



(11)

EP 3 048 182 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.11.2018 Patentblatt 2018/47

(51) Int Cl.:
C23C 4/08 (2016.01) **C23C 4/12** (2016.01)
C23C 4/16 (2016.01) **B05B 13/02** (2006.01)
B05B 13/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15155740.2**

(22) Anmeldetag: **19.02.2015**

(54) **Anlage und Verfahren zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks**

Installation and method for producing a metallic coating on a workpiece

Installation et procédé de revêtement métallique d'une pièce usinée

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

(30) Priorität: **20.01.2015 EP 15151719**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.2016 Patentblatt 2016/30

(73) Patentinhaber: **Sturm Maschinen- & Anlagenbau GmbH**
94330 Salching (DE)

(72) Erfinder:
• **Ebenbeck, Andreas**
94315 Straubing (DE)
• **Aufschläger, Gerhard**
94447 Plattling (DE)
• **Kesting, Marc**
94315 Straubing (DE)

• **Völlinger, Ralf**
94315 Straubing (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 910 665 DE-B3-102012 109 203

• **"Atmospheric Plasma Spray Solutions", Issue 5 - October 2014, 1. Oktober 2014 (2014-10-01), XP055175949, Gefunden im Internet: URL:http://www.oerlikon.com/ecomaXL/files/metco/oerlikon_Plasma_Solutions_EN5.pdf&download=1 [gefunden am 2015-03-12]**
• **"Thermal Spray Turnkey Coating Systems", , 4. November 2014 (2014-11-04), XP055176279, Gefunden im Internet: URL:http://www.oerlikon.com/ecomaXL/files/metco/oerlikon_Flyer_Turnkey_Systems_EN1.pdf&download=1 [gefunden am 2015-03-13]**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 048 182 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage zur metallischen Beschichtung einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, mit mindestens einer drehbaren Beschichtungslanze, durch welche ein Metall-Plasmastrahl zur Beschichtung einer Bohrungswand erzeugbar ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur metallischen Beschichtung einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, bei welchem eine Beschichtungslanze in eine zu beschichtende Bohrung eingefahren wird, durch die Beschichtungslanze ein Metall-Plasmastrahl erzeugt wird und unter Drehung der Beschichtungslanze die metallische Beschichtung auf die Bohrungswand aufgebracht wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

[0003] Im Motorenbau ist es erforderlich, die Laufflächen von Zylinderbohrungen mit einer speziellen metallischen Beschichtung zu versehen, damit hinreichende Reibungs- und Schmierbedingungen zwischen der Zylinderlauffläche und einem Zylinderkolben gewährleistet sind. Dies gilt vor allem dann, wenn sowohl das Motorengehäuse wie auch der Zylinderkolben aus demselben Metall, etwa aus Aluminium, gefertigt sind.

Aus der gattungsbildenden WO 2004/005575 A2 ist es bekannt, unmittelbar auf eine Bohrungswand eine Metallbeschichtung durch eine Beschichtungslanze aufzubringen, mit welcher ein Metall-Plasmastrahl erzeugt wird. Dabei wird ein einzelnes Werkstück in eine Spritzkabine eingesetzt und darin gespannt. Nach dem Beschichten wird das Werkstück aus der Spritzkabine entnommen. Anschließend kann ein neues Werkstück in der Werkstückaufnahme angeordnet werden.

[0004] Aus der DE 199 24 991 A1 geht ein Verfahren zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Innenraumes und eine Anordnung zur Durchführung eines entsprechenden Verfahrens hervor. Die bekannte Anlage weist als Transportstrecke eine Rollenbahn auf, auf welcher die Werkstücke unmittelbar abgesetzt werden. Entlang der Transportstrecke sind verschiedene Bearbeitungsstationen angeordnet, an welchen das Werkstück zunächst gewaschen und entfettet sowie mit einer Abdeckschablone versehen wird. Die Abdeckschablone dient zum Abdecken spezieller Werkstückbereiche, um diese bei einer nachfolgenden Sandbestrahlung von Zylinderbohrungen in dem Werkstück zu schützen.

[0005] Im Verlauf der Transportstrecke ist weiterhin eine Bearbeitungsstation vorgesehen, in welcher eine Plasmabeschichtung der Zylinderlaufflächen erfolgen kann. Abschließend werden die Werkstücke von der Rollenbahn wieder entnommen und einer weiteren Bearbeitung zugeführt.

