(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 519024 B1 2018-03-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50935/2016
(22) Anmeldetag: 17.10.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2018

(51) Int. Cl.: ***B23Q 7/14*** (2006.01)
B23Q 39/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1380382 A1
DE 202009017339 U1
US 4915569 A

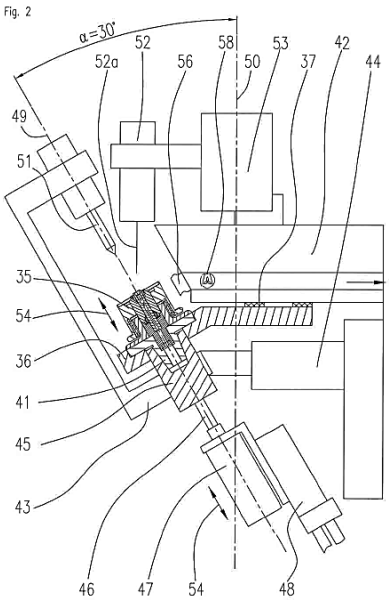
(73) Patentinhaber:
Minebea Mitsumi Inc.
4106-73 Nagano-ken (JP)

(72) Erfinder:
Etling Carsten
78050 Villingen-Schwenningen (DE)

(74) Vertreter:
Gibler & Poth Patentanwälte KG
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks, insbesondere eines Bauteils eines Spindelmotors**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks (35), wobei das Werkstück (35) mittels eines Transportsystems (37) nacheinander zu mehreren ortsfesten Bearbeitungsstationen transportiert und dort jeweils einem zugeordneten Bearbeitungsprozess unterzogen wird. Erfindungsgemäß wird das Werkstück in der Bearbeitungsstation von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition gebracht, wobei der Bearbeitungsprozess in dieser Bearbeitungsposition durchgeführt wird. Dabei wird das Werkstück (35) vom Werkstückträger (36) getrennt und in die Bearbeitungsposition gebracht, wobei die Bearbeitungsposition im Winkel α gegenüber der Vertikalen (50) geneigt ist, wobei das Werkstück (35) im Winkel α zu einem Werkzeug oder einer Bearbeitungsvorrichtung ausgerichtet ist und das Werkstück (35) nach dem Bearbeitungsprozess wieder auf dem Werkstückträger (36) angeordnet und vom Transportsystem (37) zur nächsten Bearbeitungsstation transportiert wird.



AT 519024 B1 2018-03-15

Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUTOMATISIERTEN BEARBEITUNG UND MONTAGE EINES BAUTEILS EINES SPINDELMOTORS

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks, insbesondere eines Bauteils eines Spindelmotors und insbesondere eines Rotorbauteils mit fluiddynamischem Lagersystem.

STAND DER TECHNIK

[0002] Spindelmotoren mit fluiddynamischem Lager werden beispielsweise zum Antrieb von Festplattenlaufwerken und Lüftern eingesetzt. Diese Spindelmotoren umfassen ein Rotorbauteil, das mittels des fluiddynamischen Lagers gegenüber einem Statorbauteil drehend gelagert ist. Ein zentrales Bauteil des Spindelmotors ist eine Welle, die in einer Lagerbohrung einer Lagerbuchse angeordnet und relativ zu der Lagerbuchse drehend gelagert ist. Zwischen diesen Lagerbauteilen ist ein Lagerspalt gebildet, der mit einem Lagerfluid gefüllt ist.

[0003] Bei der manuellen Montage und Fertigung eines solchen Lagersystems bzw. eines Rotorbauteils für ein solches Lagersystem müssen zum einen die Lagerkomponenten und Motorkomponenten in verschiedenen Stationen zusammengebaut und schließlich das Lagerfluid in das Lager eingefüllt werden.

[0004] In entsprechenden Zwischenschritten erfolgen Reinigungsvorgänge sowie Vorgänge zum Auftragen von Substanzen oder Klebstoff. Außerdem wird das Lagerspiel entsprechend eingestellt.

[0005] Diese Tätigkeiten werden bisher manuell durchgeführt, was personal- und zeitaufwändig ist.

[0006] Aus der EP 1 380 382 A1 ist eine Bearbeitungsstation und ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks bekannt, wobei das Werkstück mittels eines Transportsystems nacheinander zu mehreren ortsfesten Bearbeitungsstationen transportiert wird und dort jeweils einem zugeordneten Bearbeitungsprozess unterzogen wird, und wobei das Werkstück in der Bearbeitungsstation von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition gebracht wird, und der Bearbeitungsprozess in dieser Bearbeitungsposition durchgeführt wird.

[0007] Aus der DE 202009017339 U1 ist eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken in Form von Felgen bekannt, bei der das Werkstück mittels eines Transportsystems nacheinander zu mindestens zwei Bearbeitungsstationen transportiert wird und dort jeweils einem zugeordneten Bearbeitungsprozess unterzogen wird, und wobei das Werkstück in der Bearbeitungsstation von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition gebracht wird, und der Bearbeitungsprozess in dieser Bearbeitungsposition durchgeführt wird.

[0008] Aus der US 4915569 A ist ein Hubtisch zum Heben und Senken eines Werkstücks bekannt.

GEGENSTAND DER ERFINDUNG

[0009] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks, insbesondere eines Bauteils eines Spindelmotors, zu verbessern, um den Grad der Automation zu erhöhen und den Fertigungsprozess zu beschleunigen.

