



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 004 045.3**

(22) Anmeldetag: **21.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.09.2015**

(51) Int Cl.: **B23P 19/04 (2006.01)**

B62D 65/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

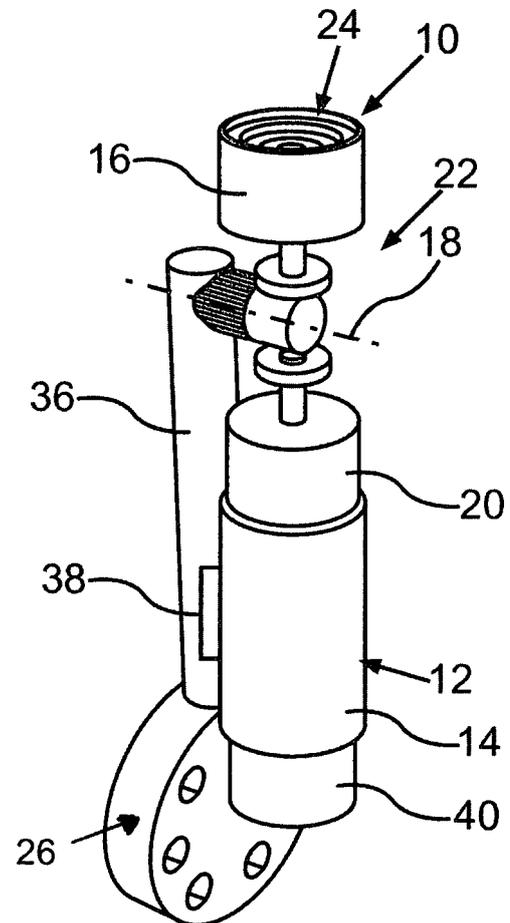
**Stockschläder, Julian, 71034 Böblingen, DE;
Müller, Matthias, Dipl.-Ing., 72213 Altensteig, DE;
Schuck, Manfred, Dipl.-Ing., 71067 Sindelfingen,
DE; Vogel, Matthias, Dr., 70176 Stuttgart, DE;
Wirth, Konrad, Dipl.-Ing. (FH), 75233 Tiefenbronn,
DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Roboterwerkzeug und Verfahren zum Montieren von Stopfen, insbesondere für Kraftwagen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Roboterwerkzeug (10) zum Montieren von Stopfen in jeweils korrespondierende Öffnungen, insbesondere eines Kraftwagens, mit wenigstens einem Magazin (12) zum Aufnehmen einer Mehrzahl von zu montierenden Stopfen, und mit wenigstens einem Fügeelement (16), welches zwischen einer Entnahmestelle, in welcher einer der Stopfen aus dem Magazin (12) mittels des Fügeelements (16) entnehmbar und am Fügeelement (16) anordenbar ist, und einer Fügestelle, in welcher der aus dem Magazin (12) mittels des Fügeelements (16) entnommene und am Fügeelement (16) gehaltene Stopfen in eine der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin (12) bewegbar ist, wobei wenigstens ein zweites Fügeelement (20) vorgesehen ist, welches zwischen einer Entnahmestelle, in welcher ein weiterer der Stopfen aus dem Magazin (12) mittels des zweiten Fügeelements (20) entnehmbar und am zweiten Fügeelement (20) anordenbar ist, und einer Fügestelle, in welcher der aus dem Magazin (12) mittels des zweiten Fügeelements (20) entnommene und am zweiten Fügeelement (20) gehaltene weitere Stopfen in eine weitere der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin (12) mit dem ersten Fügeelement (16) mitbewegbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Roboterwerkzeug zum Montieren von Stopfen, insbesondere für Kraftwagen, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Montieren von Stopfen, insbesondere für Kraftwagen.

[0002] Ein solches Roboterwerkzeug zum Montieren von Stopfen in jeweils korrespondierende Öffnungen ist aus der DE 10 2010 005 798 A1 als bekannt zu entnehmen. Das Roboterwerkzeug ist an einem Roboter befestigbar, so dass das Roboterwerkzeug – beispielsweise im Rahmen einer automatisierten Herstellung von Kraftwagen – mittels des Roboters im Raum umher bewegt werden kann.

[0003] Das Roboterwerkzeug umfasst wenigstens ein Magazin zum Aufnehmen einer Mehrzahl von zu montierenden Stopfen. Ferner umfasst das Roboterwerkzeug wenigstens ein Fügeelement, welches zwischen einer Entnahmestelle und einer Fügestelle relativ zu dem Magazin bewegbar, insbesondere verschwenkbar, ist. In der Entnahmestelle ist einer der Stopfen aus dem Magazin mittels des Fügeelements entnehmbar und am Fügeelement anordenbar. In der Fügestelle ist das Fügeelement in zumindest teilweiser Überdeckung mit dem einen Stopfen angeordnet, so dass das Fügeelement den einen Stopfen aus dem Magazin entnehmen kann.

[0004] In der Fügestelle ist der aus dem Magazin mittels des Fügeelements entnommene und am Fügeelement angeordnete und gehaltene Stopfen in eine der Öffnungen zu montieren. Befindet sich das Fügeelement in der Fügestelle, so können beispielsweise das Roboterwerkzeug und somit das Fügeelement mittels des Roboters im Raum relativ zu einem Bauteil bewegt und in Richtung des Bauteils bewegt werden. Dadurch ist es beispielsweise möglich, den einen zu montierenden und am Fügeelement angeordneten Stopfen zu einer Fügestelle des Bauteils zu bewegen und in die korrespondierende, an der Fügestelle angeordnete Öffnung mittels des sich in der Fügestelle befindenden Fügeelements zu montieren. Beispielsweise wird der Stopfen mittels des Fügeelements in die Öffnung eingedrückt.

[0005] Die DE 10 2006 026 132 A1 offenbart ein Bearbeitungssystem zum Bearbeiten eines bewegten Werkstücks mittels eines zeitweise starr an das Werkstück und/oder eine bewegbare Werkstückträgerereinheit koppelbaren Industrieroboters, wobei der Industrieroboter in entkoppelter Betriebsstellung von einer Trägereinrichtung getragen wird, die mittels einer antriebsaktivierten Antriebseinheit werkstückunabhängig bewegbar ist, und in gekoppelter Betriebsstellung mittels eines schwimmenden Lagerungssystems relativ zur Trägereinrichtung schwimmend gelagert ist. Dabei ist vorgesehen, dass in

gekoppelter Betriebsstellung des Industrieroboters die Antriebseinheit nicht antriebsaktiv auf die Trägereinrichtung wirkt und die Trägereinrichtung durch das bewegte Werkstück und/oder durch die bewegte Werkstückträgerereinheit wenigstens zeitweise mittels des schwimmenden Lagerungssystems mit bewegt wird.

[0006] Darüber hinaus offenbart die DE 10 2007 063 099 A1 einen Roboter mit mindestens zwei Gelenken und über jeweils ein Gelenk relativ zueinander beweglichen Teilen. Der Roboter weist eine integrierte Sensorik zum Erfassen von auf den Roboter wirkenden Kräften und/oder Drehmomenten auf.

[0007] Darüber hinaus ist es aus dem allgemeinen Stand der Technik, insbesondere aus dem Serienfahrzeugbau, bekannt, dass Stopfen, insbesondere für Personenkraftwagenkarosserien, manuell montiert werden, da die Automatisierung der Montage der Stopfen sehr schwer und aufwendig ist.

