen Art trägt, beispielsweise ein Präge-, Stanz-, Fräs-, Bohr-, Niet- oder Schraubwerkzeug. Es könnte sich bei dem optional anderen Werkzeug auch beispielsweise um ein Schweißwerkzeug handeln oder ein Heizwerkzeug zum Angelieren des Klebstoffs. Eines der Bearbeitungswerkzeuge 10 ist jedenfalls ein Werkzeug von der Art, das auf die oder nur eines der Bauteile eine resultierende äußere Bearbeitungskraft ausübt, die nicht im Werkzeug 10 selbst aufgefangen wird, indem sich der Fluss der Bearbeitungskraft im Werkzeug 10 schließt, sondern in die Aufnahme und über diese in die Stützeinrichtung 30 eingeleitet wird. Wäre die Stützeinrichtung 30 nicht vorhanden, müsste der Aufnahmeroboter 3 diese resultierende äußere Bearbeitungskraft aufnehmen. Die Bearbeitungsroboter 4 und 5 sind beispielhaft nebeneinander und dem Aufnahmeroboter 3 über die Stützeinrichtung 30 gesehen gegenüberliegend angeordnet. Abweichende Anordnungen relativ zum Aufnahmeroboter 3 sind jedoch denkbar, beispielsweise eine Anordnung an einer oder an beiden Seiten der Stützeinrichtung 30. Die Anordnung hängt beispielsweise davon ab, an welchen Stellen die Bauteile bearbeitet werden müssen.

Die am Aufnahmeroboter 3 befestigte Aufnahme, für die im folgenden stellvertretend für jede der unterschiedlichen Aufnahme 20a bis 20d gleichermaßen das Bezugszeichen 20 verwendet wird, liegt im abgestützten Zustand an einer Anlagestruktur 31 der Stützeinrichtung 30 an. Die Anlagestruktur 31 bildet an einer den Bearbeitungswerkzeugen 10 zugewandten Anlagenseite eine Anlagefläche, an der im abgestützten Zustand die am Roboterarm des Aufnahmeroboters 3 befestigte Aufnahme 20 mit ihrer Rückseite anliegt. In der Anlagestruktur 31 sind Lagerelemente 32 drehbar angeordnet. Bei den Lagerelementen 32 kann es sich um drehbare Rollen oder insbesondere um Kugeln handeln, die relativ zur

Anlagestruktur drehbar sind. Die Lagerelemente 32 bilden die eigentliche Anlagefläche der Stützeinrichtung 30, d.h. die positionierte Aufnahme 20 liegt auf den Lagerelementen 32 auf. Die Aufnahme 20 kann daher im abgestützten Zustand mittels des Aufnahmeroboters 3 mit vergleichsweise geringem Kraftaufwand relativ zur Stützeinrichtung 30 bewegt werden, während sie sich unmittelbar an den Lagerelementen 32 abstützt. Diese bewegliche Abstützung erlaubt vorteilhafterweise Drehbewegungen um eine zur Anlagefläche orthogonale Achse, im Beispielfall die Hochachse Z, und auch Translationsbewegungen parallel zur Anlagefläche, im Beispielfall in der X-Y-Ebene der Draufsicht. Die Bearbeitungsroboter 4 und 5 wirken mit ihren Werkzeugen 10 primär in eine zu der Z-Achse parallele Wirkrichtung auf den Bauteilverbund und somit über die Aufnahme 20 auf die Stützeinrichtung 30. Die von den Lagerelementen 32 gebildete Anlagefläche, an der im positionierten Zustand während der Bearbeitung die Aufnahme 20 mit ihrer Rückseite anliegt, weist orthogonal zu dieser Wirkrichtung Z und nimmt somit den größten Teil der Bearbeitungskräfte auf.

Um die Aufnahme 20 an einer für die Handhabung günstigen Stelle am Roboterarm befestigen zu können, weist die Anlagestruktur 31 einen Durchgriff 33 für den Roboterarm auf. Der Durchgriff 33 erstreckt sich in Z-Richtung durch die Anlagestruktur 31, und öffnet sich ferner zu einer Seite. Der Roboterarm kann daher von der Seite, durch eine Bewegung orthogonal zur Z-Achse ein Stück weit in die Anlagestruktur 31 bewegt werden, um die vorzugsweise an zentraler Stelle gehaltene Aufnahme 20 an die Anlagefläche 32 anlegen zu können. Im angelegten, in Z-Richtung abgestützten Zustand können daher von zentraler Stelle her optionale Bewegungen der Aufnahme 20 durch den Aufnahmeroboter 3 bewirkt werden. Insbesondere kann die Aufnahme 20 an der Anlagestruktur 31 vom Aufnahmeroboter 3 in einer für die Bearbeitung günstigen Position gehalten werden. Die Stützeinrichtung 30, genauer die Anlagestruktur 31, lässt Bewegungen parallel zur Anlagefläche 32, also Translationsbewegungen in X- und Y-Richtung sowie Drehbewegungen um die Z-Achse zu. In Bezug auf diese drei Freiheitsgrade wird die Aufnahme 20 vom Aufnahmeroboter 3 gehalten, entweder fixiert oder gesteuert, optional geregelt, bewegt.

Die Vorrichtung umfasst auch noch einen Entnahmeroboter 6, der den Bauteilverbund nach der Bearbeitung in der Bearbeitungsposition 15 aus der dort verbleibenden Aufnahme 20

nimmt und in einer Ablage 16 ablegt. Optional kann der Entnahmeroboter 6 zusätzlich für eine weitere Bearbeitung des Bauteilverbunds verwendet werden, beispielsweise für einen weiteren Rollfalzprozess oder einen Verfestigungsprozess für den Klebstoff. Um die optionale Zusatzverwendbarkeit anzudeuten, ist mit 17 ein weiterer Bearbeitungsbereich dargestellt. So kann der Entnahmeroboter 6 an seinem Roboterarm insbesondere ein Falzbett tragen, um den Bauteilverbund in diesem Falzbett aufzunehmen und in Zusammenarbeit mit einem in dem Bearbeitungsbereich 17 beispielsweise ortsfest angeordneten Rollfalzwerkzeug in einem nachgelagerten Rollfalz- oder anderen Fügeprozess weiter zu fügen, bevor der Bauteilverbund in die Ablage 16 abgelegt wird.

Die Vorrichtung kann einen Typwechsel der Bauteile rasch und flexibel vollziehen. So können in den Ablagen 11i, 11j und 11k erste Bauteile i, j und k jeweils unterschiedlichen Typs, ein Typ pro Ablage, abgelegt sein oder im Takt einer Serienfertigung einer größeren Fertigungslinie ständig herantransportiert werden. Das Gleiche gilt im Hinblick auf die Ablagen 14m und 14n für zweite Bauteile unterschiedlichen Typs, ein Typ m in der Ablage 14m und ein anderer Typ n in der Ablage 14n. Die Vorrichtung verfügt auch über Greiferablagen 18 für die Handhabungsroboter 1 und 2, so dass diese in Anpassung an den jeweiligen Bauteiltyp einen Greifer für den einen Bauteiltyp gegen einen anderen Greifer für den anderen Bauteiltyp automatisch selbst austauschen können. Für die Bearbeitungsroboter 4 und 5 können im Zugangsbereich des jeweiligen Roboters 4 oder 5 ein oder mehrere Wechselwerkzeuge 10 entsprechend den unterschiedlichen Greifern in den Greiferablagen 18 vorgesehen sein.

