



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 032 322 A1** 2009.04.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 032 322.5**

(22) Anmeldetag: **09.07.2008**

(43) Offenlegungstag: **02.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B23P 19/033** (2006.01)

B23P 21/00 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

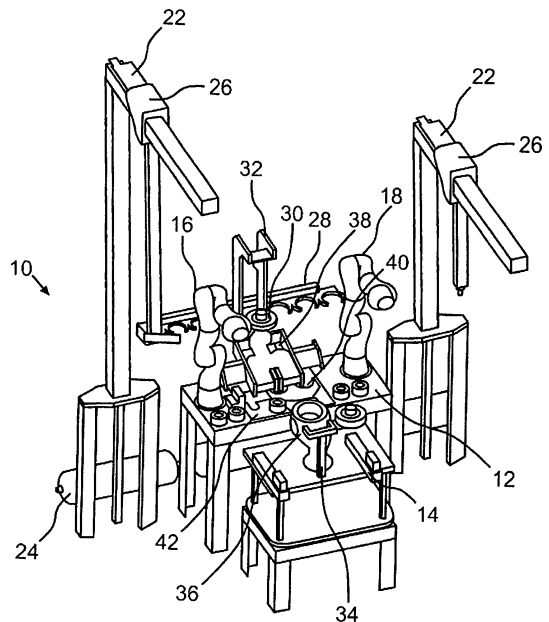
**Klumpp, Willi, Dipl.-Ing., 73760 Ostfildern, DE;
Reichenbach, Matthias, Dipl.-Ing., 03058
Neuhausen, DE; Schreiber, Matthias, Dipl.-Ing.,
74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Montieren zweier Bauteile mittels eines Leichtbauroboters**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Montieren zweier Bauteile (30, 36) mittels eines Leichtbauroboters mit den Schritten:

- Aufnehmen eines ersten Bauteils (30) mittels des Leichtbauroboters (16, 18);
- Einführen zumindest eines Teilbereichs des ersten Bauteils (30) in eine Ausnehmung eines zweiten Bauteils (36) und Kontaktieren der Bauteile (30, 36) mittels des Leichtbauroboters (16, 18), wobei das erste Bauteil (30) mittels des Leichtbauroboters (16, 18) zumindest zeitweise oszillierend bewegt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Montieren zweier Bauteile mittels eines Leichtbauroboters.

[0002] Bei der automatisierten Montage von Bauteilen durch Roboter ist nach dem heutigen Stand der Technik eine exakte Kenntnis der räumlichen Positionen und Lage der zu montierenden Bauteile, sowie die exakte Kenntnis der sogenannten Pose, d. h. die Menge der Stellungsangaben für alle Achsen des Roboters, nötig. Durch Bauteiltoleranzen, Abweichungen bei der Positionierung der Bauteile und Ungenauigkeiten bei der Bewegung des Roboters entstehende Ortsdifferenzen müssen meist durch aufwendige Messungen abgeglichen werden. Durch das hohe Baugewicht heutiger Roboter und die damit verbundenen hohen Trägheitsmomente entstehen nämlich bei einem Kontakt der zu montierenden Bauteile abseits von der Sollposition leicht Beschädigungen dieser Bauteile.

[0003] Dadurch wird es insbesondere erforderlich, die Montageposition und den Pfad, den der Roboter beim Zusammenführen der beiden Teile zu beschreiten hat, sehr exakt zu definieren. Eine Berührung der Bauteile soll weitestgehend vermieden werden und allenfalls in der Endposition der beiden montierten Bauteile zustande kommen.

[0004] Im Gegensatz dazu bringt ein menschlicher Monteur beim Montieren zweier Bauteile diese in der Regel frühzeitig in Kontakt und führt sie dann durch eine Serie kleiner Korrekturbewegungen in ihre Endposition über. Durch solche kleinen Korrekturen wird insbesondere auch ein Verkanten der Bauteile gegeneinander und daraus resultierende Beschädigungen vermieden.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, Verfahren zum Montieren zweier Bauteile mittels eines Leichtbauroboters bereitzustellen, mit denen die Bauteile montiert werden können, ohne dass die Positionen und Toleranzen exakt vermessen werden müssen, und insbesondere ohne dass vermieden werden muss, die Bauteile frühzeitig in Kontakt zueinander zu bringen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Montieren zweier Bauteile mittels eines Leichtbauroboters wird zunächst ein erstes Bauteil mittels des Roboters aufgenommen und anschließend mit zumindest einem Teilbereich in eine Ausnehmung eines zweiten Bauteils eingeführt, wobei es bereits frühzeitig zum Kontakt zwischen den Bauteilen kommt. Während der Einführbewegung wird dabei