[0008] Mittels solcher Stopfen werden üblicherweise Öffnungen von Bauteilen, insbesondere Karosseriebauteilen, verschlossen. Üblicherweise sind die Öffnungen als Durchgangsöffnungen ausgebildet, welche in einen Hohlraum münden. Diese Öffnungen werden beispielsweise für eine Konservierung des Hohlraums verwendet. Mit anderen Worten kann über eine solche Öffnung ein Konservierungsmittel in den Hohlraum eingebracht werden, so dass das den Hohlraum aufweisende Bauteil von Seiten des Hohlraums, das heißt von innen konserviert werden kann. Nach der Durchführung dieser Hohlraumkonservierung wird die jeweilige Öffnung fluidisch verschlossen, so dass das Konservierungsmittel nicht aus dem Hohlraum austreten kann und/oder so dass keine Objekte wie beispielsweise Schmutz und Feuchtigkeit in den Hohlraum eintreten können. Zum Verschließen der jeweiligen Öffnung wird ein korrespondierender Stopfen verwendet. Derartige Öffnungen sind beispielsweise in einem Bodenbereich einer Karosserie vorgesehen.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Roboterwerkzeug sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels welchen sich eine besonders einfache, zeit- und kostengünstige Montage von mehreren Stopfen realisieren lässt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Roboterwerkzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 4 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Um ein Roboterwerkzeug der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels welchem sich eine besonders einfache, zeit- und kostengünstige Montage von mehreren Stopfen in jeweilige Öffnungen realisieren lässt, ist erfindungsgemäß wenigstens ein zweites Fügeelement vorgesehen. Das zweite Fügeelement ist zwischen einer Entnahmestelle und einer Fügstellung relativ zu dem Magazin mit dem ersten Fügeelement mitbewegbar, insbesondere mit verschwenkbar. Dies bedeutet, dass beim Bewegen, insbesondere Verschwenken, des ersten Fügeelements das zweite Fügeelement zusammen mit dem ersten Fügeelement mitbewegt, insbesondere mitverschwenkt, wird. Mit anderen Worten erfolgt beispielsweise eine gleichzeitige Bewegung beziehungsweise ein gleichzeitiges Verschwenken der beiden Fügeelemente.

[0012] In der Entnahmestelle des zweiten Fügeelements ist ein weiterer Stopfen aus dem Magazin mittels des zweiten Fügeelements entnehmbar und am zweiten Fügeelement anordenbar. In der Fügstellung des zweiten Fügeelements ist der aus dem Magazin mittels des zweiten Fügeelements entnommene, an dem zweiten Fügeelement angeordnete und gehaltene weitere Stopfen in eine weitere Öffnung zu montieren. Dies bedeutet, dass die Funktion des zweiten Fügeelements grundsätzlich der Funktion des ersten Fügeelements entspricht. Somit können die folgenden Ausführungen des zweiten Fügeelement ohne weiteres auf das erste Fügeelement übertragen werden und umgekehrt.

[0013] Durch das gleichzeitige Bewegen der Fügeelemente kann eine besonders zeit- und kostengünstige Montage der Stopfen realisiert werden, da die Zeit, während der das erste Fügeelement bewegt wird, genutzt wird, um auch das zweite Fügeelement zu bewegen.

[0014] In der Entnahmestelle befindet sich das zweite Fügeelement beispielsweise in zumindest teilweiser Überdeckung mit dem weiteren Stopfen, so dass das zweite Fügeelement den weiteren Stopfen aus dem Magazin entnehmen und halten kann. Im Anschluss daran wird das zweite Fügeelement aus seiner Entnahmestelle in seine Fügstellung bewegt, wobei sich der am zweiten Fügeelement angeordnete und gehaltene weitere Stopfen mitbewegt.

[0015] In der Fügstellung oder bereits beim Bewegen aus der Entnahmestelle in die Fügstellung können das Roboterwerkzeug und somit das zweite Fügeelement und der daran angeordnete und gehaltene weitere Stopfen mittels eines Roboters, an welchem das Roboterwerkzeug befestigbar beziehungsweise befestigt ist, im Raum und beispielsweise relativ zu wenigstens einem Bauteil bewegt werden. Dadurch ist es möglich, den am zweiten Fügeelement angeordneten weiteren Stopfen in Richtung des Bau-

teils beziehungsweise zu dem Bauteil mittels des Roboters zu bewegen und schließlich an einer Fügstelle des Bauteils in die an der Fügstelle angeordnete und mit dem weiteren Stopfen korrespondierende Öffnung zu montieren. Die Montage des weiteren Stopfens in die korrespondierende Öffnung erfolgt dabei während sich das zweite Fügeelement in der Fügstellung befindet. Beispielsweise wird der weitere Stopfen mittels des sich in der Fügstellung befindenden zweiten Fügeelements in die Öffnung eingedrückt.

[0016] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass sich das zweite Fügeelement in seiner Entnahmestelle befindet, wenn sich das erste Fügeelement in dessen Fügstellung befindet. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, den einen Stopfen am zweiten Fügeelement anzuordnen, wenn sich das erste Fügeelement in seiner Fügstellung befindet. Somit kann die Anordnung des weiteren Stopfens am zweiten Fügeelement zeitlich mit dem Fügen des am ersten Fügeelement angeordneten, ersten Stopfens einhergehen.

[0017] Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn sich das zweite Fügeelement in seiner Fügstellung befindet, wenn sich das erste Fügeelement in dessen Entnahmestelle befindet. Hierbei umfasst das Roboterwerkzeug beispielsweise genau zwei Fügeelemente, so dass die Bewegung des zweiten Fügeelements aus dessen Fügstellung in dessen Entnahmestelle gleichzeitig mit der Bewegung des ersten Fügeelements aus dessen Entnahmestelle in dessen Fügstellung einhergeht.

[0018] Das Roboterwerkzeug funktioniert somit nach Art eines Revolvers beziehungsweise nach einem Revolver-Prinzip, wodurch eine besonders einfache, zeit- und kostengünstige Montage von mehreren Stopfen realisierbar ist. Durch das Revolver-Prinzip ist es möglich, dass die Zeit zwischen der Bewegung des ersten Fügeelements beispielsweise aus der Fügstellung zurück in die Entnahmestelle nicht vollständig unbenutzt bleibt, denn während der Bewegung des ersten Fügeelements aus dessen Fügstellung in dessen Entnahmestelle erfolgt auch eine Bewegung des zweiten Fügeelements, beispielsweise aus dessen Entnahmestelle in dessen Fügstellung. Dadurch ist das zweite Fügeelement zur Montage des weiteren Stopfens bereit. Somit kann die Montage eines Stopfens in Form eines weiteren Stopfens erfolgen, ohne dass das erste Fügeelement nach seiner Bewegung aus der Fügstellung in die Entnahmestelle gleich wieder in die Fügstellung bewegt werden müsste. Insbesondere lässt sich mittels des erfindungsgemäßen Roboterwerkzeugs eine kostengünstige Automatisierung der Stopfenmontage realisieren.