Die Bauteilaufnahmen 20a bis 20d sind an die mit den unterschiedlichen Bauteiltypen herstellbaren unterschiedlichen Bauteilverbunde angepasst, d.h. jeweils eine Aufnahme 20a, 20b, 20c oder 20d pro herstellbarem Bauteilverbund. Da die vom Aufnahmeroboter 3 dem Bauteilverbund entsprechend ausgewählte und automatisch angedockte Aufnahme 20, d.h. eine der dargestellten Aufnahmen 20a bis 20d, während der Bearbeitung eines bestimmten Bauteilverbundtyps am Aufnahmeroboter 3 verbleibt, kann durch einen Austausch, den der Aufnahmeroboter 3 rasch und flexibel selbst ausführen kann, von einem Verbund des einen Typs auf jeweils einen anderen gewechselt werden, für den eine passende Aufnahme 20 vorgehalten wird. Die Vorrichtung eignet sich somit auch für Typwechsel mit nur geringen

Stückzahlen für jeden oder einige der Bauteiltypen oder Verbundtypen. Der Aufnahmeroboter 3 kann zwischen den unterschiedlichen Aufnahmen 20a bis 20d beliebig und automatisch rasch wechseln. Um noch mehr unterschiedliche Bauteiltypen bzw. Verbundtypen bearbeiten bzw. herstellen zu können, müssen lediglich weitere Aufnahmen 20 vorgehalten werden. Der Austausch der gerade in der Vorrichtung befindlichen Aufnahmen 20a bis 20d gegen andere ist einfach und rasch möglich, da die Aufnahmen lediglich in einer für das automatische Andocken geeigneten Position vorgehalten werden müssen.

Figur 2 zeigt eine am Roboterarm des Aufnahmeroboters 3 befestigte Aufnahme 20 in einer ersten Variante. Die Aufnahme 20 ist mittels einer Kupplung 9 lösbar am Roboterarm des Aufnahmeroboters 3 befestigt. Die Kupplung 9 umfasst eine fest mit dem Roboterarm verbundene Kupplungshälfte 9a und eine fest mit der Aufnahme 20 verbundene Kupplungshälfte 9b. Die Kupplungshälften 9a und 9b wirken so zusammen, dass der Aufnahmeroboter 3 mit der Kupplungshälfte 9a durch eine gerade Näherungsbewegung längs der Z-Achse und durch eine in Z-Richtung gerichtete Druckkraft die Aufnahme 20 automatisch andocken kann. Im angedockten und dadurch befestigten Zustand kann der Roboter die Aufnahme 20 in seinem äußersten Armgelenk 8 um die Z-Achse hin und her drehen.

Die Aufnahme 20 ist beispielhaft für die Ausführung eines Rollfalzprozesses gebildet. Sie umfasst eine Trägerstruktur 21 mit einer dem Roboterarm zugewandten Rückseite, an der die Kupplungshälfte 9b angeordnet ist. An der gegenüberliegenden Vorderseite ist ein Falzbett 22 angeordnet, das einer Kontur des zu falzenden Bauteils des herzustellenden Verbunds nachgeformt ist. Das Falzbett 22 bildet eine streifenförmige schmale Unterlage für das betreffende Bauteil, die dem Verlauf des Fügeflansches folgt. Die Aufnahme 20 ist eine Leichtbaustruktur, weist im Allgemeinen aber dennoch ein erhebliches Gewicht von wenigstens mehrfach 10 kg, gegebenenfalls auch über 100 kg auf.

An der dem Roboterarm zugewandten Rückseite der Trägerstruktur 21 ist eine Laufplatte 23 angeordnet, die an ihrer dem Roboterarm zugewandten Oberfläche eine Lauffläche 24 bildet, mit der die Aufnahme 20 an die Stützeinrichtung 30, nämlich deren Anlagestruktur 31 angelegt wird. Wird die Anlagefläche der Anlagestruktur 31 wie bevorzugt und im

Ausführungsbeispiel unterstellt von beweglich gelagerten Lagerelementen 32 gebildet, liegt die Aufnahme 20 im positionierten, an der Stützeinrichtung 30 abgestützten Zustand mit der Lauffläche 24 an den Lagerelementen 32 an, so dass der Aufnahmeroboter 3 die Aufnahme 20 mit geringer Reibung über die Anlagefläche 32 bewegen und dadurch zum einen präzise positionieren und zum anderen auch umpositionieren kann, sollte dies für die Bearbeitung günstig sein. Die reibungsarm mögliche Bewegbarkeit im abgestützten Zustand kann mit Vorteil auch dazu genutzt werden, die Aufnahme 20 mit der aufgenommenen Bauteilgruppe während der Bearbeitung mittels des Aufnahmeroboters 3 zu bewegen, d.h. während eine von der Stützeinrichtung abgestützte Bearbeitungskraft wirkt. Der Aufnahmeroboter 3 dreht die Aufnahme 20 hierfür um die Z-Achse, parallel zu der auch die Bearbeitungskräfte hauptsächlich wirken, gegebenenfalls kann er die Aufnahme 20 auch über die Anlagefläche 32 verschieben, also in der X-Y-Ebene translatorisch bewegen.

Die Anlagefläche der Anlagestruktur 31, beispielsweise eine durch beweglich gelagerte Lagerelemente 32 gebildete Anlagefläche, muss nicht eben sein, obgleich dies bevorzugt wird. Die Anlagefläche kann beispielsweise so geformt sein, dass sich die Aufnahme 20 bei der Positionierung mittels des Aufnahmeroboters 3 automatisch an der Anlagefläche zentriert und dann gegebenenfalls nur noch drehbeweglich oder im angelegten Zustand relativ zur Stützeinrichtung 30 nicht mehr beweglich ist.

Die Aufnahme 20 verfügt über eine Fixiereinrichtung 25 zum Fixieren der aufgenommenen Bauteilgruppe. Die Fixiereinrichtung wird von einer Mehrzahl von Saugern 25 gebildet, die über eine gemeinsame Saugleitung 26 miteinander verbunden sind. Die Saugleitung 26 führt durch die Kupplung 9, so dass die Sauger 25 zum einen mittels des Aufnahmeroboters 3 betrieben und zum anderen beim Andocken gleich automatisch angeschlossen werden. Die Sauger 25 sind über den Verlauf des Falzbetts 22 verteilt angeordnet und werden durch einfache Saugöffnungen an der Oberfläche des Falzbetts 22 gebildet. Die Saugleitung 26 verläuft zweckmäßigerweise längs eines Seitenrands des Falzbetts 22, so dass die Sauger bzw. Saugöffnungen 25 aus dem Material des Falzbetts 22 nach außen zur Saugleitung 26 geführt sind.