[0010] Insbesondere soll die Zykluszeit der einzelnen Bearbeitungsprozesse verringert werden, und der Platzbedarf für die automatische Anlage soll gegenüber dem jetzigen Platzbedarf der manuellen Montage stark reduziert werden.

[0011] Ferner sollen unterschiedliche Prozesszeiten auf der automatisierten Anlage abgebildet werden, ohne die Anzahl der einzelnen Prozessmodule unnötig zu erhöhen.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 7 gelöst.

[0013] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung und weitere vorteilhafte Merkmale sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Bei dem beschriebenen Verfahren zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks wird das Werkstück mittels eines Transportsystems nacheinander zu mehreren ortsfesten Bearbeitungsstationen transportiert und dort jeweils einem zugeordneten Bearbeitungsprozess unterzogen.

[0015] Erfindungsgemäß wird das Werkstück in der Bearbeitungsstation von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition gebracht, wobei der Bearbeitungsprozess in dieser Bearbeitungsposition durchgeführt wird.

[0016] Das für den Bearbeitungsprozess verwendete Werkzeug und/oder die Bearbeitungsvorrichtung verbleiben während der Bearbeitung des Werkstücks ortsfest, während das Werkstück in die Bearbeitungsposition verfahren wird. Zudem kann das Werkstück während des Bearbeitungsprozesses bewegt, beispielsweise rotiert werden. Das Werkstück bewegt sich demnach vom Transportsystem zum Werkzeug und nach der Bearbeitung wieder zurück zum Transportsystem.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Werkstück - zumindest während des Bearbeitungsprozesses - in einem spitzen Winkel α größer als 0° bezüglich der Vertikalen positioniert. Vorzugsweise kann das Werkstück in diesem Winkel α auf dem Transportsystem angeordnet sein und vom Transportsystem zu den einzelnen Bearbeitungsstationen transportiert werden.

[0018] Erfindungsgemäß wird das Werkstück auf einem Werkstückträger mittels des Transportsystems zu den einzelnen Bearbeitungsstationen transportiert, wobei zumindest in einer Bearbeitungsstation das Werkstück vom Werkstückträger getrennt und in eine Bearbeitungsposition gebracht wird und in dieser Bearbeitungsposition der jeweilige Bearbeitungsprozess durchgeführt wird. Zumindest in der Bearbeitungsposition ist das Werkstück im Winkel a gegenüber der Vertikalen gekippt, wobei das Werkstück in diesem Winkel α zu einem Werkzeug oder einer Bearbeitungsvorrichtung ausgerichtet ist. Nach dem Bearbeitungsprozess wird das Werkstück wieder auf dem Werkstückträger angeordnet und vom Transportsystem zur nächsten Bearbeitungsstation transportiert.

[0019] Ausgehend von der Transportposition des Werkstücks auf dem Werkstückträger wird das Werkstück vorzugsweise in der Bearbeitungsstation durch eine ortsfeste Antriebsvorrichtung vom Werkstückträger abgehoben und in die Bearbeitungsposition gebracht und dort bearbeitet.

[0020] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass das Werkstück in einem Werkstückhalter angeordnet und zusammen mit diesem auf dem Werkstückträger angeordnet ist. Der Werkstückhalter und das darauf befindliche Werkstück werden zusammen in die Bearbeitungsposition gebracht und vom Werkstückträger getrennt. Der Werkstückträger verbleibt am Transportsystem.

[0021] Während der Bearbeitung in der Bearbeitungsposition kann das Werkstück bewegt, beispielsweise um eine Rotationsachse gedreht werden, wobei die Rotationsachse im Winkel α bezüglich der Vertikalen verläuft. Um einen sauberen Rundlauf des Werkstücks zu erzielen, kann vorgesehen sein, dass das Werkstück in der Bearbeitungsposition bezüglich der Rotationachse zentriert wird.

[0022] Die Erfindung beschreibt ebenfalls eine Vorrichtung zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks. Die Vorrichtung umfasst mehrere ortsfeste Bearbeitungsstationen, ein Transportsystem zum Transportieren des Werkstücks nacheinander zu den einzelnen Bear-

beitungsstationen und mehrere Bearbeitungswerkzeuge und/oder Bearbeitungsvorrichtungen zur Bearbeitung des Werkstücks in den Bearbeitungsstationen. Erfindungsgemäß umfasst die Bearbeitungsstation entsprechende Mittel, um das Werkstück von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition zu bringen, in welcher der Bearbeitungsprozess durchgeführt wird.

[0023] Vorzugsweise ist das Werkstück - zumindest während des Bearbeitungsprozesses - in einem spitzen Winkel α bezüglich der Vertikalen angeordnet. Hierbei ist das Werkstück in der Bearbeitungsposition im Winkel α bezüglich des Werkzeugs und/oder der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet.

[0024] Das Transportsystem umfasst mehrere Werkstückträger, auf denen jeweils mindestens ein Werkstück transportiert wird.

[0025] Erfindungsgemäß ist mindestens eine Bearbeitungsstation mit einer ortsfesten Antriebsvorrichtung ausgerüstet, um das Werkstück vom Werkstückträger zu trennen und in die Bearbeitungsposition zu bringen. Hierbei kann die Antriebsvorrichtung sowohl zur linearen Bewegung als auch zur Rotation des Werkstücks ausgebildet sein, wobei die Rotationsachse im Winkel α bezüglich der Vertikalen verläuft. Ferner kann an der Bearbeitungsstation eine Zentriervorrichtung vorgesehen sein, um das Werkstück in der Bearbeitungsposition bezüglich der Rotationsachse zu zentrieren.