[0019] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Roboterwerkzeug mehr als zwei Fügeelemente, beispielsweise drei oder vier Fügeelemente aufweist, welche gleichzeitig bewegbar sind. Hierbei ist es vorgesehen, dass sich eines der Fügeelemente in seiner Entnahmestellung befindet, wenn sich ein anderes der Fügeelemente in dessen Fügstellung befindet. Zumindest ein drittes der Fügeelemente kann sich dabei in einer Zwischenstellung befinden. Nach dem Fügen des am einen Fügeelement angeordnet Stopfens wird beispielsweise das eine Fügeelement in seine Entnahmestellung bewegt. Damit einher geht die Bewegung des dritten Fügeelements aus dessen Zwischenstellung in dessen Fügstellung. Ferner geht mit der Bewegung des einen Fügeelements aus dessen Fügstellung in die Entnahmestellung die Bewegung des anderen Fügeelements aus der Entnahmestellung in die Zwischenstellung einher.

[0020] Zur Erfindung gehört auch ein Verfahren zum Montieren von Stopfen in jeweilige Öffnungen, insbesondere eines Kraftwagens, bei welchem die Stopfen mittels wenigstens eines an einem Roboter angeordneten, erfindungsgemäßen Roboterwerkzeugs an jeweiligen Fügstellen wenigstens eines Bauteils in die jeweiligen Öffnungen montiert werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Roboterwerkzeugs sind als vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens anzusehen und umgekehrt.

[0021] Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn bei einem ersten Schritt des Verfahrens einer der in dem Magazin aufgenommenen Stopfen an einem der Fügeelemente angeordnet und gehalten wird. Bei einem zweiten Schritt des Verfahrens wird der an dem einen Fügeelement angeordnete und gehaltene Stopfen zur korrespondierenden Fügstelle mittels des Roboters bewegt. Dabei wird das Erreichen der Fügstelle des Bauteils mittels einer Kraftmessung erfasst, welche mittels einer in den Roboter integrierten Sensorik durchgeführt wird. Mit anderen Worten weist der Roboter eine interne Sensorik, insbesondere eine interne Kraft- bzw. Momenten- und gegebenenfalls Wegsensorik auf, die zum Fügen der Stopfen sowie insbesondere zum Auffinden der korrespondierenden Öffnungen verwendet wird. Auf diese Weise kann ein automatisiertes Fügen beziehungsweise Montieren der Stopfen mit einem nur geringen apparativen und messtechnischen Aufwand erreicht werden. Bei einem dritten Schritt des Verfahrens wird schließlich der eine Stopfen in die korrespondierende Öffnung an der Fügstelle montiert.

[0022] Durch die Automatisierung der Stopfenmontage können ein manuelles Montieren der Stopfen und damit gegebenenfalls einhergehende Überkopfarbeiten sowie das Fügen in schlecht erreichbaren Positionen vermieden werden, so dass die Montage-

zeiten und der Aufwand zur Realisierung einer Fördertechnik reduziert werden können.

[0023] Der Roboter ist vorzugsweise als Leichtbauroboter (LBR) ausgebildet. Unter einem solchen Leichtbauroboter ist ein Roboter zu verstehen, der ein sehr geringes Eigengewicht und eine sehr präzise Steuerung, insbesondere Kraftsteuerung, oder Regelung, insbesondere Kraftregelung, aufweist. Leichtbauroboter sind dabei beispielsweise aus der DE 10 2007 063 099 A1 bekannt. Bei einem solchen Leichtbauroboter handelt es sich insbesondere um eine kraftsensitiven Roboter, welcher eine prozesssichere und schnelle Durchführung von Prozessen ermöglicht. Der Leichtbauroboter weist dabei integrierte Kraft- und/oder Drehmoment- und/oder Wegsensoren auf, mittels welchen eine Kraft und/oder ein Drehmoment, die beziehungsweise das an einer jeweiligen Bewegungsachse des Roboters wirkt, gemessen werden kann. Darüber hinaus ist es mittels der gegebenenfalls vorgesehenen Wegsensoren möglich, einen Weg, den der Roboter beziehungsweise das Roboterwerkzeug bei der Montage der Stopfen zurücklegt, zu erfassen. Eine mittels der integrierten Sensorik erfasste Kraft kann in Bezug zu einem mittels der integrierten Sensorik erfassten Wegs gesetzt werden, wodurch eine Kraft- und Wegmessung realisierbar ist, mittels derer die Stopfen beispielsweise aufgenommen, bewegt und gefügt werden können.

[0024] Mit anderen Worten können die integrierten Sensoren verwendet werden, um um die jeweilige Bewegungsachse und/oder entlang der jeweiligen Bewegungsachse wirkende Kräfte und/oder Drehmomente zu erfassen.

[0025] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass beim ersten Schritt der eine Stopfen vom Fügeelement angesaugt und ansaugend am Fügeelement gehalten wird. Mit anderen Worten wird auf einer ersten Seite des Stopfens gegenüber einer der ersten Seite gegenüberliegenden, zweiten Seite des Stopfens ein Vakuum oder ein Unterdruck erzeugt, mittels welchem der Stopfen angesaugt und am Fügeelement gehalten wird. Hierdurch kann eine besonders einfache und für den Stopfen schonende Handhabung des Stopfens realisiert werden.

[0026] Bei einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass beim ersten Schritt der Stopfen kraft- und/oder formschlüssig am Fügeelement gehalten wird. Durch dieses kraft- und/oder formschlüssige Halten des Stopfens am Fügeelement kann die Verwendung von zusätzlichen Techniken wie beispielsweise einer Drucklufttechnik zum Erzeugen des zuvor genannten Vakuums beziehungsweise Unterdrucks vermieden werden, so dass das Verfahren auf besonders einfache und kostengünstige Weise durchgeführt werden kann.

[0027] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass nach dem ersten Schritt und vor dem zweiten Schritt ein Zwischenschritt durchgeführt wird, bei welchem der am Fügeelement gehaltene Stopfen mittels des Roboters in eine Zwischenposition bewegt wird, in welcher sich der Stopfen in Stütz-anlage mit dem Bauteil befindet. Das Erreichen der Zwischenposition wird mittels der in den Roboter integrierten Sensorik erfasst, wobei wenigstens ein mittels der in den Roboter integrierten Sensorik erfasst und die Zwischenposition charakterisierender Wert einer Messgröße als Referenzwert gespeichert wird.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es somit vorgesehen, zum Fügen des jeweiligen Stopfens sowie zum Auffinden der jeweiligen zugehörigen Öffnung die interne Sensorik, insbesondere Kraft-sensorik, des Roboters zu nutzen. Dadurch kann der messtechnische und apparative Aufwand zum Durchführen des Verfahrens besonders gering gehalten werden.

[0029] Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn beim zweiten Schritt der Stopfen mittels des Roboters von der Zwischenposition an die Fügestelle bewegt wird, wobei das Erreichen der Fügestelle mittels der Kraftmessung derart erfasst wird, dass die Messgröße bei Erreichen der Fügestelle einen vom Referenzwert unterschiedlichen Wert aufweist.