das erste Bauteil durch den Leichtbauroboter zumindest zeitweise oszillierend bewegt. Unter Leichtbauroboter ist hier ein Roboter zu verstehen, der ein sehr geringes Eigengewicht und eine sehr präzise Kraftsteuerung aufweist. Durch das geringe Eigengewicht und die präzise Steuerung ist es nun vorteilhaft möglich, Bauteile auch frühzeitig bei ihrer gegenseitigen Montage in Kontakt miteinander zu bringen, ohne dass Beschädigungen der Bauteile daraus resultieren. Die oszillierende Bewegung des ersten Bauteils während seines Einführens in das zweite Bauteil bildet auf vorteilhafte Weise das menschliche Verfahren der Herstellung einer Sollposition durch kleine Positionskorrekturen ab. Insbesondere wird durch eine solche oszillierende Bewegung, welche entlang einer oder auch mehrerer Achsen erfolgen kann, ein Verkanten der beiden Bauteile gegeneinander vermieden, bzw. entstehende Verkantungen gelöst, ohne dass im Verkantungsbereich hohe Kräfte, welche zu Beschädigungen führen könnten, auftreten.

[0008] Es ist dabei besonders vorteilhaft, dass zumindest eines der Bauteile durch eine Stützvorrichtung beweglich gehalten wird. Die Stützvorrichtung kann dabei in Form eines Galgens ausgebildet sein, und dient dazu, das Eigengewicht des zu bewegenden Bauteils aufzunehmen. Hierzu kann beispielsweise die Gewichtskraft des Werkstückes über einen durch ein Proportionalventil gesteuerten Pneumatikzylinder kompensiert werden. Damit werden die vom Roboter beim Montieren der beiden Bauteile aufzuwendenden Kräfte vorteilhaft weiter verringert, da der Roboter nun nicht mehr das Eigengewicht des in der Stützvorrichtung gehaltenen Bauteils aufnehmen muss, sondern lediglich dessen Trägheitskräfte zu überwinden hat. Durch diese geringeren aufgewendeten Kräfte wird das Risiko von Beschädigungen der zu montierenden Bauteile weiter reduziert.

[0009] Es ist weiterhin besonders vorteilhaft, dass die durch den Leichtbauroboter beim Einführen des Teilbereichs in eine Ausnehmung des zweiten Bauteils aufgebrauchte Kraft einen vorgegebenen Schwellenwert nicht überschreitet. Solche Schwellenwerte können bauteilabhängig vorgegeben werden und reduzieren weiter das Beschädigungsrisiko und damit den beim Verfahren entstehenden Ausschuss. Insbesondere ist es vorteilhaft, den Schwellenwert für die aufgebrauchte Kraft auf etwa 140 Newton festzulegen. Weiterhin ist die Oszillationsbewegung des ersten Bauteils bei dessen Einführen in die Ausnehmung des zweiten Bauteils vorteilhafter Weise auf eine Frequenz zwischen 1 und 83 Hertz zu begrenzen.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform ist dem Leichtbauroboter eine Steuereinheit beigestellt, welche Daten über Positionen des ersten und des zweiten Bauteils, sowie über eine Pose des Leichtbauroboters empfängt, verarbeitet und in der Folge Steuerungssignale zum Korrigieren der Bewegungen des Leicht-

bauroboters an den Leichtbauroboter sendet. Damit kann beispielsweise festgestellt werden, ob eine Verkantung der beiden Bauteile aufgetreten ist und damit eine oszillierende Bewegung zum Lösen der Verkantung nötig ist. Weiterhin ermöglicht eine solche Steuerung die Ausführung von gerichteten Korrekturbewegungen bei toleranzbedingten Fehlpositionierungen des ersten oder des zweiten Bauteils.

[0011] Im Folgenden soll anhand der Zeichnung die Erfindung und ihre Ausführungsformen näher erläutert werden, wobei

[0012] [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung einer Montagezelle zur Montage eines Ausgleichsgetriebes in ein Hinterachsgetriebegehäuse nach einem erfindungsgemäßen Verfahren, und

[0013] [Fig. 2](#) eine perspektivische Schnittdarstellung eines Greifers für Lagerschalen und Lagersicherungen zur Verwendung mit einem Leichtbauroboter in einem erfindungsgemäßen Verfahren darstellt.