[0026] Vorzugsweise ist das Werkstück ein Teil eines Spindelmotors, beispielsweise ein Rotorbauteil mit einem fluiddynamischen Lagersystem. Das Werkstück ist vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich einer Rotationsachse ausgebildet.

[0027] Als Transportsystem kann vorzugsweise ein lineares Transportsystem verwendet werden, so dass alle Bearbeitungsstationen hintereinander angeordnet werden können. Für Bearbeitungsstationen, deren Prozesszeit länger ist als der Linientakt der Fertigungslinie, wird die Anzahl der in der Bearbeitungsstation vorhandenen Prozessmodule erhöht. Ferner müssen Pufferzonen vor und gegebenenfalls auch hinter solchen Bearbeitungsstationen mit längerer Prozesszeit eingerichtet werden. Beträgt der Linientakt des Transportsystems beispielsweise 5 Sekunden, aber ein bestimmtes Prozessmodul X benötigt 15 Sekunden zur Bearbeitung des Werkstücks, dann muss die Anzahl dieser Prozessmodule X auf 3 erhöht werden, und es muss eine Pufferzone für 2 Werkstückträger vor den Prozessmodulen X geschaffen werden. Ist der Puffer mit 2 Werkstückträgern gefüllt und der vorhergehende Prozess in 5 Sekunden abgeschlossen, so werden die 3 Werkstückträger auf die 3 Prozessmodule X verteilt. Ist der nachfolgende Prozess wiederum ein Prozess mit geringerer Prozessdauer, so muss erneut eine Pufferzone für 2 Werkstückträger geschaffen werden, damit alle 3 Werkstückträger aus den Prozessmodulen X ausfahren können.

[0028] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnungen näher beschrieben. Hieraus ergeben sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0029] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer Fertigungslinie und beispielhaft einzelne Bearbeitungsstationen.

[0030] Fig. 2 zeigt schematisch eine vergrößerte Darstellung einer Bearbeitungsstation zum Einfüllen eines Lagerfluids in das fluiddynamische Lager.

BESCHREIBUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS DER ERFINDUNG

[0031] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau der erfindungsgemäßen Fertigungslinie zur Montage und Bearbeitung von Werkstücken. Die Fertigungslinie umfasst beispielsweise zwei miteinander verbundene Fertigungsabschnitte 31, 32.

[0032] Die Fertigungslinie umfasst beispielsweise 30 Bearbeitungsstationen, beginnend mit einer Bearbeitungsstation 1 am rechten Rand des Fertigungsabschnitts 31 und nachfolgenden

im Uhrzeigersinn angeordneten Bearbeitungsstationen 2 bis 30.

[0033] Die Bearbeitungsstation 1 ist eine Belade- und Entladestation, an welcher eine Bedienperson 33 zu bearbeitende Werkstücke 35 von einer Werkstückpalette 34 entnimmt und auf einem Werkstückträger 36 anordnet, der dann an einem Transportsystem 37 angeordnet wird. Auf einem Werkstückträger 36 können ein oder mehrere Werkstücke 35 angeordnet sein. Im dargestellten Beispiel umfasst das Werkstück Teile eines Spindelmotors, insbesondere ein Rotorbauteil und ein fluiddynamisches Lagersystem zur Drehlagerung des Rotorbauteils.

[0034] In der Bearbeitungsstation 1 wird von der Bedienperson 33 der Werkstückträger 36 außerdem auf seiner Oberseite gereinigt, bevor das Werkstück 35 auf den Werkstückträger aufgelegt wird. Die Reinigung des Werkstückträgers 36 erfolgt in einer manuellen Bearbeitungsstation 38.

[0035] Das Transportsystem 37 ist vorzugsweise ein lineares Transportsystem, welches als Endlostransportsystem ausgebildet ist und die Werkstückträger 36 im Uhrzeigersinn von der Bearbeitungsstation 1 bis zur Bearbeitungsstation 30 transportiert. Das Transportsystem 37 arbeitet taktweise und transportiert die Werkstückträger 36 mit den darauf befindlichen Werkstücken 35 jeweils in einer vorgegebenen Taktzeit (Linientakt) von beispielsweise einigen bis einigen zehn Sekunden zur jeweils nächsten Bearbeitungsstation.

[0036] Das auf dem Werkstückträger 36 befindliche Werkstück 35 wird durch das Transportsystem 37 im Uhrzeigersinn von der Bearbeitungsstation 1 zur Bearbeitungsstation 2 transportiert, welche eine Reinigungsstation ist, in welcher der Werkstückträger 36 auf seiner Unterseite gereinigt wird. Das auf der Oberseite des Werkstückträgers 36 befindliche Werkstück 35 wird dabei nicht behandelt.

[0037] Nachfolgend wird der Werkstückträger 36 mit dem darauf befindlichen Werkstück 35 vom Transportsystem 37 von der Bearbeitungsstation 2 zur Bearbeitungsstation 3 transportiert, an welcher das Werkstück 35, bestehend aus Lagerbauteilen, die nachfolgend mit anderen Bauteilen zusammengefügt werden, mit einem Schmierstoff benetzt werden.

[0038] Der Vorgang der Benetzung mit Schmierstoff kann von der Bedienperson 33 durch eine Kamera 39 überwacht werden.

[0039] Danach wird der Werkstückträger 36 mit dem darauf befindlichen Werkstück 35 vom Transportsystem 37 zur Bearbeitungsstation 4 transportiert. Die Bearbeitungsstation 4 umfasst beispielweise eine Presse, mit welcher ein Bauteil auf das Werkstück 35 aufgepresst wird.