[0030] Dieser Ausführungsform liegt die Idee zugrunde, den Stopfen in der Zwischenposition mittels des Roboters gegen einen Bereich des Bauteils zu drücken, wobei in dem Bereich keine Öffnung vorgesehen ist. Zum Drücken des Stopfens gegen das Bauteil wird der Stopfen mittels des Roboters, das heißt über das Roboterwerkzeug, mit einer Kraft beaufschlagt. Hieraus resultiert eine Reaktionskraft, die über den Stopfen auf den Roboter wirkt. Diese Reaktionskraft kann mittels der internen Sensorik des Roboters erfasst werden. Diese Reaktionskraft ist beispielsweise die genannte Messgröße, die einen Wert als Referenzwert hat.

[0031] Erreicht dann der Roboter beziehungsweise der Stopfen die Fügestelle, so kann der Stopfen – da er mittels des Roboters gegen das Bauteil gedrückt wird – ein Stück in die Öffnung eindringen, was mit einer Änderung der Messgröße beziehungsweise ihres Werts einhergeht. Die Messgröße weist somit zumindest vorübergehend einen vom Referenzwert unterschiedlichen Wert auf, wobei anhand dieser Differenz das Erreichen der Fügestelle auf einfache Weise erfasst werden kann. Alternativ oder zusätzlich zur Erfassung der Reaktionskraft als Messgröße ist es möglich, die Lage beziehungsweise Position des Stopfens beispielsweise zum Bauteil zu erfassen, wobei bei Erreichen der Fügestelle und Eindringen des Stopfens in die Öffnung sich die Lage ändert. Diese Lageänderung kann mittels der internen

Sensorik erfasst werden, so dass dann auf das Erreichen der Fügestelle rückgeschlossen werden kann.

[0032] Schließlich hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn beim dritten Schritt der Stopfen mittels des Roboters mit einer Fügekraft so lange beaufschlagt und dadurch bewegt wird, bis ein vom Stopfen beim Fügen zurückgelegter Fügeweg und/oder die Fügekraft einen vorgebbaren Wert erreicht, wobei das Erreichen des vorgebbaren Werts durch den Fügeweg mittels der in den Roboter integrierten Sensorik erfasst wird. Hierdurch kann der Stopfen besonders schonend und präzise gefügt werden.

[0033] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

[0034] Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht auf ein Roboterwerkzeug zum Montieren einer Mehrzahl von Stopfen für Kraftwagen, mit wenigstens zwei gemeinsam bewegbaren Fügeelementen zum Entnehmen und Fügen der Stopfen;

[0035] Fig. 2 eine schematische Perspektivansicht auf eine Montageeinrichtung zum Montieren einer Mehrzahl von Stopfen an wenigstens einer Karosserie eines Personenkraftwagens; und

[0036] Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Montage eines der Stopfen.

[0037] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Perspektivansicht ein im Ganzen mit **10** bezeichnetes Roboterwerkzeug zum Montieren von Stopfen in jeweils korrespondierende Öffnungen wenigstens eines Bauteils eines Kraftwagens. Das Roboterwerkzeug **10** weist ein Magazin **12** vorliegend in Form eines Stangenmagazins auf, welches ein Aufnahmerohr **14** umfasst. In dem Magazin **12** beziehungsweise in dem Aufnahmerohr **14** ist eine Mehrzahl von zu montierenden Stopfen aufnehmbar. Beispielsweise kann in dem Aufnahmerohr **14** ein Stapel mit mehreren Stopfen aufgenommen werden, wobei die Stopfen in dem Aufnahmerohr **14** in Längserstreckungsrichtung des Aufnahmerohrs **14** übereinander gestapelt aufzunehmen beziehungsweise aufgenommen sind.

[0038] Das Roboterwerkzeug **10** weist darüber hinaus ein erstes Fügeelement in Form eines ersten Setzzyinders **16** auf. Der Setzzyinder **16** ist zwischen einer in Fig. 1 nicht gezeigten Entnahmestellung, in welcher einer der Stopfen aus dem Magazin **12** mittels des Setzzyinders **16** entnehmbar und am Setzzyinder **16** anordenbar ist, und einer in Fig. 1 gezeigten Fügstellung, in welcher der aus dem Magazin **12** mittels des Fügeelements **16** entnommene

und am Fügeelement **16** gehaltene Stopfen in eine der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin **12** bewegbar. Vorliegend ist der Setzzylinder **16** um eine Schwenkachse **18** relativ zu dem Magazin **12** zwischen der Fügstellung und der Entnahmestellung verschwenkbar.

[0039] Darüber hinaus weist das Roboterwerkzeug **10** ein zweites Fügeelement in Form eines zweiten Setzzylinders **20** auf. Der Setzzylinder **20** ist zwischen einer in **Fig. 1** gezeigten Entnahmestellung, in welcher ein weiterer der Stopfen aus dem Magazin **12** entnehmbar und am zweiten Setzzylinder **20** anordenbar ist, und einer in **Fig. 1** nicht gezeigten Fügstellung, in welcher der aus dem Magazin **12** mittels des zweiten Setzzylinders **20** entnommene und am zweiten Setzzylinder **20** gehaltene weitere Stopfen in eine weitere der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin **12** mit dem ersten Fügeelement **16** mit bewegbar und vorliegend um die Schwenkachse **18** mit verschwenkbar.

[0040] Wie aus **Fig. 1** erkennbar ist, befindet sich der zweite Setzzylinder **20** in seiner Entnahmestellung, wenn sich der erste Setzzylinder **16** in seiner Fügstellung befindet. Umgekehrt befindet sich der zweite Setzzylinder **20** in seiner Fügstellung, wenn sich der erste Setzzylinder **16** in seiner Entnahmestellung befindet.

[0041] Zum Verschwenken der Setzzylinder **16**, **20** ist eine Verdreheinheit **22** vorgesehen, über die die Setzzylinder **16**, **20** miteinander gekoppelt sind. Um beispielsweise den Setzzylinder **16** aus seiner in **Fig. 1** gezeigten Fügstellung in seine Entnahmestellung zu bewegen, wird der Setzzylinder **16** um 180 Grad um die Schwenkachse **18** verschwenkt. Dies geht mit einem Verschwenken des Setzzylinders **20** um die Schwenkachse **18** von 180 Grad einher, so dass beim Verschwenken des Setzzylinders **16** aus dessen Fügstellung in dessen Entnahmestellung gleichzeitig der Setzzylinder **20** aus dessen Entnahmestellung in dessen Fügstellung verschwenkt wird.

[0042] Das Aufnahmerohr **14** ist beispielsweise bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** nach unten hin durch einen Boden verschlossen und nach oben hin geöffnet, so dass das Aufnahmerohr **14** beispielsweise auf einer dem Boden gegenüberliegenden Seite eine Öffnung aufweist. Die im Aufnahmerohr **14** befindlichen Stopfen werden dabei vom Einlegen in das Magazin **12** bis zum Fügen immer in einer Vorzugsrichtung durch das Aufnahmerohr **14** transportiert, im Beispiel von **Fig. 1** von unten nach oben.

[0043] In der jeweiligen Entnahmestellung befindet sich der jeweilige Setzzylinder **16** beziehungsweise **20** in zumindest teilweiser Überdeckung mit der Öffnung des Aufnahmerohrs **14** und somit in Überde-

ckung mit dem obersten, am weitesten vom Boden beabstandeten Stopfen des in dem Aufnahmerohr **14** aufgenommenen Stapels, so dass dieser oberste Stopfen jeweils vom entsprechenden Setzzylinder **16** beziehungsweise **20** aufgenommen werden kann. Wie aus **Fig. 1** erkennbar ist, ist vorliegend am Setzzylinder **16** kein Stopfen angeordnet.