[0006] Die Informationsbroschüre von oerlikon metco (Issue 5 - Oktober 5, 2014) zum Thema "Atmospheric Plasma Spray Solutions" offenbart eine Vorrichtung zum Beschichten von Zylindergehäusen nach dem atmosphärischen Plasma-Spray-Verfahren. Hierzu ist an ei-

nem Roboterarm eine Plasmalanze angeordnet. In einer Bearbeitungsstation zum Bearbeiten von Zylindergehäusen ist eine als Drehtisch ausgebildete Werkstückaufnahme angeordnet, welche kippbar an einer darunter befindlichen Oberfläche befestigt ist.

[0007] Die DE 10 2012 109 203 B3 lehrt eine Vorrichtung zum Beschichten von Zylinderbohrungen, welche mit einem Drehtisch gebildet ist, auf welchem ein Motorblock auf einem Verstell Schlitten vorgesehen ist. Der Verstell Schlitten ist ausgebildet, den Motorblock in seiner relativen Lage zu dem Beschichtungswerkzeug zu verändern. Der Drehtisch ist mit einer einzelnen Aufnahme für einen Motorblock ausgebildet.

[0008] Aus der DE 199 34 991 A1 geht, eine Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten von Zylinderbohrungen von Motorblöcken hervor, wobei ein Drehtisch vorgesehen ist, auf welchem Abdeckungsschablonen angeordnet sind. Ein zu beschichtender Motorblock wird über eine Hubvorrichtung von unten dem Drehtisch zugestellt, wobei die Abdeckschablonen auf dem Drehtisch mit den Bohrungen des Motorblocks fluchtend ausgerichtet werden. Oberhalb der Hubvorrichtung für den Motorblock ist eine Beschichtungslanze angeordnet, welche den Motorblock auf der Hubvorrichtung beschichtet.

Der Produktflyer - Thermal Spray Turnkey Coating Systems von oerlikon metco (Issue 1, 2014) zum Thema "Thermal Spray Turnkey Coating Systems" offenbart eine Vorrichtung zum Beschichten von Zylindergehäusen nach dem atmosphärischen Plasma-Spray-Verfahren. Hierzu ist zum einen ein Roboterarm vorgesehen, welcher Werkstücke einem Drehtisch in einer Ladestation zuführt, wobei der Drehtisch zwischen der Ladestation und einer seitlich angeordneten Bearbeitungsstation zuführbar ist. In der Bearbeitungsstation ist ebenfalls ein Roboterarm angeordnet. Dieser weist eine Plasmalanze auf. Die Bearbeitungsstation ist in einem Gehäuse vorgesehen, welche eine seitliche Öffnung aufweist, wobei der Drehtisch mit der Ladestation der Bearbeitungsstation teilweise durch die Öffnung in das Gehäuse hineinragt als auch aus dem Gehäuse hinausragt.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Anlage und ein Verfahren anzugeben, mit welchen eine besonders effiziente Beschichtung eines Werkstücks mit einem Metall-Plasmastrahl möglich sind.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Anlage ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Umlaufförderer mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen vorgesehen ist, welche durch den Umlaufförderer entlang eines horizontalen Fahrweges umlaufend verfahrbar sind, und dass das - Werkstück in der umlaufenden Werkstückaufnahme in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist.

[0009] Ein Grundgedanke der Erfindung liegt darin, die

metallische Beschichtung des Werkstücks in einem speziellen und effizienten Durchlaufbetrieb durchzuführen. Hierzu ist ein Umlaufförderer mit mehreren Werkstückaufnahmen angeordnet, in welchen das Werkstück in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist. Insbesondere bei den relativ großen Motorblöcken kann die Justierung und Einspannung in der Beschichtungsvorrichtung mit der Beschichtungslanze vereinfacht und damit zeitlich verkürzt werden. Folglich kann die kostenintensive Anlage zur metallischen Beschichtung effizient genutzt werden, wobei der Maschinenstundensatz je Werkstück sinkt.