[0040] Der Werkstückträger 36 mit dem darauf befindlichen Werkstück 35 wird nun der Bearbeitungsstation 5 zugeführt. Die Bearbeitungsstation 5 ist eine Pufferstation zur Zwischenlagerung von zwei Werkstücken 35. In der Bearbeitungsstation 5 wird für zwei Arbeitstakte keine Bearbeitung der Werkstücke 35 durchgeführt.

[0041] In der Bearbeitungsstation 6 findet eine Feinjustierung der in Arbeitsstation 4 vorgenommen Pressverbindung statt. Das Werkstück ist vorzugsweise Teil eines Lagersystems, wobei in Arbeitsstation 6 durch die Feinjustierung der Pressverbindung das axiale Lagerspiel des Lagersystems eingestellt wird.

[0042] Da die benötigte Bearbeitungszeit in der Bearbeitungsstation 6 länger ist als die Taktzeit des Transportsystems 37, sind in der Bearbeitungsstation 6 beispielsweise drei Bearbeitungsvorrichtungen 6a vorgesehen, welche jeweils drei Werkstücke gleichzeitig bearbeiten können.

[0043] Diese Bearbeitungsvorrichtungen 6a werden durch ein Transfersystem 6b bedient, welches mehrere Werkstücke 35 von den in der Bearbeitungsstation 5 zwischengelagerten Werkstückträgern 36 auf dem Transportsystem 37 holt, zu den Bearbeitungsvorrichtungen 6a transferiert und wieder auf den Werkstückträger 36 auf dem Transportsystem 37 zurücklegt.

[0044] Die Bearbeitungsstation 7 ist eine Pufferstation für einen oder mehrere Werkstückträger 36, damit die in der Arbeitsstation 6 bearbeiteten Werkstücke 35 in den Prozesstakt eingegliedert werden können.

[0045] Die Bearbeitungsstation 8 ist eine unbenutzte Station, die für zusätzliche Bearbeitungsschritte reserviert ist.

[0046] Die Bearbeitungsstation 9 ist eine Reinigungsstation, in der das Werkstück 35 gereinigt wird.

[0047] In der Bearbeitungsstation 10 wird mittels einer Kamera geprüft, ob die in den Stationen 4-6 vorgenommene Pressverbindung fehlerfrei und ohne Beschädigung des Werkstücks 35 durchgeführt wurde.

[0048] Die Bearbeitungsstation 11 ist eine Pufferstation.

[0049] In den Bearbeitungsstationen 12 und 13 wird eine Substanz, beispielsweise ein Ölstopplack, auf bestimmte Teile des Werkstücks 35 aufgetragen.

[0050] In den Bearbeitungsstationen 14 und 15 wird ein erster Teil des fluiddynamischen Lagers des Werkstücks 35 mit einem Lagerfluid, beispielsweise einem Lageröl, gefüllt.

[0051] Eine detaillierte Ansicht und Beschreibung der Bearbeitungsstationen 14 und 15 ist nachfolgend in Fig. 2 erläutert.

[0052] Die Bearbeitungsstationen 9 bis 15 werden durch die Bedienperson 33 und/oder einen Überwachungscomputer mit entsprechenden, an den Bearbeitungsstationen 9 bis 15 angeordneten Kameras 39 überwacht.

[0053] Die Bearbeitungsstation 16 ist eine Pufferstation.

[0054] In der Bearbeitungsstation 17 wird auf das Werkstück 35 ein Klebstoff oder Dichtungsmaterial aufgetragen, bevor ein weiteres Bauteil mit dem Werkstück 35 verbunden wird. Diese Station ist ebenfalls durch eine Kamera überwacht.

[0055] Die Bearbeitungsstation 18 umfasst Zuführeinrichtungen 18a zur Zuführung eines weiteren Bauteils zum Werkstück 35 und zum Befestigen des weiteren Bauteils auf dem Werkstück 35.

[0056] In der Bearbeitungsstation 19 wird die Verbindung zwischen dem zusätzlichen Bauteil und dem Werkstück 35 durch Auftragen eines Dichtungsmaterials versiegelt.

[0057] In der Bearbeitungsstation 20 wird das Werkstück 35 umgedreht.

[0058] Die Bearbeitungsstation 21 ist eine Pufferstation.

[0059] In den Bearbeitungsstationen 22 und 23 wird ein zweiter Teil des fluiddynamischen Lagers des Werkstücks 35 mit Lagerfluid gefüllt. Die Bearbeitungsstationen 22 und 23 entsprechen den Stationen 14 und 15 und sind in Fig. 2 näher beschrieben.

[0060] Die Bearbeitungsstation 24 ist eine ungenutzte Station.

[0061] Die Bearbeitungsstation 25 dient zum Auftragen eines Klebstoffs auf das Werkstück 35 zur Montage eines weiteren Bauteils.

[0062] Die Bearbeitungsstation 26 ist eine Montagestation für ein weiteres Bauteil ähnlich der Station 18 mit entsprechenden Zuführeinrichtungen 26a für das zusätzliche Bauteil.

[0063] Die Bearbeitungsstation 27 dient zum Auftragen einer Dichtungsmasse zur Versiegelung des montierten weiteren Bauteils.

[0064] Die Bearbeitungsstation 28 dient zum Aufbringen einer Produktinformation und zum Aussortieren von fehlerhaften Werkstücken 35a. Die fehlerhaften Werkstücke 35a werden von den jeweiligen Werkstückträgern 36 entnommen und durch eine separate Fördereinrichtung 28a abtransportiert.