[0044] Die vorigen und folgenden Ausführungen zum Setzzylinder **16** können ohne weiteres auf den Setzzylinder **20** übertragen werden und umgekehrt. Der Setzzylinder **16** weist eine Aufnahme **24** auf, in welcher der aufzunehmende Stopfen zumindest teilweise anordenbar ist. Vorliegend ist die Aufnahme **24** zumindest im Wesentlichen rund ausgebildet, wobei auch der jeweilige Stopfen zumindest im Wesentlichen rund ausgebildet ist. Beispielsweise ist eine Innenkontur der Aufnahme **24** als mit zumindest einem Teilbereich einer Außenkontur des jeweiligen Stopfens korrespondierende Gegenkontur beziehungsweise Negativkontur ausgebildet. Dadurch können unerwünschte Relativbewegungen zwischen dem in der Aufnahme **24** aufgenommenen Stopfen und dem jeweiligen Setzzylinder **16** beziehungsweise **20** vermieden werden.

[0045] Zum Halten des jeweiligen Stopfens am Setzzylinder **16** beziehungsweise **20** kann vorgesehen sein, dass der Durchmesser, insbesondere Innendurchmesser, der Aufnahme **24** bezogen auf den Durchmesser beziehungsweise Außendurchmesser des jeweiligen Stopfens ein Untermaß aufweist. Dadurch kann beispielsweise der jeweilige Stopfen in den jeweiligen Setzzylinder **16** beziehungsweise **20** eingedrückt werden, so dass der Stopfen kraft- und/oder formschlüssig am Setzzylinder **16** gehalten wird. Hierdurch kann auf eine zusätzliche Peripherie, beispielsweise zum Erzeugen eines Unterdrucks oder eines Vakuums, verzichtet werden.

[0046] Alternativ ist es jedoch möglich, dass der jeweilige Stopfen vom Setzzylinder **16** angesaugt und ansaugend am Setzzylinder **16** gehalten wird. Durch das Ansaugen wird ein auf einer ersten Seite des aufzunehmenden Stopfens bezogen auf eine der ersten Seite gegenüberliegende, zweite Seite ein Unterdruck oder Vakuum erzeugt, mittels welchem der Stopfen angesaugt und am Setzzylinder **16** gehalten wird. Hierdurch kann eine besonders schonende Handhabung des Stopfens realisiert werden.

[0047] Befindet sich der Setzzylinder **16** in seiner Fügstellung und ist am Setzzylinder **16** ein entsprechender Stopfen angeordnet beziehungsweise gehalten, so kann dieser am Setzzylinder **16** gehaltene Stopfen in der Fügstellung des Setzzylinders **16** in die korrespondierende Öffnung montiert werden.

[0048] Das Roboterwerkzeug **10** weist auch einen Flansch **26** auf, über welchen das Roboterwerkzeug

10 an einem Roboter, insbesondere an einer letzten Achse des Roboters, befestigt werden kann. Ein solcher Roboter ist beispielsweise aus **Fig. 2** zu erkennen und dort mit **28** bezeichnet. Der Roboter **28** ist als Leichtbauroboter ausgebildet und weist eine integrierte Sensorik zum Erfassen von auf den Roboter **28** wirkenden Kräften beziehungsweise Drehmomenten auf. Die Sensorik ist somit zumindest als Kraftsensorik ausgebildet. Die Sensorik kann auch, das heißt zusätzlich als Wegsensorik ausgebildet sein. Mittels der Wegsensorik ist ein Weg, den der Roboter **28** beziehungsweise das mittels des Roboters **28** während des Montierens des Stopfens bewegte Roboterwerkzeug **10** zurücklegt, erfassbar.

[0049] Der Roboter **28** weist eine Basis **30** sowie eine Mehrzahl von gelenkig miteinander verbundenen Roboterarmen **32, 34** auf, wobei diese Roboterarme **32, 34** auch als „Achsen“ des Roboters **28** bezeichnet werden. Der Roboterarm **34** ist dabei bezogen auf die Basis **30** die letzte Achse, an der das Roboterwerkzeug **10** über dem Flansch **26** befestigt wird. Dadurch kann das Roboterwerkzeug **10** mittels des Roboters **28** im Raum und beispielsweise relativ zu einer Karosserie eines Personenkraftwagens bewegt werden, wobei die Stopfen an die Karosserie, insbesondere in Öffnungen eines Bodenbereichs der Karosserie, montiert werden. Das Roboterwerkzeug **10** ist somit am Endeffektor des Roboters **28** befestigt.

[0050] Gemäß **Fig. 1** sind zwei Setzzyylinder **16** und **20** vorgesehen, welche um 180 Grad um die Schwenkachse **18** voneinander beabstandet sind. Es ist möglich, dass das Roboterwerkzeug **10** mehr als zwei Setzzyylinder aufweist. Ist beispielsweise die Position des Setzzyinders **16** bezogen auf die Schwenkachse **18** mit 0 Grad definiert, so ist die Position des Setzzyinders **20** 180 Grad. Weist das Roboterwerkzeug **10** beispielsweise vier um die Schwenkachse **18** gleichmäßig verteilt angeordnete Setzzyylinder auf, so ist einer der vier Setzzyylinder bei 0 Grad, ein zweiter der vier Setzzyylinder bei 90 Grad, ein dritter der vier Setzzyylinder bei 180 Grad und der vierte Setzzyylinder bei 270 Grad angeordnet. Vorzugsweise sind die mehreren Setzzyylinder in Umfangsrichtung um die Schwenkachse **18** gleichmäßig verteilt angeordnet.

[0051] Das Roboterwerkzeug **10** weist darüber hinaus einen Feststellbolzen **36** auf, mittels welchem die Setzzyylinder **16** und **20** gegen ein Verschwenken um die Schwenkachse **18** gesichert werden können. Mit anderen Worten sind die Setzzyylinder **16** und **20** mittels des Feststellbolzens **36** drehfest zu fixieren, so dass dadurch beispielsweise ein Montage- und Nachfüllvorgang des Roboterwerkzeugs **10** einfach durchgeführt werden kann. Dann ist es beispielsweise möglich, das geleerte Magazin **12** durch ein mit Stopfen befülltes Magazin zu ersetzen. Das Magazin **12** kann beispielsweise 16 Stopfen bevorraten. Das Magazin **12** wird beispielsweise von einem menschl-

chen Arbeiter manuell befüllt und in das als Setzwerkzeug ausgebildete Roboterwerkzeug **10** eingesetzt.

[0052] Zur Realisierung einer schnellen Befüllung des Magazins **12** ist beispielsweise eine Schnellwechsellmöglichkeit **38** vorgesehen, mittels welcher ein entleertes Magazin **12** auf einfache Weise vom übrigen Roboterwerkzeug **10** gelöst und gegen ein neues ausgetauscht werden kann. Mittels der Schnellwechsellmöglichkeit **38** kann das neue, mit Stopfen befüllte Magazin **12** auf einfache Weise am übrigen Roboterwerkzeug **10** befestigt werden.