[0014] Als exemplarisches Beispiel für den Einsatz des eingangs beschriebenen Verfahrens zum Montieren zweier Bauteile soll hier die Montage eines Ausgleichsgetriebes in ein Hinterachsgetriebegehäuse geschildert werden. Selbstverständlich beschränkt sich die Erfindung nicht auf diesen spezifischen Anwendungsfall.

[0015] Eine insgesamt mit **10** bezeichnete Montagezelle zur Montage eines Ausgleichsgetriebes in ein Hinterachsgetriebegehäuse ist in der Figur schematisch dargestellt. Sie umfasst zwei Arbeitstische **12** und **14**, sowie zwei Leichtbauroboter **16** und **18**. Um die Leichtbauroboter **16** und **18** von der Gewichtskraft der zu montierenden Teile zu entlasten sind weiterhin zwei Galgen **20** und **22** bereitgestellt, in welchen Teile beweglich gelagert werden können. Zur Kompensation der Gewichtskraft der an den Galgen **20** und **22** aufgenommenen Teile steht ein pneumatisches System **24** zur Verfügung, welches über Proportionalventile die auftretenden Gewichtskräfte ausgleichen. Weiterhin erfolgt die Lagerung der beweglichen Teile der Galgen **20** und **22** über Pendelrollenlager **26**, welche zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern ausgelegt sind.

[0016] In einem ersten Schritt der Montage des Ausgleichsgetriebes wird über eine am Galgen **20** befestigte Haltevorrichtung **28** ein Kegelrollenlager **30** in eine Presse **32** eingeführt, wobei das Kegelrollenlager in das Ausgleichsgetriebegehäuse eingepresst wird. Das Ausgleichsgetriebegehäuse **30** wird nun vom Leichtbauroboter **16** über einen Löffelgreifer aufgenommen und zur Einschwenkstation **34** überführt. Dort wird durch den Leichtbauroboter **16** das Ausgleichsgetriebegehäuse in das Hinterachsgetriebegehäuse **36** eingeschwenkt. Bei diesem Einschwenk-

prozess kommt das erfindungsgemäße Verfahren zum ersten Mal zum Tragen, indem das Ausgleichsgetriebegehäuse vom Leichtbauroboter **16** zunächst an eine Wandung des Hinterachsgetriebegehäuses mit definierter Kraft angelegt wird. Von dieser Position aus wird das Ausgleichsgetriebegehäuse **30** nun definiert in das Hinterachsgetriebegehäuse **36** geschwenkt. Dabei wird durch eine Steuereinrichtung der Leichtbauroboter **16** derart gesteuert, dass Fertigungstoleranzen oder Lageverschiebungen kompensierbar sind. Dazu können auch die erfindungsgemäß vorgesehenen oszillierenden Bewegungen zum Einsatz kommen. In der Endlage des Ausgleichsgetriebegehäuses im Hinterachsgetriebegehäuse wird das Ausgleichsgetriebegehäuse schließlich vom Leichtbauroboter **16** minimal um seine Hochachse rotiert, um die Zahnflanken der beiden Getriebe aneinander anzufädeln. Über eine Rutsche **38** werden im nächsten Schritt die Lagerschalen zugeführt und über eine Umklappvorrichtung **40** gewendet, so dass sie in einer Abholposition **42** zu liegen kommen. Lagerschalen und Lagersicherungen werden im nächsten Schritt gleichzeitig von den Leichtbaurobotern **16** und **18** an das Hinterachsgetriebegehäuse **36** montiert. Die gleichzeitige Montage verhindert ein Herausfallen der Lagerschale, das Verwenden eines erfindungsgemäßen Verfahrens zu dieser Montage verringert die Gefahr einer Verkantung der Bauteile gegeneinander. Insbesondere durch kontrollierte, oszillierende Kraftimpulse des Leichtbauroboters wird ein solches Verkanten vermieden und eine sichere Zentrierung der Bauteile in ihre Endposition ermöglicht. Zur Aufnahme von Lagerschalen und Lagersicherungen durch den Leichtbauroboter **16**, **18** wird ein spezieller Greifer **44** verwendet, welcher in [Fig. 2](#) in einer Schnittdarstellung gezeigt ist. Der Greifer **44** ist zylindrisch aufgebaut, wobei eine äußere Schale **46** des Greifers komplementär zu einer Lagersicherung **48** bzw. zu einer Lagerschale ist. Zur Übertragung oszillierender Bewegungen auf die Lagerschale ist die äußere Schale **46** über Dünnringlager **50** drehbar gegenüber einem Innenteil **52** des Greifers **44** gelagert. Das Innenteil **52** umfasst dabei eine exzentrische Zentrierspitze **54** zum Fügen der Lagerschale sowie ein Kugeldruckstück **56** zum Arretieren der Mittelstellung der Lagerschale. Über die Dünnringlager **50** können bei einer Verkantung der zu montierenden Bauteile oszillierende Kraftimpulse auf die von der äußeren Schale **46** gehaltene Lagerschale bzw. den Lagerring **48** ausgeübt werden. Um eine Anpassung des Systems auf verschiedene zu montierende Lagerschalen bzw. Lagersicherungen zu ermöglichen ist in einem Fußbereich **58** des Greifers **44** ein Anschluss für ein Werkzeugschnellwechselsystem vorgesehen, so dass die Leichtbauroboter **16** und **18** in kürzester Zeit auf andere Lagerschalengeometrien umgerüstet werden können.