Gemäß der Erfindung wird das vorgespannte Werkstück durch einen Umlaufförderer in die Beschichtungsvorrichtung eingefahren. Aufgrund des Umlaufbetriebes eines Umlaufförderers wird also beim Abführen des fertig beschichteten Werkstückes gleichzeitig ein neu zu beschichtendes Werkstück in die Beschichtungsvorrichtung eingefahren.

[0010] Der Umlaufförderer ist als ein Drehtisch ausgebildet. Der Umlaufförderer weist somit ein starres Förderelement auf, insbesondere eine tischartige Platte, welche drehend angetrieben ist. Vorzugsweise sind an dem Drehtisch zwei Werkstückaufnahmen angeordnet, welche um 180° zueinander versetzt sind. Durch ein derartiges starres Förderelement mit einem definierten Taktschritt wird eine zuverlässige Positionierung des Werkstücks auf der Werkstückaufnahme in der Beschichtungsvorrichtung sichergestellt.

[0011] Gemäß der Erfindung ist es wesentlich, dass eine Ladestation und eine Bearbeitungsstation vorgesehen sind, in welcher die Beschichtung mittels einer Beschichtungsvorrichtung mit der Beschichtungslanze erfolgt, und dass das Werkstück mit dem Umlaufförderer zwischen der Ladestation und der Bearbeitungsstation transportierbar ist. In der Bearbeitungsstation erfolgt eine Beschichtung durch die Beschichtungslanze der Beschichtungsvorrichtung. Gleichzeitig befindet sich ein anderes Werkstück in der Werkstückaufnahme in der Ladestation und steht für weitere Handhabungs-, Mess- und/oder Bearbeitungsvorgänge zur Verfügung.

[0012] Gemäß der Erfindung hierzu ist es wesentlich, dass die Ladestation zum Zuführen und Abführen des Werkstücks ausgebildet ist, und dass die Ladestation der Bearbeitungsstation gegenüberliegt. Somit wird während der Bearbeitung und Beschichtung eines Werkstückes in der Bearbeitungsstation ein bereits bearbeitetes und beschichtetes Werkstück aus der Ladestation abgeführt und ein neu zu bearbeitendes Werkstück in die Werkstückaufnahme in der Ladestation eingesetzt. Somit erfolgt das Be- und Entladen parallel zur Maschinenhauptzeit. Dies unterstützt eine effiziente Maschinennutzung.

[0013] Erfindungsgemäß ist eine Messeinrichtung zum Vermessen des Werkstücks im Bereich der Ladestation angeordnet. Die relativ lang andauernde Bearbeitungszeit beim Beschichten kann somit noch dadurch weitergenutzt werden, dass zeitgleich in der La-

destation etwa ein Vermessen der Beschichtung bei dem zuletzt bearbeiteten Werkstück erfolgt. Hierzu kann eine Messeinrichtung, welche insbesondere mit einem Laser und einem Messsensor zum Vermessen der Oberflächenkontur und der Werkstückdicke versehen ist, im Bereich der Ladestation in die einzelnen Bohrungen des Werkstücks eingefahren werden. Vorzugsweise kann die Messeinrichtung auch oder alternativ ausgebildet sein, ein neues Werkstück vor der Beschichtung in der Ladestation zu vermessen, so dass der Durchmesser und der Konturenverlauf der Bohrungswände in dem Werkstück auch vor einer Beschichtung erfasst wird.

[0014] Erfindungsgemäß ist es wesentlich, dass die Beschichtungsvorrichtung und die Messeinrichtung durch eine Trennwand voneinander getrennt sind und dass die Trennwand mindestens einen verschließbaren Durchgang aufweist. Durch die Trennwand, die ein die Anlage umschließendes Gehäuse in zwei Bereiche unterteilt, werden die Bearbeitungsstation mit der Beschichtungsvorrichtung und die Ladestation mit der Messeinrichtung hermetisch voneinander getrennt. Dies dient insbesondere dazu, einen Übertritt von Overspray aus der Bearbeitungsstation zu der Ladestation mit der Messeinrichtung und damit unerwünschte Anlagerungen von Metallpartikeln an der empfindlichen Messeinrichtung zu unterbinden. Für den Durchtritt des Werkstücks von der Ladestation in die Bearbeitungsstation ist mindestens ein Durchgang in der Trennwand vorgesehen, welcher verschließbar ist. Der Durchgang wird dabei jeweils nur für einen kurzen Augenblick zum Durchtritt des Werkstücks von der einen Station in die andere geöffnet. Dabei ist es nach einer erfindungsgemäßen Weiterbildung der Erfindung besonders bevorzugt, dass der Durchgang durch ein Verschlusselement verschlossen ist, welches zum Durchtritt des Werkstücks den Durchgang freigibt. Das Verschlusselement kann eine Tür und insbesondere eine verschiebbare oder verschwenkbare Verschlussplatte sein. Durch einen Stellmotor, einen Stellzylinder oder durch eine Verstellmechanik wird dabei das Verschlusselement in eine Freigabeposition verschoben, wenn das Werkstück den Durchgang freigibt. Nach Durchtritt des Werkstücks wird das Verschlusselement wieder in die Verschlussposition bewegt, in welcher der Durchgang dicht verschlossen ist.