[0053] Der zuvor genannte, das Aufnahmerohr **14** nach unten begrenzende Boden wird beispielsweise durch einen Ladestößel **40** gebildet, welcher in Längserstreckungsrichtung des Aufnahmerohrs **14** translatorisch relativ zu dem Aufnahmerohr **14** bewegbar ist. Mittels des Ladestößels **40** kann der im Aufnahmerohr **14** nach Entnahme eines Stopfens verbliebene Stapel an Stopfen in Richtung der Setzzyylinder **16, 20** nachgeschoben werden, so dass dadurch der nächste Stopfen bereit gestellt und vom jeweiligen Setzzyylinder **16, 20** aufgenommen werden kann.

[0054] Um bei vielen Karosserie-Öffnungen die entsprechend vielen Stopfen noch schneller und flexibler fügen zu können, kann auch zusätzlich noch ein hier nicht dargestelltes Zwischenmagazin vorgesehen werden, welches durch eine separate, hier nicht dargestellte Vorrichtung befüllt wird. Der Roboter **28** fährt dann mit dem Roboterwerkzeug **10** mit einem weggeschwenktem Ladestößel **40** das nun nach unten geöffnete Aufnahmerohr **14** über das Zwischenmagazin, so das über einen Zylinder oder eine ähnliche Fördereinrichtung sämtliche Stopfen auf einmal aus dem Zwischenmagazin an das Magazin **12** übergeben werden können.

[0055] Anhand von **Fig. 2** ist ein Verfahren zum Montieren der Stopfen veranschaulicht. Die Stopfen werden mittels einer im Ganzen mit **42** bezeichneten Montageeinrichtung montiert. Die Montageeinrichtung **42** kommt beispielsweise im Rahmen einer Massenfertigung von Personenkraftwagen zum Einsatz. Im Rahmen der Massenfertigung werden jeweilige Karosserien der Personenkraftwagen mittels einer Fördertechnik, insbesondere mittels eines Förderbands oder Montagebands entlang einer Montagelinie gefördert.

[0056] Aus **Fig. 2** ist erkennbar, dass die Montageeinrichtung **42** zwei oder mehr Roboter **28** aufweist, welche jeweils als Leichtbauroboter (LBR) ausgebildet sind. Die Richtung, in die die Karosserien gefördert werden, wird als x-Richtung bezeichnet. Eine quer zur x-Richtung verlaufende Richtung ist eine in **Fig. 2** gezeigte y-Richtung.

[0057] Die Roboter **28** sind auf einem Fahrwagen **44** der Montageeinrichtung **42** angeordnet. Der Fahrwagen **44** kann dabei als fahrbarer Scherenhubtisch ausgebildet sein, mittels welchem die Roboter **28** in eine als z-Richtung bezeichnete und senkrecht zur x-Richtung und senkrecht zur y-Richtung verlaufende Richtung angehoben und abgesenkt werden können. Die Roboter **28** sind relativ zum Fahrwagen **44** in y-Richtung verschiebbar. Auf diese Weise können die Roboter **28** in x- und in y-Richtung verfahren werden.

[0058] Zum Montieren der Stopfen werden der Fahrwagen **44** und somit auch die Roboter **28** an die mit den Stopfen zu bestückende Karosserie oder an die Fördertechnik zum Fördern der Karosserien ange-dockt, so dass sich die Roboter **28** mit der mit den Stopfen zu bestückenden Karosserie mit bewegen.

[0059] Am Fahrwagen **44** ist ein Koppелеlement **46** befestigt, über das der Fahrwagen **44** mit der zu bestückenden Karosserie oder der Fördertechnik gekoppelt beziehungsweise an die Karosserie beziehungsweise die Fördertechnik angedockt werden kann. Ist der Fahrwagen **44** beispielsweise an die Fördertechnik angedockt, so ist der Fahrwagen **44** über die Fördertechnik auch mit der zu bestückenden Karosserie gekoppelt.

[0060] Durch dieses zumindest mittelbare Koppeln des Fahrwagens **44** mit der Karosserie erhält jeder Roboter **28** einen Referenzpunkt in Bezug zu den mit den Stopfen zu verschließenden Öffnungen der Karosserie.

[0061] Im Zuge der Montage des jeweiligen Stopfens wird eine erste der Öffnungen angefahren, wobei diese erste Öffnung mit einem der Stopfen verschlossen wird. Diese erste Öffnung wird mit einer bestimmten Toleranz von beispielsweise ± 2 Millimetern angefahren. Dies dient dann als Referenz für die anderen Öffnungen. Vorzugsweise wird zuerst die Öffnung mit dem größten Durchmesser mit dem korrespondierenden Stopfen bestückt.

[0062] Nach dem Fügen des ersten Stopfens verfährt der entsprechende Roboter **28** in y-Richtung, um die anderen Stopfen zu montieren beziehungsweise zu fügen. Das Fügen der einzelnen Stopfen erfolgt nach dem folgenden Prinzip: Der zu montierende und zunächst noch in dem Magazin **12** aufgenommene Stopfen wird an dem entsprechenden Setzzyylinder **16** beziehungsweise **20** angeordnet und dort gehalten. Dieser Stopfen wird dann zur korrespondierenden Fügestelle mittels des Roboters **28** bewegt, wobei das Erreichen der Fügestelle mittels einer Kraftmessung erfasst wird, die mittels der in den Roboter **28** integrierten Sensorik durchgeführt wird.

[0063] Dies bedeutet, dass das Auffinden der exakten Fügeposition mit Hilfe der integrierten Senso-

rik des Roboters **28** geschieht. Auch das Fügen erfolgt mit Hilfe der integrierten Sensorik, insbesondere Kraftsensorik, wodurch der exakte Sitz des Stopfens durch eine Kraftmessung ermittelt wird. Diese Kraftmessung wird mittels der integrierten Sensorik durchgeführt. Zum Montieren des Stopfens in die Öffnung wird der Stopfen mittels des Roboters **28** in die Öffnung eingedrückt. Hierzu wird der Stopfen mittels des Roboters **28** mit einer Kraft beaufschlagt. Der Stopfen ist beispielsweise aus einem elastischen Material, insbesondere Gummi, gebildet, und wird beim Eindrücken in die Öffnung zumindest leicht verformt.

[0064] Beim Eindrücken des Stopfens wirkt eine Reaktionskraft über den Stopfen auf den Roboter **28**. Diese Reaktionskraft kann beim Eindrücken des Stopfens in die Öffnung mittels der integrierten Sensorik des Roboters **28** erfasst werden, wobei zunächst ein Kraftanstieg erfasst wird. Kommt es im Anschluss an diesen Kraftanstieg zu einem abrupten Abfall der auf den Roboter **28** beim Fügen wirkenden und mittels der integrierten Sensorik gemessenen Kraft in Form der Reaktionskraft, so kann darauf rückgeschlossen werden, dass der Stopfen in die korrespondierende Öffnung eingeschnappt ist und korrekt montiert wurde.