[0065] Die Bearbeitungsstation 29 ist eine Pufferstation.

[0066] In der Bearbeitungsstation 30 entnimmt die Bedienperson 33 den Werkstückträger 36 mit den fertiggestellten Werkstücken 35 aus dem Transportsystem 37 und legt die fertigen

Werkstücke 35 auf eine Werkstückpalette 40.

[0067] Der Bearbeitungszyklus beginnt nun von Neuem bei Bearbeitungsstation 1.

[0068] Fig. 2 zeigt eine schematische und vergrößerte Darstellung einer Füllstation, wie sie in den Bearbeitungsstationen 14, 15 bzw. 22, 23 verwendet wird. Diese Füllstationen 14, 15, 22 und 23 dienen zum Einfüllen eines Lagerfluids in einen Lagerspalt des Werkstücks 35, welches im dargestellten Beispiel ein fluiddynamisches Lagersystem umfasst.

[0069] Das Werkstück 35 wird mittels des Transportsystems 37 auf einem Werkstückträger 36 von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation transportiert, wobei das Transportsystem 37 beispielsweise an einem Tisch 42 der Fertigungslinien 31, 32 angeordnet ist.

[0070] Das Werkstück 35 selbst sitzt auf einem Werkstückhalter 41, der auf dem Werkstückträger 36 angeordnet ist, wobei der Werkstückhalter 41 vom Werkstückträger 36 abgehoben und getrennt werden kann.

[0071] Der Werkstückträger 36, der Werkstückhalter 41 sowie das Werkstück 35 sind derart am Transportsystem 37 angeordnet, dass die Mittelachse (Rotationsachse 49) des Werkstücks 35 in einem Winkel α schräg zur Vertikalen 50 ausgerichtet ist.

[0072] Dieser Winkel α beträgt beispielsweise 30 Grad, kann jedoch, je nach Bedarf, zwischen 10 Grad und 80 Grad betragen.

[0073] Das Werkstück 35 wird demnach von dem Transportsystem 37 auf dem entsprechenden Werkstückträger 36 im Winkel α zur Vertikalen 50 transportiert und gelangt um den Winkel α gekippt zur jeweiligen Bearbeitungsstation 1-30. In den Bearbeitungsstationen 1-30 wird das Werkstück 35 in diesem Winkel α bearbeitet.

[0074] Der Werkstückhalter 41 ist im Werkstückträger 36 aufgenommen und weist an seiner Unterseite einen kegelstumpfförmigen Ansatz auf. In diesen kegelstumpfförmigen Ansatz des Werkstückhalters 41 greift eine entsprechend kegelstumpfförmige Aufnahme eines Stempels 45 ein.

[0075] Der Stempel 45 ist in einem Führungselement 43 geführt, welches über eine Halterung 44 mit der Fertigungslinie bzw. dem Tisch 42 fest verbunden ist.

[0076] Der Stempel 45 ist ebenfalls im Winkel α in Bezug auf die Senkrechte 50 in Richtung des Pfeiles 54 entlang der Rotationsachse 49 beweglich in dem Führungselement 43 angeordnet.

[0077] Entlang der Rotationsachse 49, unterhalb des Stempels 45, ist ein Motor 46 angeordnet, welcher über eine Antriebsvorrichtung 48 in Richtung des Pfeils 54 entlang der Rotationsachse 49 linear verfahrbar ist.

[0078] Während der Transportphase des Werkstückhalters 36 und dem darauf befindlichen Werkstück 35 mittels des Transportsystems 37 ist die Antriebseinheit 48 zusammen mit dem Motor 47 in ihrer untersten Stellung.

[0079] Hierbei ist eine am Stempel 45 angeordnete Antriebsstange 46 außer Eingriff mit dem Motor, und der Stempel 45 ist ebenfalls außer Eingriff mit dem konischen Ansatz des Werkstückhalters 41, so dass Werkstückträger 36, Werkstückhalter 41 und Werkstück 35 durch das Transportsystem 37 frei entlang der Fertigungslinie verfahrbar sind. In Fig. 2 bewegt sich das Transportsystem 37 beispielsweise in die Zeichnungsebene hinein.

[0080] Sobald der Werkstückträger 36 mit dem Werkstück 35 eine Bearbeitungsstation erreicht hat, stoppt das Transportsystem 37.

[0081] Das Antriebssystem 48 wird nun zusammen mit dem Motor 47 in Richtung der Antriebsstange 46 in Pfeilrichtung 54 schräg nach oben verfahren, so dass der Motor 47 in Eingriff mit der Antriebsstange 46 gelangt und der Stempel 45 nach oben geschoben wird, bis er mit seiner konischen Öffnung in Eingriff mit dem konischen Ansatz des Werkstückhalters 41 gelangt.

[0082] Die Antriebseinrichtung 48 fährt dann weiter nach oben, so dass der Werkstückhalter 41 durch den Stempel 45 vom Werkstückträger 46 abgehoben, und das Werkstück 35 gegen eine oberhalb des Werkstücks fest angeordnete Zentriervorrichtung 51 gedrückt wird.

[0083] Die Zentriervorrichtung 51 hat beispielsweise eine Zentrierspitze, die in eine zentrische Öffnung des Werkstücks 35 eingreift.