[0015] Grundsätzlich ist es möglich, dass die Trennwand lediglich einen Durchgang zum Ein- und Austreten des Werkstücks in die Bearbeitungsstation aufweist. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es besonders zweckmäßig, dass in der Trennwand zwei Durchgänge mit jeweils einem Verschlusselement vorgesehen sind. Ein Durchgang dient dabei zum Durchtritt des Werkstückes von der Ladestation in die Bearbeitungsstation, während der zweite Durchgang in umgekehrter Weise zum Durchtritt des Werkstückes aus der Bearbeitungsstation in die Ladestation dient.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Umlaufförderer horizontal umlaufend ausgebildet ist und

dass an dem Umlaufförderer mindestens eine Werkstückaufnahme verstellbar, insbesondere verschwenkbar um eine horizontale Schwenkachse gelagert ist. Dabei ist die Werkstückaufnahme, in welcher das Werkstück gehalten und gespannt ist, in einer Grundausrichtung horizontal angeordnet. Bei der Bearbeitung von Motorblöcken etwa mit einer V- oder W-Anordnung der Zylinderbohrungen können die Werkstücke jeweils so um eine horizontale Schwenkachse verschwenkt und verstellt werden, dass die jeweils zu bearbeitenden Zylinderbohrungen vertikal ausgerichtet sind. Dies erlaubt sowohl ein exaktes Beschichten durch die vertikal verfahrbare Beschichtungslanze als auch ein exaktes Vermessen durch die Messeinrichtung, bei welcher der Messsensor ebenfalls vertikal verfahrbar gelagert ist.

[0017] Eine hohe Flexibilität bei der Beschichtung von Werkstücken wird gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung noch dadurch gefördert, dass eine Portaleinrichtung mit mindestens zwei Verfahrsachsen vorgesehen ist, mit welcher die Beschichtungslanze zur Beschichtung mehrerer Bohrungen eines Werkstücks in der Bearbeitungsstation in die Bohrungen verfahrbar ist. Entsprechend den Verfahrsachsen sind Linearantriebe angeordnet, so dass die Beschichtungslanze vorzugsweise vertikal und horizontal verfahrbar ist. In bevorzugter Weise ist auch eine dritte Verfahrschse angeordnet, wobei die drei Verfahrsachsen senkrecht zueinander angeordnet sind. Somit kann die Beschichtungslanze durch die drei kartesisch angeordneten Verfahrsachsen beliebig im Raum in der Bearbeitungsstation verfahren werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Messeinrichtung einen Messsensor aufweist, welcher in mehreren Richtungen verfahrbar ist. Somit kann auch die Messeinrichtung in der Ladestation zumindest in einer vertikalen Ebene und vorzugsweise entlang von Verfahrsachsen auch im Raum insgesamt verfahren werden. Die Messeinrichtung kann vorzugsweise an einem Handlingsroboter angeordnet sein, mit welchem die Messeinrichtung nahezu beliebig im Raum verfahrbar ist. Die Messeinrichtung kann insbesondere einen optischen Messsensor aufweisen, welcher vorzugsweise mit einer Lasereinrichtung zusammenarbeitet. Diese grundsätzlich bekannten Messeinrichtungen erlauben eine exakte Erfassung einer Oberflächenkontur. Durch eine entsprechende Justierung und Kalibrierung der Messeinrichtung kann zugleich ein Durchmesser einer Bohrung und insbesondere auch ein Durchmesserlauf über die axiale Länge der Bohrung erfasst werden. Vorzugsweise verbleibt das Werkstück zum Zeitpunkt des Zuführens bis zum Abführen in der Anlage auf einer Werkstückaufnahme, insbesondere einer Werkstückhalterung oder Werkstückpalette, so dass eine Positionierung des Werkstücks mit hoher Wiederholgenauigkeit bei dem mehrmaligen Vermessen ermöglicht wird.