Figur 3 zeigt eine Stützeinrichtung 30 in einem Schnitt, in dessen Schnittebene sich die Z-Achse erstreckt. Die Stützeinrichtung 30 umfasst eine Anlagestruktur 31, für die die vorstehenden Ausführungen gelten. Während die Anlagefläche 32 bei der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung eine horizontale Fläche ist, weist die Anlagefläche 32 der in Figur 3 dargestellten Stützeinrichtung 30 mit einer Neigung zur Horizontalen. Der Neigungswinkel beträgt etwa 60° . Der Schnitt der Figur 3 verläuft durch den Roboterarm des Aufnahmeroboters 3 und somit auch durch den Durchgriff 33. Die geneigte Anlagestruktur 31 ist an ihrer Rückseite mittels einer Stütze 34 am Boden der Vorrichtung abgestützt. Die Wirkachse Z ist zur Vertikalen entsprechend der Neigung der Anlagefläche geneigt. Die Aufnahme 20 ist im Bereich des Falzbetts 22 mit einer Fixiereinrichtung ausgestattet, die im Beispiel als Klemmeinrichtung mit mechanischen Klemmgliedern 27 ausgeführt ist. Bei den Aufnahmen 20, grundsätzlich auch bei anderen Arten von Aufnahmen für andere Arten von Bearbeitungen, können Saugeinrichtungen und Klemmeinrichtungen auch in Kombination eine Fixiereinrichtung der jeweiligen Aufnahme 20 bilden. Von den erwähnten Unterschieden hinsichtlich der Fixiereinrichtung und der geneigten Ausrichtung der Anlagefläche 32 abgesehen entsprechen die Aufnahme 20 der Figur 3 der Aufnahme 20 der Figur 2 und die Stützeinrichtung 30 derjenigen der Figur 1, so dass die dortigen Ausführungen gleichfalls gelten und auch die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

Die Anlagefläche der Stützeinrichtung 30 kann wie in Figur 1 dargestellt horizontal ausgerichtet sein. Alternativ ist auch eine vertikale Ausrichtung realisierbar. Die vertikale Ausrichtung ist vorteilhaft im Hinblick auf den Platzbedarf, erfordert jedoch beim Aufnahmeroboter 3 die Aufbringung einer größeren Haltekraft, um die Aufnahme 20 an der Anlagefläche zu halten. Um den Aufnahmeroboter 3 diesbezüglich zu entlasten, könnte bei vertikaler Ausrichtung der Anlagefläche die Stützeinrichtung über Hilfsmittel zum Halten der Aufnahme 20 aufweisen, beispielsweise einen oder mehrere Anschläge, die das Gewicht der Aufnahme 20 abstützen. Die geneigte Ausrichtung, wie Figur 3 sie beispielhaft zeigt, vermittelt zwischen den beiden Extremen der horizontalen und der vertikalen Ausrichtung. Zum einen weist eine Komponente der Gewichtskraft in Richtung auf die Anlagefläche 32, also in Wirkrichtung Z der Bearbeitungskräfte, und zum anderen ist der Flächenbedarf in der vertikalen Draufsicht gesehen gegenüber der horizontalen Ausrichtung immer noch verringert. Ferner ist ein im Vergleich zur horizontalen Ausrichtung weiterer Vorteil nicht

ganz unbeachtlich, dass nämlich die Belastung der Bearbeitungsroboter in einem engeren Schwankungsbereich gehalten werden kann. Bei horizontaler Ausrichtung sind die Unterschied in der Ausladung bzw. der Streckung der Roboterarme, d.h. der Abstand zwischen der Roboterbasis und dem Bearbeitungswerkzeug 10, am größten, so dass die Nachgiebigkeit der Bearbeitungsroboter am stärksten schwankt. Die Schwankungsbreite in der Nachgiebigkeit der Roboterarme ist bei vertikaler oder geneigter Ausrichtung geringer. Für die Neigung der Anlagefläche 32 sind Neigungswinkel zur Horizontalen oder Vertikalen aus dem Bereich zwischen vorzugsweise wenigstens 30° und vorzugsweise höchstens 60° günstig.

Figur 4 zeigt in einer vertikalen Draufsicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel wirken jetzt ein Aufnahmeroboter 3 und ein Niederhalterroboter 7 zusammen, um zu fügende Bauteile in der Bearbeitungsposition 15 relativ zueinander zu fixieren.

Die Aufnahmen 20 des ersten Ausführungsbeispiels sind jeweils mit einer eigenen Fixiereinrichtung versehen, beispielhaft die Saugeinrichtung 25, 26 und die Klemmeinrichtung 27, wobei beide Arten eine Fixiereinrichtung auch in Kombination verwirklicht sein können. Die Klemmeinrichtung 27 ist auch als sogenannte Klavierspanntechnik bekannt. Im Unterschied zu Aufnahmen 20 mit derartigen Fixiereinrichtungen kommen im zweiten Ausführungsbeispiel Aufnahmen 28 zum Einsatz, die keine eigene Fixiereinrichtung aufweisen oder nicht über eine ausreichende eigene Fixiereinrichtung verfügen. Vielmehr werden die zu fügenden Bauteile in die jeweilige Aufnahme 28 eingelegt, vergleichbar dem Schachteln im ersten Ausführungsbeispiel, und im eingelegten Zustand mittels eines Niederhalters 29 relativ zueinander gespannt und dadurch fixiert. Der Niederhalter 29 ersetzt die im ersten Ausführungsbeispiel unmittelbar bei den Aufnahmen 20 vorgesehene Fixiereinrichtung 25 oder 27. Der Niederhalter 29 wiederum ist an einem weiteren Roboter, dem Roboterarm eines Niederhalterroboters 7, befestigt. Der Niederhalter 29 ist vorteilhafterweise mittels einer Kupplung 9 entsprechend der Kupplung 9 des ersten Ausführungsbeispiels am Roboterarm des Niederhalterroboters 7 befestigt. Für die Verbindung gelten die zur Kupplung 9 gemachten Ausführungen. Insbesondere ist auch für

den Niederhalter 29 ein vollkommen automatischer, rascher Wechsel im Falle eines Bauteiltypenwechsels möglich.

Figur 5 zeigt eine Aufnahme 28 und einen Niederhalter 29, die gemeinsam die Bauteile in der für den Fügeprozess erforderlichen Lage relativ zueinander fixieren. Dargestellt ist die Situation im abgestützten Zustand der Aufnahme 28. Die im Bearbeitungsbereich angeordnete Stützeinrichtung ist wieder mit 30 bezeichnet. Die Stützeinrichtung 30 weist im Unterschied zur Stützeinrichtung des ersten Ausführungsbeispiels keinen Durchgriff 33, sondern eine Ausnehmung 35 auf, in der das Ende des Roboterarms des Aufnahmeroboters 3 im abgestützten Zustand der Aufnahme 28 aufgenommen ist. Die Ausnehmung 35 ist nicht als Durchgang gebildet, gleichwohl aber zur Seite offen, so dass der Roboterarm zur Seite aus der Ausnehmung 35 ragen kann, während die Aufnahme 28 mit ihrer Rückseite auf der Anlagefläche 32 der Anlagestruktur 31 anliegt. Von der Ausnehmung 35 abgesehen entspricht die Stützeinrichtung 30 derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels. Für die Aufnahme 28 gelten von dem erwähnten Unterschied hinsichtlich der Fixiertechnik ebenfalls die unter dem ersten Ausführungsbeispiel gemachten Ausführungen, so beispielsweise im Hinblick auf das Falzbett 22 und die Verbindung mit dem Roboterarm des Roboters 3. Auch die Handhabung ist der des ersten Ausführungsbeispiels vergleichbar und unterscheidet sich nur, soweit dies durch das Zusammenwirken mit dem Niederhalter 29 veranlasst ist. So verbleibt der Roboterarm des Aufnahmeroboters 3 während der Bearbeitung von Bauteilen oder Bauteilgruppen des gleichen Typs, also zwischen zwei Bauteiltypwechseln, mit der Aufnahme 28 an der Anlagefläche 32 der Stützstruktur 30.