[0065] Fig. 3 zeigt ein Diagramm, auf dessen Abszisse **48** ein Weg und auf dessen Ordinate **50** eine Kraft aufgetragen ist. In das Diagramm eingetragene Verläufe **52** veranschaulichen eine jeweilige, beim Fügen eines jeweiligen Stopfens auf den Roboter **28** wirkende und mittels der integrierten Sensorik erfassten Kraft in Form der Reaktionskraft über dem Weg, den der Stopfen und somit der Roboter **28** beziehungsweise das Roboterwerkzeug **10** beim Fügen zurücklegen. Der geschilderte Kraftanstieg ist in einem jeweiligen Bereich **54** zu erkennen, woran sich der beschriebene Abfall **56** der jeweiligen Kraft anschließt. Der jeweilige Verlauf **52** stellt somit eine Fügekurve dar, anhand derer die Montage des jeweiligen Stopfens überprüft werden kann. Der Kraftabfall **56** lässt sich beispielsweise im Auswerteprogramm über die erste Ableitung Kurve **52** mit Hilfe verschiedener Glättungen gut automatisiert bestimmen. Mit anderen Worten lässt sich eine hohe Prozesssicherheit durch Ermittlung von Fügekurven bezüglich richtigem Sitz und richtiger Anzahl der Stopfen realisieren.

[0066] Nachdem sämtliche Stopfen im Arbeitsbereich des Roboters **28** gefügt sind, wird der als Transportwagen ausgebildete Fahrwagen **44** in x-Richtung verfahren, beispielsweise zur nächsten mit Stopfen zu bestückenden Karosserie. Das Verfahren des Transportwagens **44** erfolgt beispielsweise manuell durch einen menschlichen Arbeiter. Während des Verfahrens, das heißt während der Verfahrzeit füllt dieser menschliche Arbeiter bei Bedarf das Magazin **12** wieder mit Stopfen auf.

[0067] Gemäß **Fig. 2** sind zwei Roboter **28** am Fahrwagen **44** angeordnet. Alternativ dazu ist es möglich, dass genau ein Roboter **28** am Fahrwagen **44** angeordnet ist. Alternativ können mehr als zwei Roboter **28** am Fahrwagen **44** angeordnet sein, je nach Fügeaufgabe. Mittels des geschilderten Verfahrens kann eine sichere Automatisierung einer Montage von mehreren Stopfen durchgeführt werden. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass jede Öffnung mit einem Stopfen verschlossen wird und keine Öffnung ausgelassen wird. Darüber hinaus ist es mittels des geschilderten Verfahrens möglich, eine Automatisierung der Stopfenmontage auf einfache und kostengünstige Weise zu realisieren, so dass manuelle Überkopfarbeiten vermieden werden können. Darüber hinaus ist ein automatisiertes Fügen von Stopfen an schwer zugänglichen Stellen möglich.

[0068] Der in **Fig. 2** gezeigte Aufbau ist nur eine Möglichkeit, das Roboterwerkzeug **10** im Rahmen der Serienproduktion einzusetzen. Darüber hinaus gibt es beim Einsatz des Werkzeugs **10** an einem oder mehreren Robotern **28** die folgenden prinzipiellen alternativen Möglichkeiten: Die Montage der Stopfen erfolgt, wie im obigen Beispiel beschrieben, im Fließbetrieb. Dabei wird die Karosserie in einem C-Gehänge oder auf einem Förderband transportiert. Die auf einem Fahrwagen wie in **Fig. 2** angeordneten Roboter **28** fahren mit der Karosserie mit, sind dabei mit der Fördertechnik, dem C-Gehänge oder der Karosserie gekoppelt, entweder mechanisch oder regelungstechnisch, und bestücken im Fließbetrieb die Karosserieöffnungen mit den entsprechenden Stopfen. Alternativ kann die Montage der Stopfen auch am stehenden Fahrzeug, im getakteten Betrieb, erfolgen. Dann wird die Karosserie, die wiederum in einem C-Gehänge oder auf einem Förderband bewegt wird, angehalten, relativ zu einem oder mehreren ortsfesten oder in einem bestimmten Arbeitsbereich beweglich angeordneten Robotern **28** positioniert, bis alle geforderten Stopfen gefügt sind und die nächste Karosserie in den Arbeitsbereich transportiert werden kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010005798 A1 [0002]
- DE 102006026132 A1 [0005]
- DE 102007063099 A1 [0006, 0023]

Patentansprüche

1. Roboterwerkzeug (10) zum Montieren von Stopfen in jeweils korrespondierende Öffnungen, insbesondere eines Kraftwagens, mit wenigstens einem Magazin (12) zum Aufnehmen einer Mehrzahl von zu montierenden Stopfen, und mit wenigstens einem Fügeelement (16), welches zwischen einer Entnahmestelle, in welcher einer der Stopfen aus dem Magazin (12) mittels des Fügeelements (16) entnehmbar und am Fügeelement (16) anordenbar ist, und einer Fügestellung, in welcher der aus dem Magazin (12) mittels des Fügeelements (16) entnommene und am Fügeelement (16) gehaltene Stopfen in eine der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin (12) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein zweites Fügeelement (20) vorgesehen ist, welches zwischen einer Entnahmestelle, in welcher ein weiterer der Stopfen aus dem Magazin (12) mittels des zweiten Fügeelements (20) entnehmbar und am zweiten Fügeelement (20) anordenbar ist, und einer Fügestellung, in welcher der aus dem Magazin (12) mittels des zweiten Fügeelements (20) entnommene und am zweiten Fügeelement (20) gehaltene weitere Stopfen in eine weitere der Öffnungen zu montieren ist, relativ zu dem Magazin (12) mit dem ersten Fügeelement (16) mitbewegbar ist.

2. Roboterwerkzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das zweite Fügeelement (20) in seiner Entnahmestelle befindet, wenn sich das erste Fügeelement (16) in dessen Fügestellung befindet.

3. Roboterwerkzeug (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das zweite Fügeelement (20) in seiner Fügestellung befindet, wenn sich das erste Fügeelement (16) in dessen Entnahmestelle befindet.

4. Verfahren zum Montieren von Stopfen in jeweilige Öffnungen von Bauteilen, insbesondere eines Kraftwagens, bei welchem die Stopfen mittels wenigstens eines an einem Roboter (28) angeordneten Roboterwerkzeugs (10) nach Anspruch 1 an jeweiligen Fügestellen der Bauteile in die jeweiligen Öffnungen montiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Schritte:
 a) Anordnen und Halten eines der in dem Magazin (12) aufgenommenen Stopfen an einem der Fügeelemente (16, 20);
 b) Bewegen des Stopfens zur korrespondierenden Fügestelle eines der Bauteile mittels des Roboters (28), wobei das Erreichen der Fügestelle mittels einer Kraftmessung erfasst wird, welche mittels einer in den Roboter (28) integrierten Sensorik durchgeführt wird;

c) Montieren des Stopfens in die Öffnung an der Fügestelle.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Schritt a) der Stopfen vom Fügeelement (16, 20) angesaugt und ansaugend am Fügeelement (16, 20) gehalten wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Schritt a) der Stopfen kraft- und/oder formschlüssig am Fügeelement (16, 20) gehalten wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7 **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Schritt a) und vor Schritt b) ein Schritt a1) durchgeführt wird, bei welchem der Stopfen mittels des Roboters (28) in eine Zwischenposition bewegt wird, in welcher sich der Stopfen in Stützanlage mit dem Bauteil befindet, wobei das Erreichen der Zwischenposition mittels der in den Roboter (28) integrierten Sensorik erfasst wird und wobei wenigstens ein mittels der in den Roboter (28) integrierten Sensorik erfasster und die Zwischenposition charakterisierender Wert einer Messgröße als Referenzwert gespeichert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Schritt b) der Stopfen mittels des Roboters (28) von der Zwischenposition an die Fügestelle bewegt wird, wobei das Erreichen der Fügestelle mittels der Kraftmessung derart erfasst wird, dass die Messgröße bei Erreichen der Fügestelle einen vom Referenzwert unterschiedlichen Wert aufweist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Schritt c) der Stopfen mittels des Roboters (28) mit wenigstens einer Fügekraft solange beaufschlagt und dadurch bewegt wird, bis ein vom Stopfen beim Fügen zurückgelegter Fügeweg und/oder die Kraft einen vorgebbaren Wert erreicht, wobei das Erreichen des vorgebbaren Werts mittels der in den Roboter (28) integrierten Sensorik erfasst wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