Vorzugsweise ist die Werkstückaufnahme als eine Palette ausgebildet, auf welcher das Werkstück durch entsprechende Justier- und Spanneinrichtungen in einer de-

finierten Lage gehalten und gespannt ist. Die Werkstückpalette mit dem darauf gehaltenen Werkstück kann über eine separate Fördereinrichtung zu dem Umlaufförderer der erfindungsgemäßen Anlage transportiert werden. An dem Umlaufförderer, welcher ein Drehtisch ist, können Zentrier- und Spanneinrichtungen für die Werkstückpalette vorgesehen sein, so dass die Werkstückpaletten mit den daran gehaltenen und gespannten Werkstücken in einer exakten Position an dem Umlaufförderer aufgenommen und gehalten sind. Der schrittweise umlaufende Umlaufförderer ist dabei so ausgebildet, dass dieser insbesondere in der Bearbeitungsstation und der Ladestation an einer exakten Station stoppt, so dass die Beschichtung oder ein Vermessen stets an einem Werkstück in einer definierten Lage durchgeführt werden kann.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass ein Umlaufförderer mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen vorgesehen ist, welche entlang eines horizontalen Umlaufweges umlaufend verfahren werden, und dass das Werkstück in der Werkstückaufnahme in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt wird. Das Verfahren wird dabei insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt, wie es zuvor beschrieben oder in einem der Ansprüche angegeben ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die zuvor beschriebenen Vorteile erreichen.

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben, welches schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Anlage;

Fig. 2: eine um 90° geklappte Seitenansicht der Anlage von Fig. 1 in stark schematisierter Form;

Fig. 3: eine Draufsicht der Anlage gemäß den Figuren 1 und 2;

Fig. 4: eine schematische perspektivische Ansicht der Anlage gemäß den Figuren 1 bis 3, jedoch ohne Gehäuse.

[0020] Eine erfindungsgemäße Anlage 10 zur metallischen Beschichtung von Bohrungen 3 in einem Werkstück 1 ist in Figuren 1 bis 4 gezeigt. Das Werkstück 1 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Motorblock mit 12 Bohrungen 3, welche als Zylinderbohrungen in zwei Sechserreihen in V-Form in dem Werkstück 1 angeordnet sind.

[0021] Die Anlage 10 weist ein Maschinenbett 11 auf, auf welchem ein Gehäuse 13 angeordnet ist. Das kastenförmige Gehäuse 13 umschließt eine Ladestation 12 und eine Bearbeitungsstation 14 mit einer Beschichtungsvorrichtung 29.

[0022] Auf dem Maschinenbett 11 ist zur Aufnahme

eines Werkstücks 1 ein Grundrahmen 16 einer Fördereinrichtung 20 angeordnet, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel als ein Drehtisch 22 ausgebildet ist. Der um eine vertikale Drehachse drehbar angetriebene horizontale Drehtisch 22 weist zwei gegenüberliegende Werkstückaufnahmen 23 auf, in welchen jeweils ein plattenförmiges Palettenmodul 21 mit je einem Werkstück 1 aufnehmbar ist. Über eine Schwenkeinrichtung 26 kann das Palettenmodul 21 mit dem Werkstück 1 gegenüber der Horizontalen verschwenkt werden, so dass die Bohrungen 3 in dem Werkstück 1 vertikal zur Durchführung einer metallischen Beschichtung angeordnet werden können.