Mittels eines nicht dargestellten Handhabungsroboters wird im Takt der Fertigung jeweils ein erstes Bauteil in die im Bearbeitungsbereich bei 15 im abgestützten Zustand vom Aufnahmeroboter 3 dargebotene Aufnahme 28 eingelegt. In einer ersten Verfahrensvariante wird das dazugehörige zweite Bauteil von einem weiteren, nicht dargestellten Handhabungsroboter ebenfalls in die Aufnahme 28 eingelegt, in der vorgegebenen Relativposition zum ersten Bauteil. Anschließend legt der Niederhalterroboter 7 den Niederhalter 29 in Richtung -Z gegen die eingelegten Bauteile und spannt den Niederhalter 29 durch Druck in die -Z-Richtung relativ zur Aufnahme 28, so dass die Bauteile relativ zueinander fixiert sind. In einer zweiten Verfahrensvariante nimmt der Niederhalterroboter 7

mit seinem Niederhalter 29 jeweils ein zweites Bauteil aus einer der Ablagen 14l bis 14n auf und positioniert dieses im Bearbeitungsbereich relativ zum eingelegten ersten Bauteil. Im positionierten Zustand d drückt der Niederhalterroboter 7 den Niederhalter 29 in Richtung auf die Aufnahme 28, wodurch die Bauteile relativ zueinander fixiert werden. Im fixierten Zustand werden die Bauteile mittels der Bearbeitungswerkzeuge 10 der Bearbeitungsroboter 4 und 5 bearbeitet. Diesbezüglich gelten ebenfalls die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel. Unterschiede ergeben sich in erster Linie nur durch die im zweiten Ausführungsbeispiel zwei Roboter 3 und 7, die zum Fixieren der Bauteile pro Bauteilgruppe erforderlich sind.

Der Niederhalterroboter 7 und der Niederhalter 29 werden in bevorzugten Ausführungen dazu verwendet, den gefügten Bauteilverbund aus der Aufnahme 28 zu nehmen, so dass diese unmittelbar nach Ausführung des Bearbeitungsprozesses in der Bearbeitungsposition 15 wieder frei für das nächste erste Bauteil ist. Dargestellt ist neben dem Niederhalterroboter 7 eine optionale Bearbeitungsstation, über die der Niederhalterroboter 7 den Bauteilverbund vergleichbar dem Entnahmeroboter 6 des ersten Ausführungsbeispiels zur Ablage 16 bewegen und in dieser ablegen kann. Anschließend bewegt der Niederhalterroboter 7 in der zweiten Verfahrensvariante den Niederhalter 29 zur jeweiligen Ablage 14l, 14m oder 14n, um dort das passende nächste zweite Bauteil aufzunehmen. Hinsichtlich des Bearbeitungsbereichs 17 gelten die zum ersten Ausführungsbeispiel gemachten Ausführungen.

In den erläuterten Beispielen verbleibt die Aufnahme 20 des ersten Ausführungsbeispiels und auch die Aufnahme 28 des zweiten Ausführungsbeispiels im Bearbeitungsbereich an der Stützeinrichtung 30, bis jeweils ein Bauteiltypwechsel vollzogen wird. In einer alternativen Verfahrensführung könnte der Aufnahmeroboter 3 auch mittels der Aufnahme 20 oder der Aufnahme 28 das jeweils nächste erste Bauteil aktiv aufnehmen, anstatt die jeweilige Aufnahme 20 oder 28 nur zum Einlegen darzubieten. Die alternative Verfahrensführung ist allerdings Fälle beschränkt, in denen die Aufnahme 20 oder 28 nur ein geringes Gewicht aufweist. Zudem müsste die Aufnahme 28 zumindest soweit mit einer eigenen Aufnahmetechnik ausgestattet werden, dass sie selbst jeweils ein erstes Bauteil zumindest transportieren kann. Hier käme beispielsweise eine Saugereinrichtung in Frage. In diesem Zusammenhang ist auch noch ein Vorteil der Niederhalterspanntechnik zu erwähnen. Werden

die Bauteile mit sogenannter Klavierspanntechnik relativ zueinander fixiert, können die Fixiermittel der Aufnahme 20 den Bearbeitungsprozess behindern. Dem kann dadurch begegnet werden, dass die Fixiermittel einzeln geöffnet und wieder geschlossen werden können. Die Niederhaltespanntechnik lässt hingegen den Rand der Bauteile für den Bearbeitungsprozess frei und behindert den Bearbeitungsprozess daher nicht. Dies gilt jedenfalls für Ausbildungen, wie im Ausführungsbeispiel, in denen der Niederhalter in einem zentralen Bereich an den Niederhalterroboter 7 angedockt ist und die zu bearbeitenden Stellen wie beispielsweise beim Rollfalzen, den zentralen Befestigungsbereich umgeben. Alternativ könnten eine Aufnahme 28 und ein Niederhalter 29 verwendet werden, wie sie die WO 2007/110235 offenbart, die diesbezüglich in Bezug genommen wird.

In Figur 6 ist eine Variante für die Stützeinrichtung 30 dargestellt. In der Variante bilden nicht die Lagerelemente 38 unmittelbar die Anlagefläche für die Aufnahme 20 oder 28. Vielmehr weist die modifizierte Stützeinrichtung 30 ein internes Drehgelenk auf mit der Z-Achse als Gelenkachse. Die modifizierte Stützeinrichtung 30 ist in zwei Gelenkelemente unterteilt, nämlich in eine Basisstruktur 36 und eine Anlagestruktur 37 die eine einfache, in sich nicht bewegliche Anlagefläche für die Aufnahme 20 oder 28 bildet. Diese beiden Gelenkelemente, nämlich Basisstruktur 36 und Anlagestruktur 37, sind relativ zueinander mittels Lagerelemente 38 drehbar. Statt zusätzliche Lagerelemente 38 zu verwenden, könnten die Basisstruktur 36 und die Anlagestruktur 37 auch ein Drehgleitlager miteinander bilden. Das Gelenkelement 37 bildet die Anlagefläche 32 für die Aufnahme 20 oder 28. Eine Beweglichkeit ist im angelegten Zustand allerdings durch das Gelenk 37, 38 gegeben.

In noch einer Variante sind die in den Figuren 5 und 6 auf der Seite der Stützeinrichtung 30 vorgesehenen Lagerelemente 32 oder 38 an der Rückseite der Aufnahme 20 oder 28 oder einer Aufnahme mit Gelenk vorgesehen. Hierdurch wird die Aufnahme komplexer, die Stützeinrichtung 30 wiederum vereinfacht. Bevorzugt sind derartige Lagerelemente 32 allerdings bei der Stützeinrichtung 30 vorgesehen, da die gleiche Stützeinrichtung 30 vorteilhafterweise für eine Mehrzahl unterschiedlicher Aufnahmen 20 oder 28 verwendet werden kann.