[0084] Das Werkstück 35 zusammen mit dem Werkstückhalter 41 ist in dieser Position durch die Zentriervorrichtung 51 zentriert und von dem Werkstückträger 36 getrennt. Sobald der Motor 47 mit der Antriebsstange 46 gekoppelt und der Werkstückhalter 41 vom Werkstückträger 36 abgehoben ist, kann der Motor 47 in Rotation versetzt werden und dreht die Antriebsstange 46 zusammen mit dem Stempel 45 und dem Werkstückhalter 41, so dass das Werkstück 36 während des Bearbeitungsvorgangs um seine Rotationsachse 49 gedreht wird.

[0085] In dieser Bearbeitungsposition wird das Werkstück 35 bearbeitet.

[0086] Die dargestellte Bearbeitungsstation umfasst eine Fülleinrichtung 52, die eine Dosiernadel 52a aufweist, welche zum Befüllen des Werkstücks 35 mit einem Lagerfluid dient.

[0087] In der Bearbeitungsposition, ich welcher das Werkstück 35 vom Werkstückträger 36 abgehoben und durch die Zentriereinrichtung 51 zentriert ist, greift die Dosiernadel 52a der Fülleinrichtung 52 in eine Öffnung des Werkstücks 35 ein, so dass das Werkstück 35 mit Lagerfluid befüllt werden kann.

[0088] Die Fülleinrichtung 52 ist auf einer Verstelleinheit 53 befestigt, die zur genauen Positionierung der Fülleinrichtung 52 dient.

[0089] Der gesamte Füllvorgang kann vorzugsweise durch eine Kamera 39 (Fig. 1) überwacht werden.

[0090] Sobald der Füllvorgang abgeschlossen ist, fährt die Antriebsvorrichtung 48 den Motor 47 in Pfeilrichtung 54 schräg nach unten.

[0091] Während der Motor 47 durch die Antriebsvorrichtung 48 wieder heruntergefahren wird, setzt sich der Werkstückhalter 41 mit dem Werkstück 35 wieder zurück in den Werkstückträger 36 und der Stempel 45 gelangt außer Eingriff mit der konischen Aufnahme des Werkstückhalters 41.

[0092] Dadurch ist der Werkstückträger 36 wieder frei beweglich und kann durch das Transportsystem 37 zur nächsten Bearbeitungsstation weiter transportiert werden.

[0093] Erfindungsgemäß wird das Werkstück 35 im Winkel α bezüglich der Vertikalen 50 vom Transportsystem 37 transportiert und auch in diesem Winkel α in die Bearbeitungsstellung gebracht und bearbeitet.

[0094] Es wird demnach das Werkstück 35 bewegt, während das Werkzeug, hier die Fülleinrichtung 52, ortsfest und zumindest während der Bearbeitung des Werkstücks 35 unbeweglich bleibt.

[0095] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass Bewegungen der Werkzeuge oberhalb der Bauteile des Werkstücks 35 reduziert und/oder komplett eliminiert werden und dadurch die Generierung von Partikeln reduziert bzw. verhindert wird, die ansonsten das Werkstück 35 verschmutzen und kontaminieren könnten.

[0096] Ferner wird durch den eingestellten Winkel α zwischen dem Werkstück 35 und dem Werkzeug die Bearbeitung des Werkstücks 35 erleichtert oder gar erst ermöglicht.

[0097] Außerdem erleichtert der Winkel α das Aufbringen bzw. Einbringen von Fluiden in das Werkstück 35 und das Aufbringen von Reinigungsmitteln und anderen Beschichtungen, welche ansonsten durch schräg ausgebildete Werkzeuge aufgebracht bzw. eingebracht werden müssten.

[0098] Erfindungsgemäß bewegen sich der Werkstückträger 41 zusammen mit dem Werkstück

35 zum Werkzeug hin, und das in jeder Bearbeitungsstation, in welcher ein Werkzeug oder eine andere Vorrichtung auf das Werkstück 35 einwirkt.

[0099] Die Fertigungsabschnitte 31, 32 mit den Bearbeitungsstationen 1-30 können in einem Reinraum angeordnet sein, um eine Partikelbelastung der Werkstücke 35 bestmöglich zu vermeiden

[00100] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Anlage nicht in einem geschlossenen Reinraum betrieben, sondern die Fertigungsabschnitte 31, 32 und die Bearbeitungsstationen 1-30 sind in einer/einem oder mehreren geschlossenen Schränken oder Boxen angeordnet. Innerhalb der Schränke wird eine turbulenzarme Verdrängungsströmung, ein sogenannter „laminar flow“, erzeugt. Hierfür wird die Umgebungsluft mittels oben auf den Schränken liegenden Ventilatoren angesaugt und nach unten durch einen Filter und einen Laminarisator gepresst. Dadurch wird ein vertikal nach unten strömender laminarer Luftstrom innerhalb der Schränke erzeugt. Die nach unten strömende Luft fließt in parallelen Stromlinien. Partikel, die sich auf den Werkstücken, den Werkzeugen und den übrigen Bauteilen befinden, werden vom parallelen Luftstrom erfasst und nach unten durch Öffnungen aus den Schränken befördert.

[00101] Zusätzlich kann es vorgesehen sein, an den Bearbeitungsstationen je nach Bedarf eine Absaugung vorzusehen. Über eine Absaugöffnung 56 wird die Luft im Bereich der Bearbeitungsstation nahe dem Werkstück 35 mittels eines saugenden Ventilators 58 abgesaugt. Die abgesaugte Luft wird aus dem Arbeitsbereich geleitet und gegebenenfalls durch Filter gereinigt.