[0017] An diesem Punkt ist die Montage des Hinterachsgetriebegehäuses abgeschlossen, es kann in

der Folge von weiteren hier nicht gezeigten Vorrichtungen zu seinem nächsten Verarbeitungsort weiter transportiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Montieren zweier Bauteile (**30**, **36**) mittels eines Leichtbauroboters mit den Schritten:
– Aufnehmen eines ersten Bauteils (**30**) mittels des Leichtbauroboters (**16**, **18**);
– Einführen zumindest eines Teilbereichs des ersten Bauteils (**30**) in eine Ausnehmung eines zweiten Bauteils (**36**) und Kontaktieren der Bauteile (**30**, **36**) mittels des Leichtbauroboters (**16**, **18**), wobei das erste Bauteil (**30**) mittels des Leichtbauroboters (**16**, **18**) zumindest zeitweise oszillierend bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Bauteile (**30**, **36**) durch eine Stützvorrichtung (**20**, **22**) beweglich gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die durch den Leichtbauroboter (**16**, **18**) beim Einführen des Teilbereichs in eine Ausnehmung des zweiten Bauteils (**36**) aufgebrachte Kraft einen vorgegebenen Schwellenwert nicht überschreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellenwert für die aufgebrachte Kraft 140 N beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauteil (**30**) mit einer Frequenz von bis zu 83 Hz oszillierend bewegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit Daten über Positionen des ersten (**30**) und des zweiten Bauteils (**36**), sowie über eine Pose des Leichtbauroboters (**16**, **18**) empfängt, verarbeitet und Steuersignale zum Korrigieren der Bewegungen des Leichtbauroboters (**16**, **18**) an den Leichtbauroboter (**16**, **18**) sendet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