Bezugszeichen:

1	Handhabungsroboter
2	Handhabungsroboter
3	Aufnahmeroboter
4	Bearbeitungsroboter
5	Bearbeitungsroboter
6	Entnahmeroboter
7	Niederhalteroboter
8	Gelenk Roboterarm
9	Kupplung
10	Bearbeitungswerkzeug
11i-k	Ablage erste Bauteile
12	Klebebereich
13	Schachtelbereich
14l-n	Ablage zweite Bauteile
15	Bearbeitungsposition
16	Ablage Bauteilverbund
17	Bearbeitungsbereich
18	Greiferablage
19	-
20a-d	Aufnahmen
21	Trägerstruktur
22	Falzbett
23	Laufplatte
24	Lauffläche
25	Fixiereinrichtung, Sauger
26	Saugleitung
27	Fixiereinrichtung, Klemmglieder
28	Aufnahme
29	Niederhalter
30	Stützeinrichtung

31	Anlagestruktur
32	Anlagefläche, Lagerelemente
33	Durchgriff
34	Stütze
35	Ausnehmung
36	Basisstruktur
37	Anlagestruktur
38	Lagerelemente
Z	Wirkachse, Wirkrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten eines Bauteils, vorzugsweise zum Fügen des Bauteils mit wenigstens einem weiteren Bauteil, bei dem
 - a) ein Aufnahmeroboter (3) mit einer an einem Roboterarm befestigten Aufnahme (20; 28) das in der Aufnahme (20; 28) aufgenommene Bauteil in einer Bearbeitungsposition (15) hält,
 - b) während das Bauteil in der Aufnahme (20; 28) mittels eines Bearbeitungswerkzeugs (10) bearbeitet wird, das bei der Bearbeitung auf die Aufnahme (20; 28) eine Bearbeitungskraft ausübt, die außerhalb der Aufnahme (20; 28) abgestützt werden muss, um das Bauteil in der Bearbeitungsposition (15) zu halten,
 - c) und die Aufnahme (20; 28) oder der Roboterarm in der Bearbeitungsposition (15) an einer Stützeinrichtung (30) gegen die Bearbeitungskraft abgestützt wird oder werden, so dass der Roboterarm von der durch die Bearbeitungskraft erzeugten Belastung zumindest im Wesentlichen entlastet wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der Aufnahmeroboter (3) für einen Wechsel von einem Bauteil eines ersten Typs auf ein Bauteil eines anderen, zweiten Typs die an das Bauteil des ersten Typs angepasste Aufnahme (20; 28) in einer Ablage ablegt, vorzugsweise automatisch abdockt, und anstelle der abgelegten Aufnahme (20; 28) eine andere, an das Bauteil des zweiten Typs angepasste zweite Aufnahme (20; 28) aufnimmt, vorzugsweise automatisch andockt, und relativ zur Stützeinrichtung (30) positioniert, so dass die zweite Aufnahme (20; 28) oder der Roboterarm wieder von der Stützeinrichtung (30) abgestützt wird oder werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die vorzugsweise stationär angeordnete Stützeinrichtung (30) und mehrere Aufnahmen (20; 28) aneinander angepasst sind und die Aufnahmen (20; 28) bei dem Bearbeiten jeweils von der gleichen Stützeinrichtung (30) abgestützt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Aufnahme (20; 28) von der Stützeinrichtung (30) in der Bearbeitungsposition (15) beweglich gelagert wird, der Aufnahmeroboter (3) die Aufnahme (20; 28) während der Bearbeitung hält, entweder unverändert in der gleichen Bearbeitungsposition (15) oder kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegt, und bei dem die Aufnahme (20; 28) während des Haltens in der gleichen oder sich ändernden Bearbeitungsposition (15) von der Stützeinrichtung (30) abgestützt wird, vorzugsweise an der Stützeinrichtung (30) anliegt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und alternativ einem der folgenden Verfahrensschritte:
 - (i) der Aufnahmeroboter (3) hält die Aufnahme (20; 28) in dem von der Stützeinrichtung (30) abgestützten Zustand, während das Bauteil in die Aufnahme (20; 28) eingelegt wird;
 - (ii) der Aufnahmeroboter (3) bewegt die Aufnahme (20) zu einer Bauteilablage, nimmt dort das Bauteil auf und positioniert die Aufnahme (20) erneut in der Bearbeitungsposition (15) in einem an der Stützeinrichtung (30) abgestützten Zustand.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Aufnahmeroboter (3) die Aufnahme (20; 28) mit dem Bauteil bei der Bearbeitung relativ zu der Stützeinrichtung (30) bewegt und die Stützeinrichtung (30) die Aufnahme (20; 28) während einer die äußere Bearbeitungskraft erzeugenden Bearbeitung stützt, wobei das Bauteil vorzugsweise auch während der Bewegung mit dem Bearbeitungswerkzeug (10) bearbeitet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Stützeinrichtung (30) der Aufnahme (20; 28) im abgestützten Zustand wenigstens einen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit lässt und der Aufnahmeroboter (3) die Aufnahme (20; 28) während der Bearbeitung in Bezug auf diesen oder in diesem Freiheitsgrad der Bewegbarkeit in der gleichen Bearbeitungsposition hält oder die Bearbeitungsposition durch Bewegen der Aufnahme (20; 28) verändert, während die Stützeinrichtung (30) die Aufnahme (20; 28) abstützt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
 - (i) das Bearbeitungswerkzeug (10) ist an einem Roboterarm eines Bearbeitungsroboters (4, 5) befestigt, der das Bearbeitungswerkzeug (10) bei der Bearbeitung im Raum gesteuert bewegt, wobei das Werkzeug (10) das Bauteil vorzugsweise auch während der Bewegung bearbeitet;
 - (ii) das Bearbeitungswerkzeug (10) bördelt, prägt, stanzt oder bearbeitet das Bauteil spanend, beispielsweise durch Bohren oder Fräsen, oder fügt es mit einem von der Aufnahme (20; 28) aufgenommenen weiteren Bauteil, vorzugsweise durch Falzen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
 - (i) das Bauteil wird mittels einer Fixiereinrichtung (25, 26; 27) der Aufnahme (20) an der Aufnahme (20) fixiert;
 - (ii) das Bauteil wird mittels eines Niederhalters (29) an der Aufnahme (28) fixiert, wobei der Niederhalter (29) vorzugsweise an einem Roboterarm eines Niederhalterroboters (7) befestigt ist und der Aufnahmeroboter (3) und der Niederhalterroboter (7) kooperierend gemeinsam das aufgenommene Bauteil in der Bearbeitungsposition halten, entweder unverändert in der gleichen Bearbeitungsposition oder kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegt.

10. Vorrichtung zum Bearbeiten eines Bauteils, vorzugsweise zum Fügen des Bauteils mit wenigstens einem weiteren Bauteil, die Vorrichtung umfassend:
 - a) einen Aufnahmeroboter (3) mit einem Roboterarm,
 - b) eine an dem Roboterarm befestigte Aufnahme (20; 28) für das Bauteil,
 - c) einen Bearbeitungsroboter (4, 5) mit einem Roboterarm,
 - d) ein an dem Roboterarm des Bearbeitungsroboters (4, 5) befestigtes Bearbeitungswerkzeug (10) zum Bearbeiten des Bauteils
 - e) und eine Stützeinrichtung (30) zum Abstützen der am Roboterarm des Aufnahmeroboters (3) befestigten Aufnahme (20; 28) oder unmittelbar des Roboterarms des Aufnahmeroboters gegen eine vom Bearbeitungswerkzeug (10)

während der Bearbeitung auf die Aufnahme (20; 28) ausgeübte äußere Bearbeitungskraft, die ohne das Abstützen über die Aufnahme (20; 28) auf den Roboterarm des Aufnahmeroboters (3) wirken würde.

11. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (30) an einer Anlageseite eine Anlagefläche (32) zum Anlegen der Aufnahme (20; 28) und in der Anlagefläche (32) einen Durchgriff (35) oder eine Ausnehmung (35) für den Roboterarm des Aufnahmeroboters (3) aufweist, so dass der Roboterarm durch den Durchgriff (35) oder aus der Ausnehmung (35) heraus die Aufnahme (20; 28) an der Anlagefläche (32) halten kann.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (30) stationär an einem für den Aufnahmeroboter (3) und den Bearbeitungsroboter (4, 5) zugänglichen Ort angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (30) die Aufnahme (20; 28) in der Bearbeitungsposition beweglich abstützt, vorzugsweise eine Anlagefläche (32) zum Anlegen der Aufnahme (20; 28) aufweist, relativ zu der die Aufnahme (20; 28) im angelegten Zustand bewegbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (30) für die Aufnahme (20; 28) eine Anlagefläche (32) bildet, die die im abgestützten Zustand anliegende Aufnahme (20; 28) in der Bearbeitungsposition (15) bewegbar stützt, in bevorzugten Ausführungen in Bezug auf zwei zueinander orthogonale Achsen (X, Y) translatorisch oder um eine zu diesen beiden Achsen orthogonale dritte Achse (Z) rotatorisch bewegbar stützt und in den drei weiteren Freiheitsgraden der Bewegbarkeit fixiert.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (30) eine von einem Gelenkelement (37) eines Gelenks (36, 37), vorzugsweise Drehgelenks oder Dreh- und Schubgelenks, oder eine von wenigstens einem beweglichen Lagerelement (32) oder einem Düsenfeld zum Ausblasen eines

- Gases gebildete Anlagefläche (32) aufweist, an die die Aufnahme (20; 28) anlegbar ist, so dass die Aufnahme (20; 28) im Gelenk (36, 37) der Stützeinrichtung (30) oder relativ zu der Anlagefläche (32) mittels des Aufnahmeroboters (3) im abgestützten Zustand in der Bearbeitungsposition beweglich ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
- (i) die Stützeinrichtung (30) weist eine Fixiereinrichtung, vorzugsweise eine Anschlagereinrichtung, eine Saugereinrichtung oder eine Klemmeinrichtung, für die Aufnahme (20; 28) auf;
 - (ii) die Aufnahme (20) weist eine Fixiereinrichtung (25, 26; 27) auf, vorzugsweise eine Saugereinrichtung (25, 26) oder eine Klemmeinrichtung (27), mittels der das Bauteil an der Aufnahme (20; 28) fixierbar ist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Niederhalteroboter (7) mit einem Roboterarm, an dem ein Niederhalter (29) befestigt ist, mit dem das Bauteil allein oder gemeinsam mit wenigstens einem anderen Bauteil relativ zu der Aufnahme (28) fixierbar ist, wobei der Aufnahmeroboter (3) und der Niederhalteroboter (7) steuerungstechnisch dazu eingerichtet sind, miteinander zu kooperieren, um die Aufnahme (28) und den Niederhalter (29) im fixierten Zustand gemeinsam in der Bearbeitungsposition zu halten, entweder unverändert in der gleichen Bearbeitungsposition oder kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegt.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
- (i) die Aufnahme (20; 28) ist mittels einer Kupplung (9) am Roboterarm des Aufnahmeroboters (3) befestigt und kann automatisch vom Roboterarm abgedockt werden, um durch automatisches Andocken einer anderen Aufnahme (21) einen Bauteiltypenwechsel automatisch vornehmen zu können;
 - (ii) die Vorrichtung wenigstens eine andere Aufnahme (20; 28) für ein Bauteil eines anderen Typs umfasst und die andere Aufnahme (20; 28) vom

Aufnahmeroboter (3) automatisch an dessen Roboterarm andockt werden kann.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Steuerung, die dafür eingerichtet ist, die Roboter (3, 4, 5, 7) entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem automatisierten Ablauf zu steuern.