[00102] Ferner kann im Bereich des Transportsystems 37 eine separate Partikelabsaugung vorgesehen sein.

[00103] Für die verwendeten Werkzeuge können in den Bearbeitungsstationen entsprechende Reinigungsstationen oder Reinigungspositionen vorgesehen sein, welche die Werkzeuge in regelmäßigen Abständen selbstständig anfahren. In diesen Reinigungsstationen oder Reinigungspositionen werden die Werkzeuge von anhaftenden Partikeln gereinigt.

[00104] Anstelle mit den Werkstücken 35 können die Werkstückträger 36 mit sogenannten Reinigungsdummies bestückt werden. Die Reinigungsdummies werden vom Transportsystem 37 von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation transportiert. In den einzelnen Bearbeitungsstationen können die Reinigungsdummies ein Reinigungsprogramm auslösen, durch welches die in der Bearbeitungsstation verwendeten Werkzeuge und Vorrichtungen von anhaftenden Partikeln und Flüssigkeiten gereinigt werden. Beispielsweise können die Reinigungsdummies mit einer klebrigen Beschichtung versehen sein. Die Reinigungsdummies werden in physischen Kontakt mit dem Werkzeug gebracht, so dass die am Werkzeug anhaftenden Partikel an der klebrigen Beschichtung des Reinigungsdummys haften bleiben und mit dem Reinigungsdummy abtransportiert werden.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN

1-30	Bearbeitungsstationen
1	Belade- und Entladestation
2	Reinigungsstation
3	Schmierstation
4	Pressenstation
5	Pufferstation
6	Pressenstation
6a	Bearbeitungsvorrichtung
6b	Transfersystem
7	Pufferstation
8	Reservestation
9	Reinigungsstation
10	Prüfstation
11	Pufferstation
12	Auftragestation
13	Auftragestation
14	Füllstation
15	Füllstation
16	Pufferstation
17	Auftragestation
18	Montagestation
18a	Zuführeinrichtungen
19	Versiegelungsstation
20	Wendestation
21	Pufferstation
22	Füllstation
23	Füllstation
24	Reservestation
25	Auftragestation
26	Montagestation
26a	Zuführeinrichtung
27	Auftragestation
28	Sortierstation
29	Pufferstation
30	Wartestation

31	Abschnitt
32	Abschnitt
33	Bedienperson
34	Werkstückpalette
35	Werkstück
36	Werkstückträger
37	Transportsystem
38	Reinigungsstation (manuell)
39	Kamera
40	Werkstückpalette
41	Werkstückhalter
42	Tisch
43	Führungselement
44	Halterung
45	Stempel
46	Antriebsstange
47	Motor
48	Antriebsvorrichtung
49	Mittelachse (Rotationsachse)
50	Vertikale
51	Zentriervorrichtung
52	Fülleinrichtung
52a	Dosiernadel
53	Verstelleinheit
54	Richtung
56	Absaugöffnung
58	Ventilator
α	Winkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks (35), wobei das Werkstück (35) mittels eines Transportsystems (37) nacheinander zu mehreren ortsfesten Bearbeitungsstationen (1-30) transportiert wird und dort jeweils einem zugeordneten Bearbeitungsprozess unterzogen wird, wobei das Werkstück (35) in der Bearbeitungsstation (1-30) von einer Transportposition in eine Bearbeitungsposition gebracht wird und der Bearbeitungsprozess in dieser Bearbeitungsposition durchgeführt wird, wobei das Werkstück (35) auf einem Werkstückträger (36) positioniert und mittels des Transportsystems (37) zu den einzelnen Bearbeitungsstationen (1-30) transportiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in einer Bearbeitungsstation (1- 30) das Werkstück (35) vom Werkstückträger (36) getrennt und in die Bearbeitungsposition gebracht, und in dieser Bearbeitungsposition der jeweilige Bearbeitungsprozess durchgeführt wird, dass die Bearbeitungsposition im Winkel α gegenüber der Vertikalen (50) geneigt ist, dass das Werkstück (35) im Winkel α zu einem Werkzeug oder einer Bearbeitungsvorrichtung ausgerichtet ist und das Werkstück (35) nach dem Bearbeitungsprozess wieder auf dem Werkstückträger (36) angeordnet und vom Transportsystem (37) zur nächsten Bearbeitungsstation transportiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) zumindest während des Bearbeitungsprozesses in einem spitzen Winkel α bezüglich der Vertikalen (50) positioniert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) in der Bearbeitungsstation (1-30) durch eine ortsfeste Antriebsvorrichtung (48) vom Werkstückträger (36) abgehoben und in die Bearbeitungsposition gebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) während der Bearbeitung um eine Rotationsachse (49) gedreht wird, wobei die Rotationsachse (49) im Winkel α bezüglich der Vertikalen verläuft.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) in der Bearbeitungsposition (1-30) bezüglich der Rotationachse (49) zentriert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) in einem Werkstückhalter (41) angeordnet und zusammen mit diesem auf dem Werkstückträger (36) angeordnet ist, wobei in der Bearbeitungsposition der Werkstückhalter (41) und das darauf befindliche Werkstück (35) vom Werkstückträger (36) getrennt sind, während der Werkstückträger (36) am Transportsystem (37) verbleibt.