[0023] Das Werkstück 1 wird an der Ladestation 12 von einer nicht dargestellten Zufördereinrichtung aufgenommen. Das Gehäuse 13 weist im Bereich der Ladestation 12 eine nicht dargestellte Öffnung mit einer Tür auf. Weiterhin kann im Bereich der Ladestation 12 eine Vermessung des Werkstücks 1 mit einer Messeinrichtung 52 erfolgen. Anschließend wird der Drehtisch 22 um 180° gedreht, wobei das Werkstück 1 von der Ladestation 12 zu der gegenüberliegenden Bearbeitungsstation 14 gefördert wird. Die Bearbeitungsstation 14 ist von der Ladestation 12 über eine Trennwand 24 getrennt. In Fig. 2 ist die Trennwand 24 lediglich teilweise im unteren Bereich dargestellt. Die Trennwand 24 erstreckt sich jedoch durch den gesamten Raum des Gehäuses 13, so dass die Bearbeitungsstation 14 von der Ladestation 12 abgeschottet ist. Zum Durchgang der Werkstücke 1 von der Ladestation 12 zur Bearbeitungsstation 14 und wieder zurück sind zwei Durchgänge vorgesehen. Die Durchgänge sind jeweils über ein verschiebbares Verschlusselement 27 verschlossen, welches zum Durchtritt des Werkstückes 1 geöffnet und anschließend wieder geschlossen werden kann.

[0024] In der Bearbeitungsstation 14 wird das Werkstück 1 mit der Schwenkeinrichtung 26 um eine horizontale Schwenkachse verschwenkt, wobei jeweils eine Reihe von Bohrungen 3 vertikal ausgerichtet wird, wie aus den Figuren 1 bis 4 ersichtlich ist.

[0025] Zum Aufbringen der metallischen Beschichtung ist eine Beschichtungsvorrichtung 29 mit einer stangenförmigen Beschichtungslanze 30 vorgesehen, welche an ihrem unteren Ende mindestens eine Austrittsöffnung 32 für einen Metall-Plasmastrahl aufweist. Der Metall-Plasmastrahl wird in bekannter Weise durch einen Plasma-generator mit einer Kathode und einer metallischen Anode erzeugt. Über eine entsprechend hohe elektrische Spannung wird zwischen der Kathode und der Anode ein Lichtbogen gebildet, durch welchen die metallische Anode aufgeschmolzen wird. Die metallische Anode ist als ein zuführbarer Draht ausgebildet, so dass stets ausreichend Material vorliegt, um mit den aufgeschmolzenen metallischen Partikeln einen Metall-Plasmastrahl zu bilden. Als Quelle der metallischen Partikel kann anstelle eines Drahtes auch eine Zuführung von Pulver vorgesehen werden. Über eine Gasdüseneinrichtung wird ein Gasstrom erzeugt, welcher mit Überschallgeschwindig-

keit aus der Austrittsöffnung 32 am unteren Ende der Beschichtungslanze 30 etwa horizontal austritt. Dabei wird die Beschichtungslanze 30 mit der Austrittsöffnung 32 in die zu beschichtende Bohrung 3 im Werkstück 1 eingefahren. Die Beschichtungsvorrichtung 29 weist weiter eine hülsenförmige Absaugglocke auf, welche die Beschichtungslanze 30 umgibt, jedoch in den Figuren 1 bis 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist.

[0026] Zum Verfahren der Beschichtungslanze 30 ist eine Portaleinrichtung 40 mit zwei parallelen ersten Verfahrachsen 41 vorgesehen. Auf den beiden ersten Verfahrachsen 41 ist ein rahmenartiger erster Verfahr Schlitten 47 horizontal verfahrbar gelagert. Der erste Verfahr Schlitten 47 weist selbst zwei lineare, horizontale zweite Verfahrachsen 42 auf, welche parallel zueinander und senkrecht zu den ersten Verfahrachsen 41 angeordnet sind.

[0027] Entlang den beiden zweiten Verfahrachsen 42 ist ein balkenförmiger zweiter Verfahr Schlitten 48 horizontal verfahrbar angeordnet. Der zweite Verfahr Schlitten 48 weist selbst eine einzelne vertikale dritte Verfahrachse 43 auf. Entlang dieser dritten Verfahrachse 43 ist ein Aufnahmeschlitten 45 vertikal verfahrbar gelagert. Auf dem Aufnahmeschlitten 45 ist die Beschichtungslanze 30 drehbar gehalten.