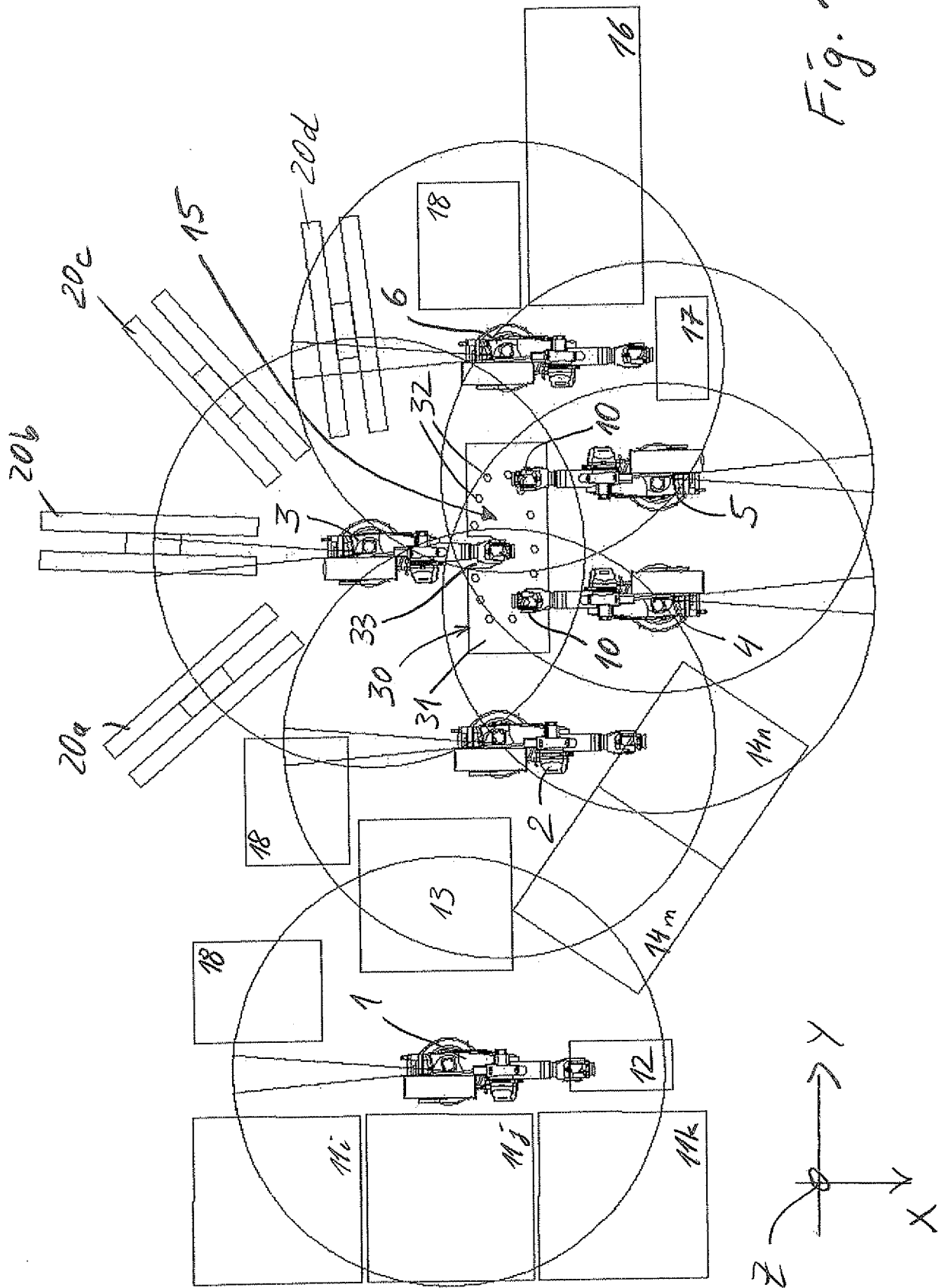


Fig. 1

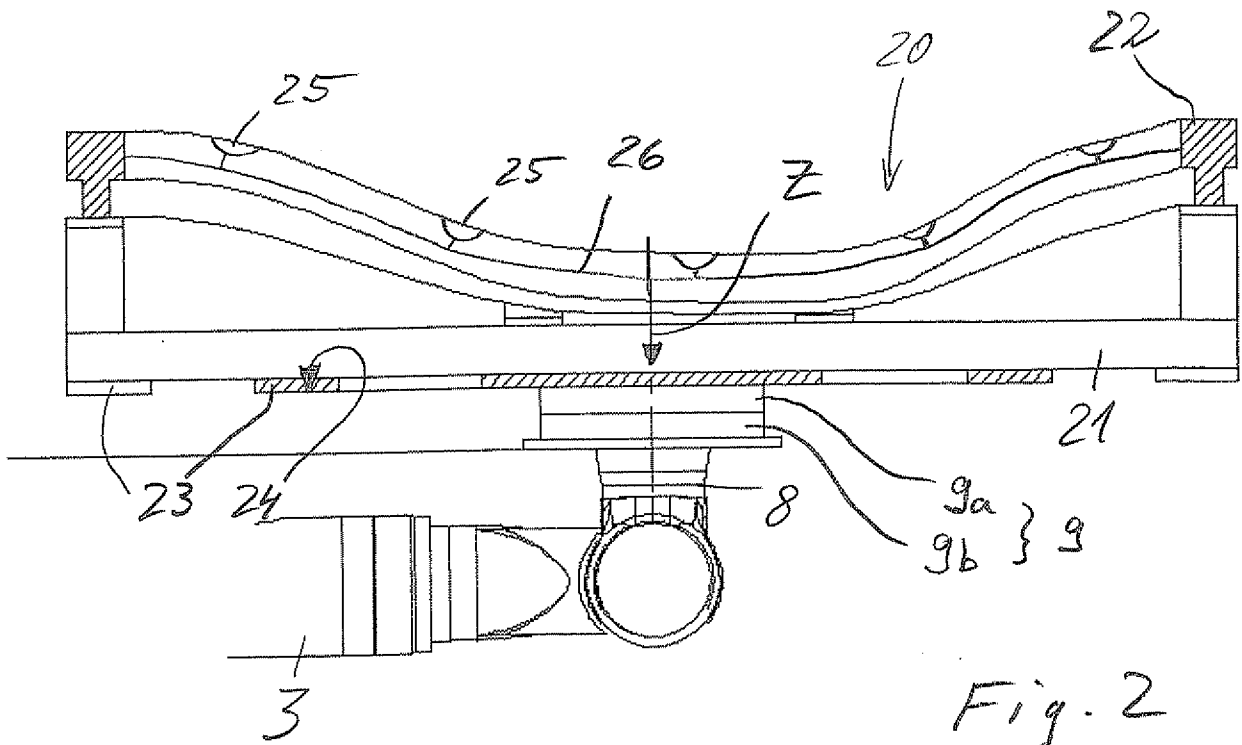


Fig. 2

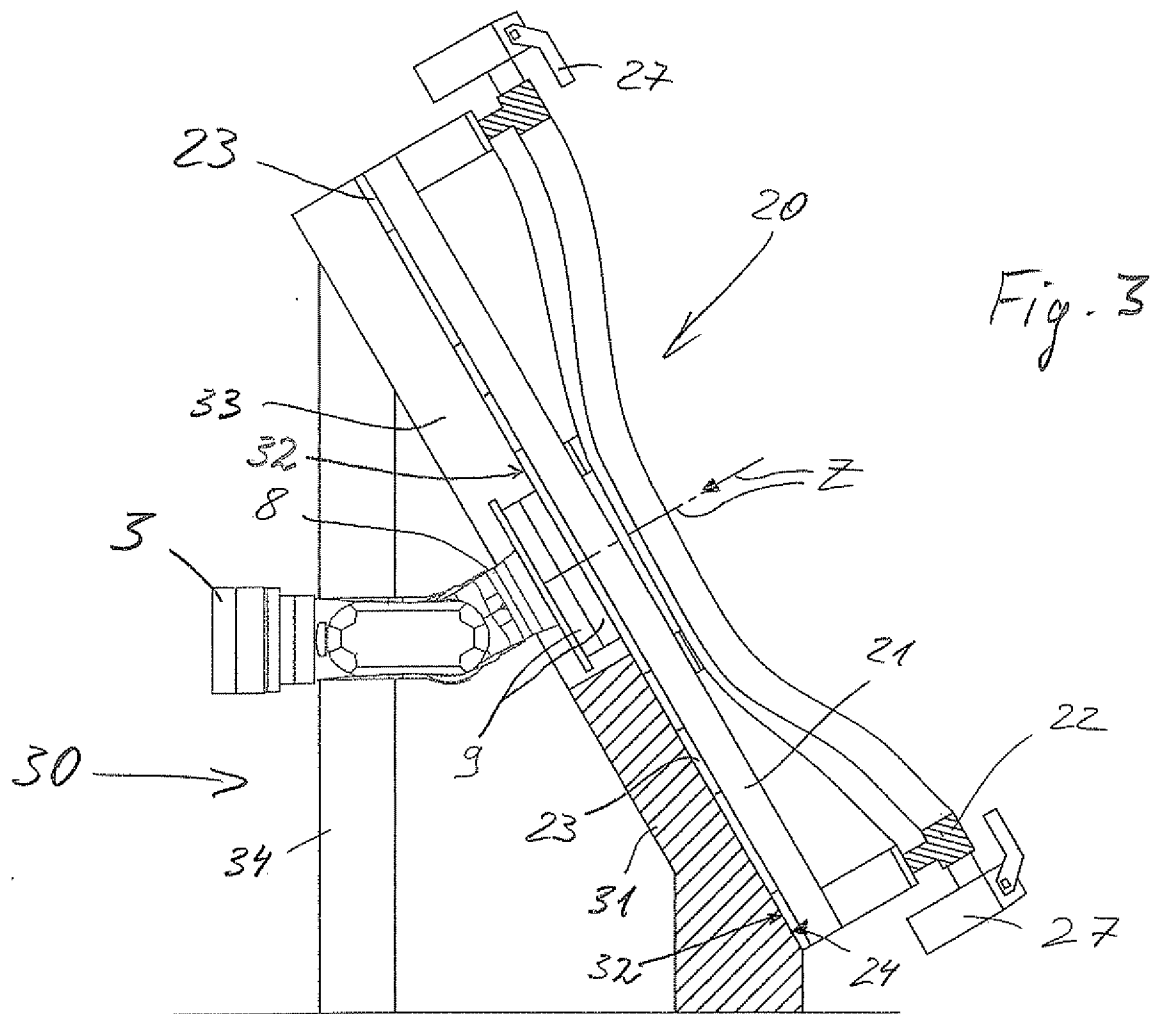


Fig. 3