7. Vorrichtung zur automatisierten Bearbeitung und Montage eines Werkstücks, welche umfasst:
   - mehrere ortsfeste Bearbeitungsstationen (1-30)
   - ein Transportsystem (37) zum Transportieren des Werkstücks (35) nacheinander zu den einzelnen Bearbeitungsstationen (1-30)
   - mehrere Bearbeitungswerkzeuge und/oder Bearbeitungsvorrichtungen zur Bearbeitung des Werkstücks (35) in den Bearbeitungsstationen,

   wobei das Werkstück (35) zumindest in den Bearbeitungsstationen während des Bearbeitungsprozesses in einem spitzen Winkel α bezüglich der Vertikalen (50) positioniert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in mindestens einer Bearbeitungsstation (1-30) eine ortsfeste Antriebsvorrichtung (48) vorgesehen ist, um das Werkstück (35) vom Werkstückträger (36) zu trennen und in eine Bearbeitungsposition zu bringen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) auf einem Werkstückträger (36) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsvorrichtung (48) einen Motor (47) zum Drehantrieb des Werkstücks (35) aufweist, wobei die Rotationsachse (49) des Werkstücks (35) im Winkel α bezüglich der Vertikalen (50) verläuft.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zentriervorrichtung (51) vorgesehen ist, um das Werkstück (35) in der Bearbeitungsstation bezüglich seiner Rotationsachse (49) zu zentrieren.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (35) in der Bearbeitungsstation (1-30) im Winkel α bezüglich des verwendeten Werkzeugs und/oder der verwendeten Bearbeitungsvorrichtung angeordnet ist.

12. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11 zur automatisierten Bearbeitung eines Werkstücks (35), welches Teil eines Spindelmotors oder Scanners oder Lüfters ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

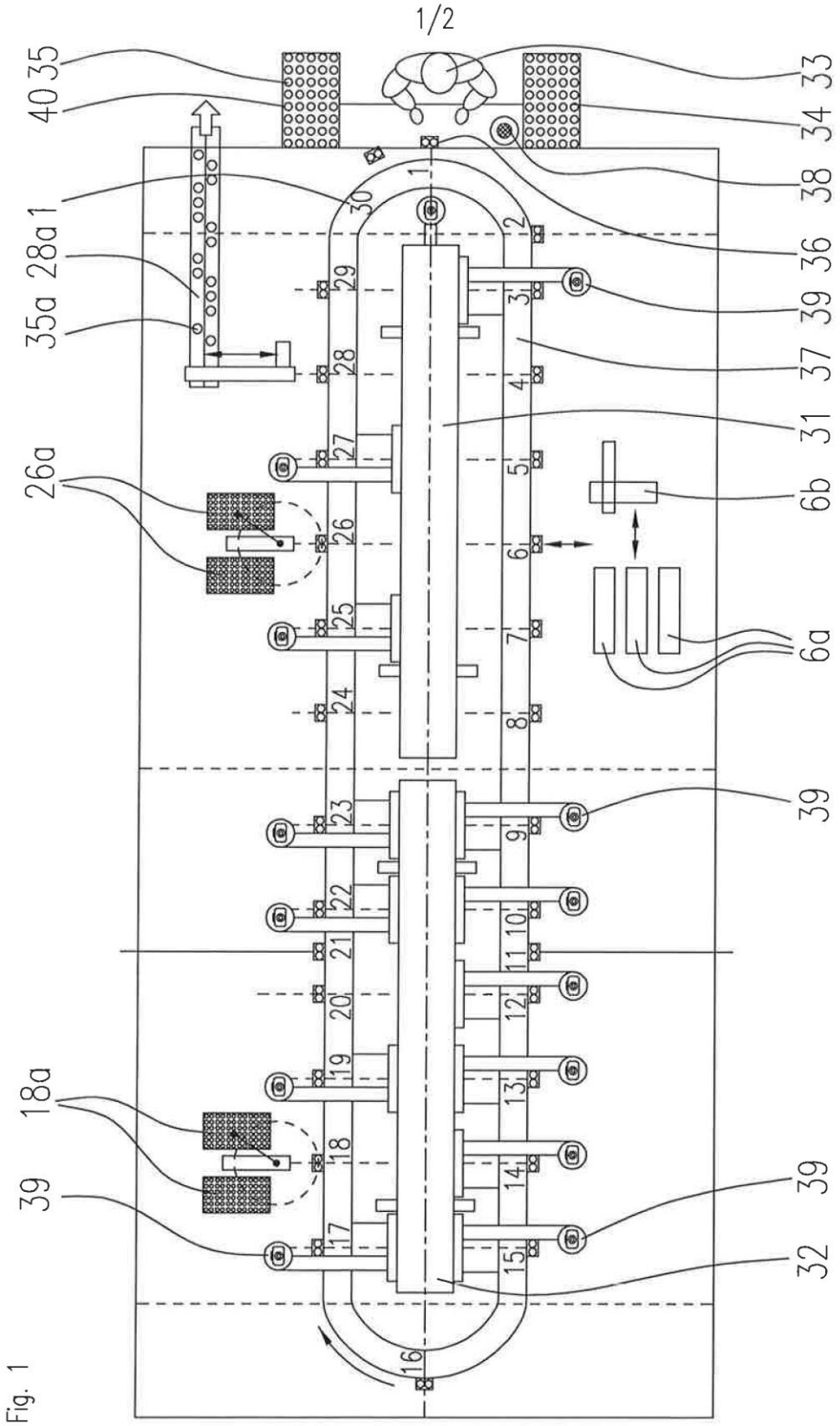

1/2
40 35
33
34
38
1
30
28a 1
36
35a 28a
39
37
31
26a
6b
6a
39
18a
39
39
32
16

Fig. 1

2/2

Fig. 2