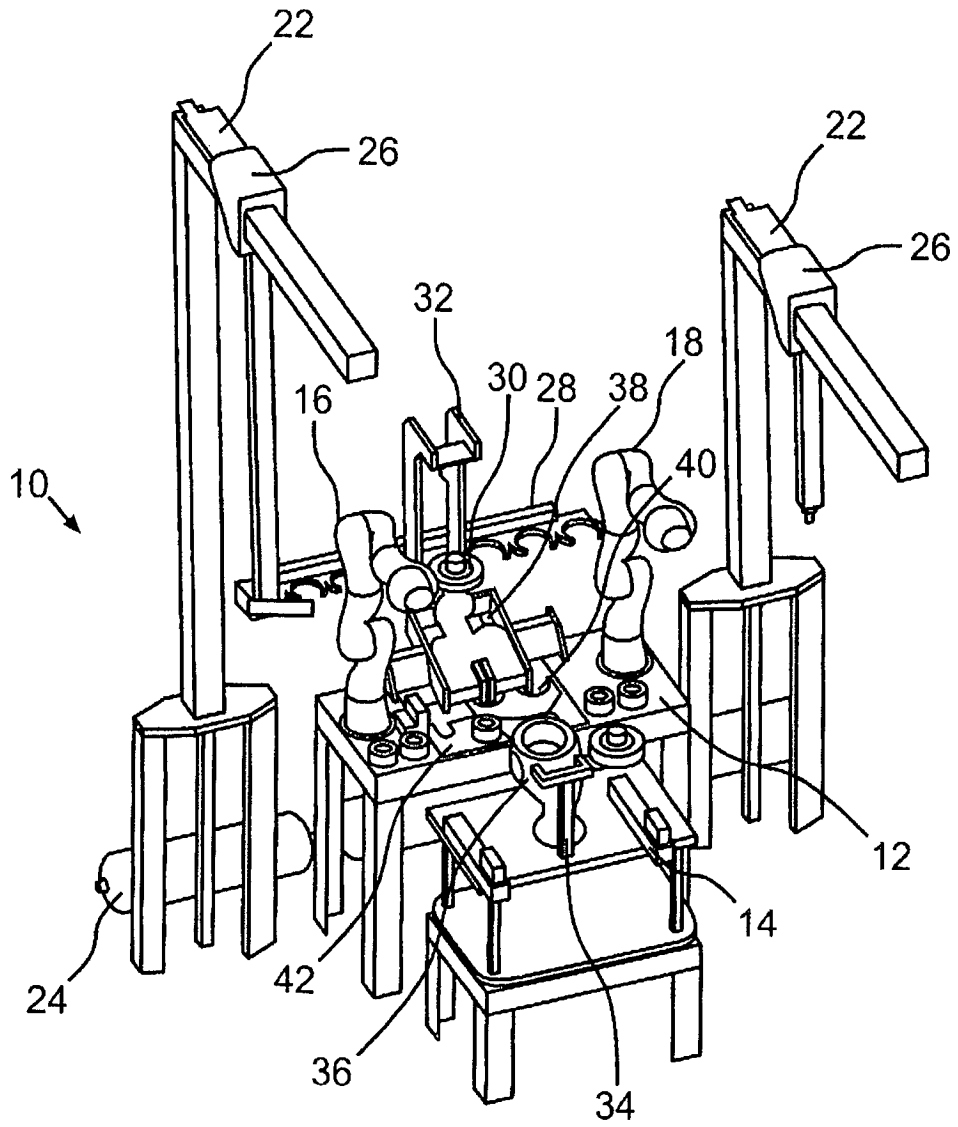


Fig.1

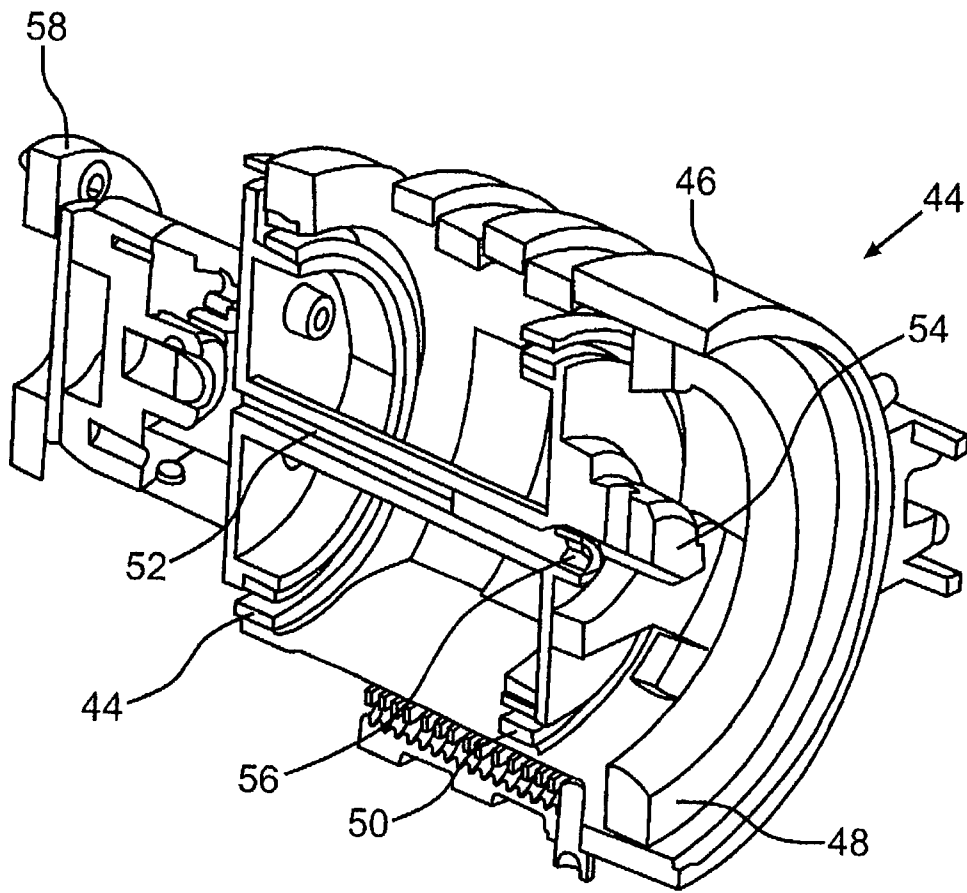


Fig.2