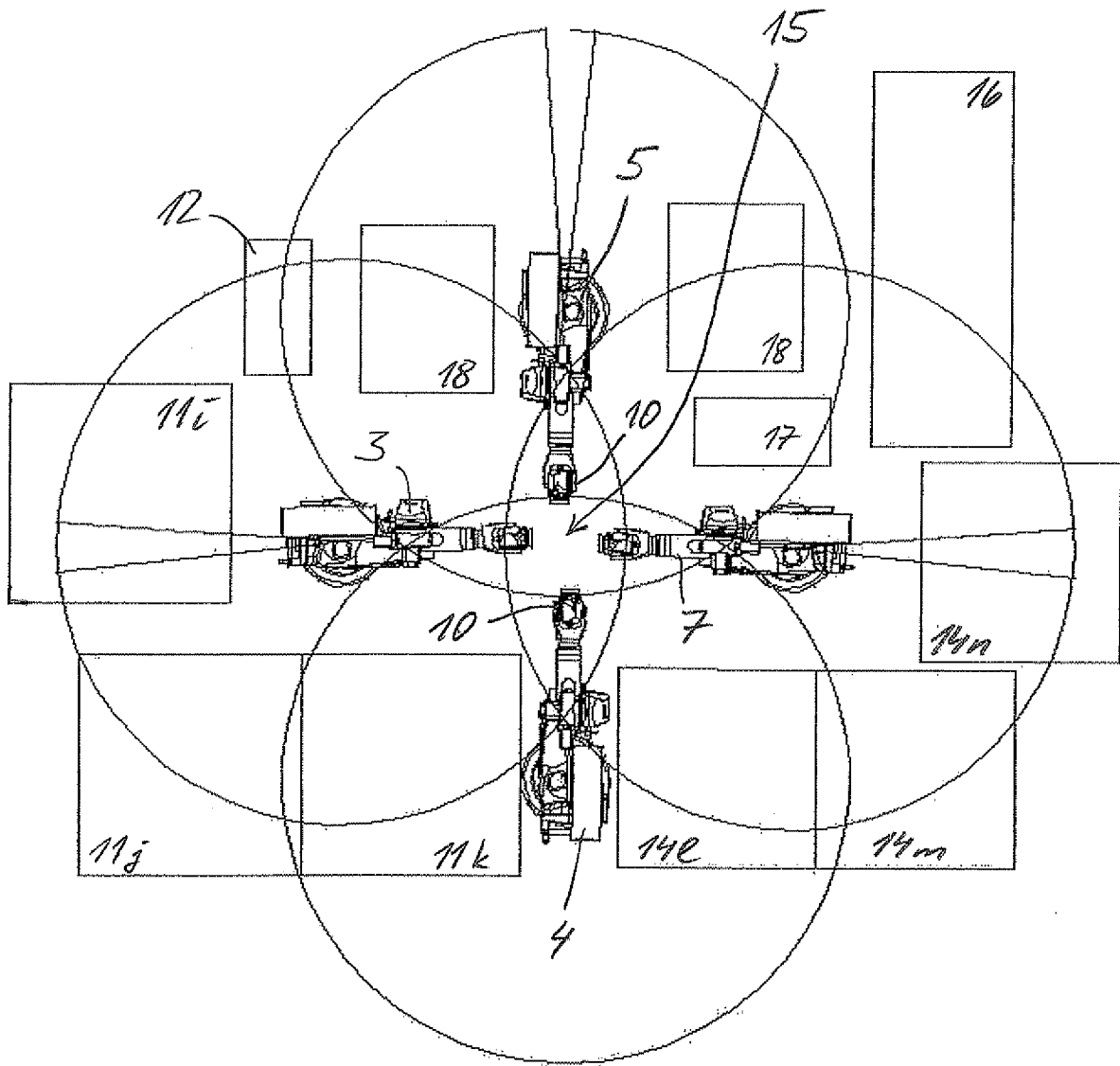


Fig. 4

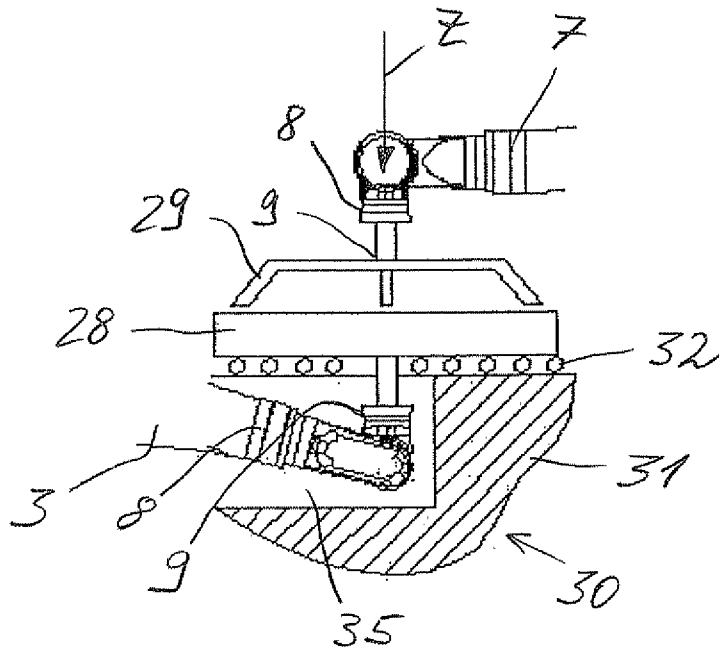


Fig. 5

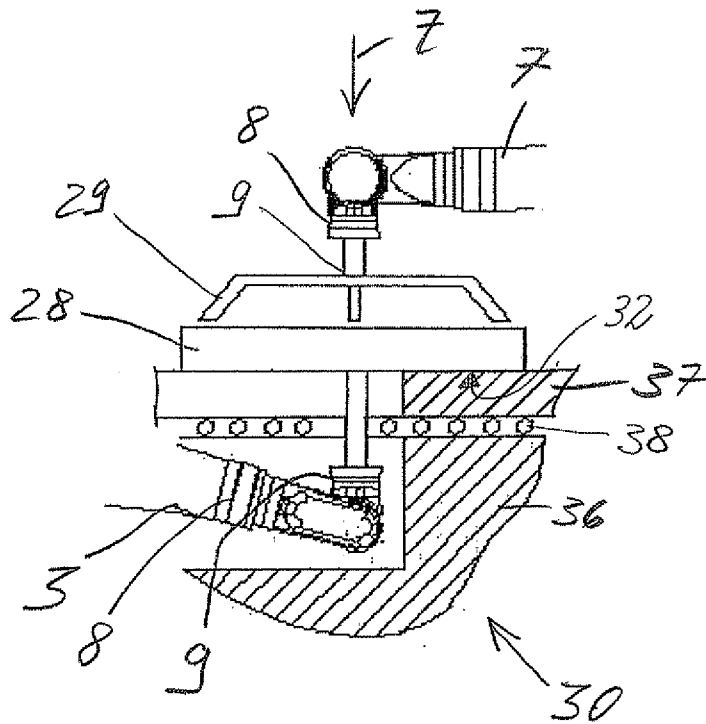


Fig. 6