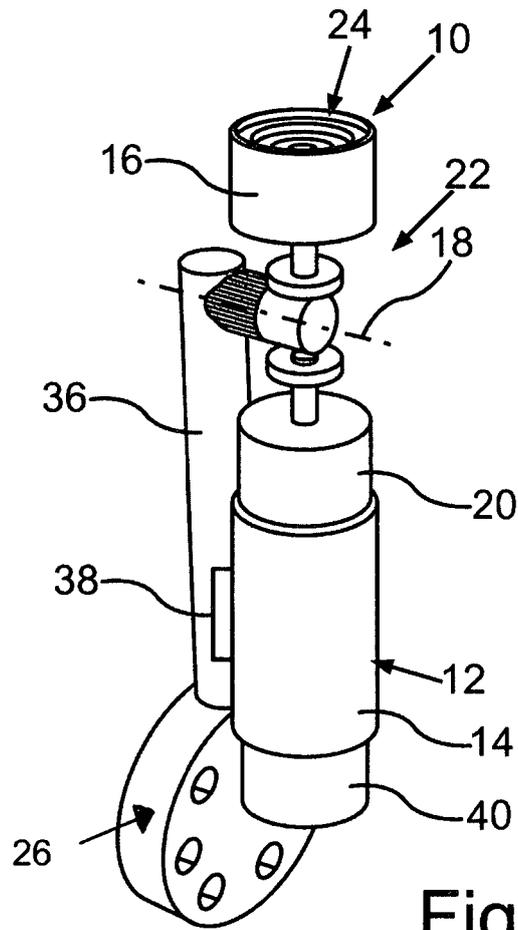


Fig. 1

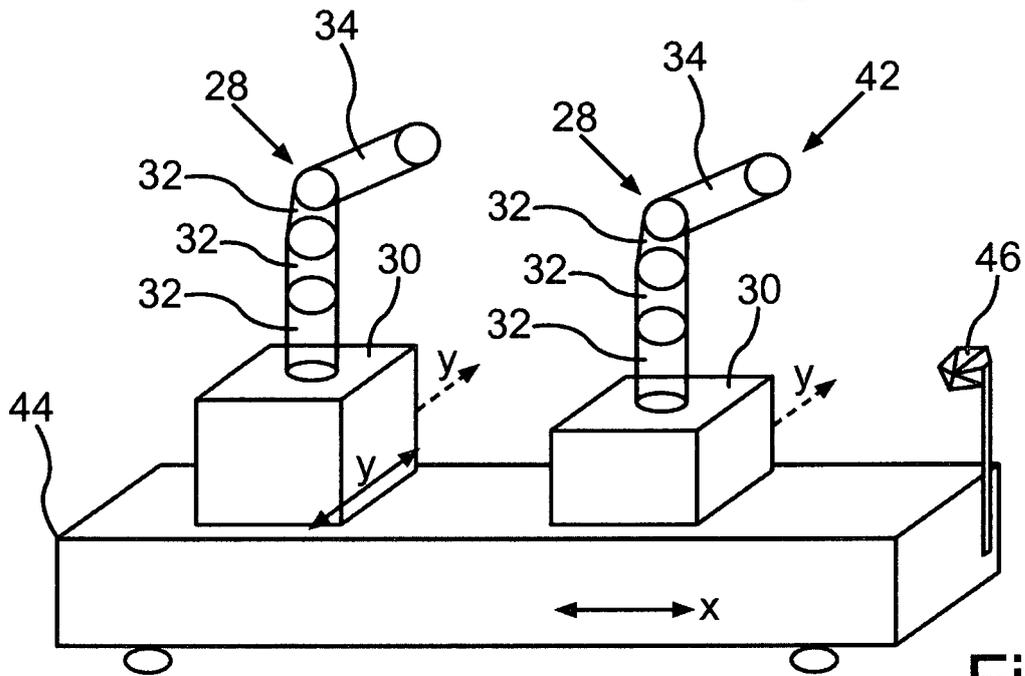


Fig. 2

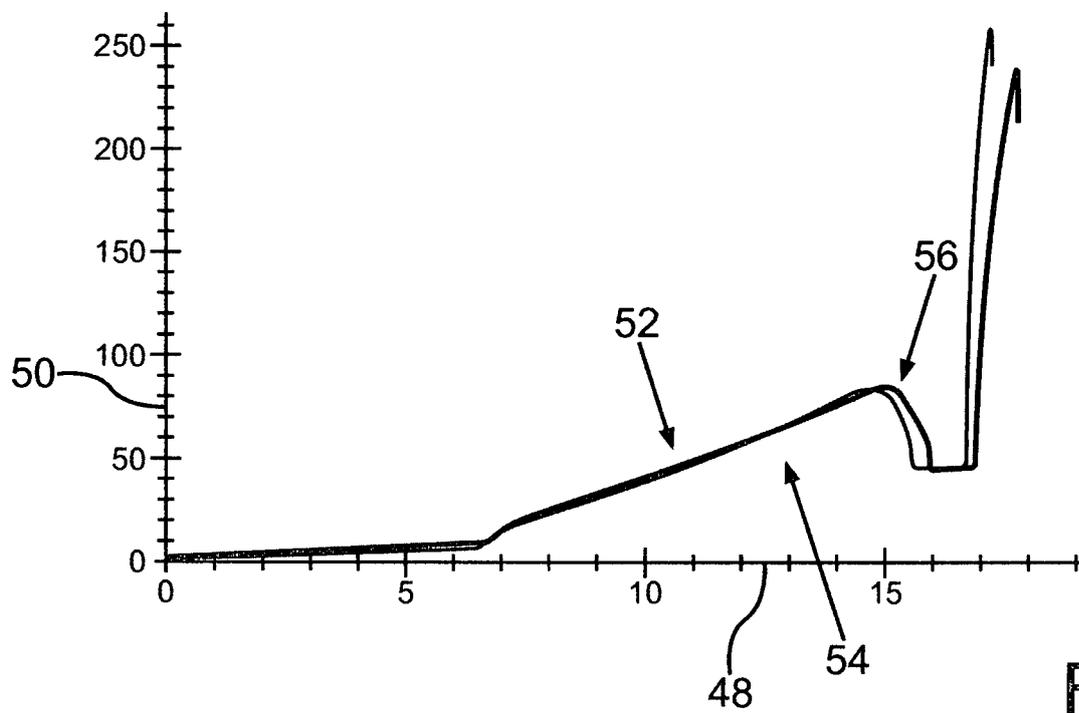


Fig.3