[0028] Nachdem ein Werkstück 1 in der Bearbeitungsstation 14 positioniert ist, wird die Beschichtungslanze 30 der Beschichtungsvorrichtung 29 in eine erste zu beschichtende Bohrung 3 in dem Werkstück 1 eingefahren. Die kontinuierlich betriebene Beschichtungslanze 30 erzeugt dabei einen Metall-Plasmastrahl, welcher mit Überschallgeschwindigkeit auf eine Bohrungswand der Bohrung 3 auftrifft. Durch das Drehen der Beschichtungslanze 30 und das axiale Verfahren in vertikaler Richtung erfolgt eine gleichmäßige definierte metallische Beschichtung mit einer Dicke von beispielsweise 10 µm bis 300 µm auf die Bohrungswand.

[0029] Nach dem Herausfahren der Beschichtungslanze 30 aus der ersten beschichteten Bohrung 3 wird der Metall-Plasmastrahl unmittelbar bei Austritt aus der Bohrung 3 auf eine Aufprallfläche einer Aufnahmeeinheit in einer nicht dargestellten Absaugglocke gerichtet, welche zusammen mit der Beschichtungslanze 30 an dem Aufnahmeschlitten 45 gehalten ist. Die Aufnahmeeinheit nimmt die Partikel des Metall-Plasmastrahles auf und wird gemeinsam mit der Beschichtungslanze 30 zu der nächsten zu beschichtenden Bohrung 3 verfahren. Dann wird die metallische Beschichtung an dieser zweiten Bohrung 3 wiederholt, wobei sich eine entsprechende Beschichtung der weiteren Bohrung 3 in einer Reihe des Werkstücks 1 anschließt. Anschließend kann das Werkstück 1 über die Schwenkeinrichtung 26 um eine horizontale Achse verschwenkt werden, so dass die zweite Reihe des Motorblocks zur Bearbeitung in der vertikalen Position angeordnet ist. Sodann kann sich ein Beschichteten auch dieser sechs Bohrungen 3 im motorblockartigen Werkstück 1 anschließen.

Nach Beendigung der Beschichtung wird die Beschich-

tungslanze 30 mit der Portaleinrichtung 40 rückgefahren und das fertige beschichtete Werkstück 1 kann unter gleichzeitiger Zuführung eines neuen zu bearbeitenden Werkstückes 1 in die Ladestation 12 durch den rechten Durchgang rückgefördert werden. Dabei wird das Verschlusselement 27 an dem Durchgang geöffnet. Gleichzeitig wird mit der Drehbewegung des Drehtisches 22 ein neues Werkstück 1 von der Ladestation 12 in die Bearbeitungsstation 14 durch den geöffneten linken Durchgang gefördert. Über einen Handlingsroboter 50 mit einer Messeinrichtung 52 kann die Schichtdicke und Kontur der aufgetragenen Beschichtung vermessen werden. Mit der Messeinrichtung 52 können auch die noch unbeschichteten Bohrungen 3 eines neu zugeführten Werkstückes 1 vorab vermessen werden, so dass eine noch genauere Prüfung der durchgeführten Beschichtung durch einen Vergleich der Messdaten möglich ist. Das beschichtete Werkstück 1 kann dann in der Ladestation 12 aus der Werkstückaufnahme 23 des Drehtisches 22 entnommen werden. Danach kann ein neues Werkstück 1 in die Werkstückaufnahme 23 der Fördereinrichtung 20 eingesetzt werden. Somit kann bei der erfindungsgemäßen Anlage 10 das Be- und Entladen sowie ein Vermessen parallel zur Bearbeitung eines Werkstückes 1 in der Bearbeitungsstation 14 und somit neutral zur Maschinenhauptzeit erfolgen. Dies ermöglicht eine effiziente Maschinennutzung.

[0030] Mit der Portaleinrichtung 40 kann die Beschichtungslanze 30 in bestimmten zeitlichen Abständen zu einer Prüfstation 54 zum Überprüfen des Strahlbildes des Metall-Plasmastrahles oder zu einer Reinigungsstation 60 verfahren werden.

[0031] Die Messeinrichtung 52 weist einen Laser auf, mit welchem durch Einfahren der Messeinrichtung 52 vertikal in eine Bohrung 3 des Werkstücks 1 über den Handlingsroboter 50 der Konturenverlauf und der Durchmesser der Bohrung 3 über die axiale Länge der Bohrung 43 erfasst werden kann. Durch einen Vergleich der Messdaten der Bohrung 3 vor und nach der Beschichtung kann so durch eine Steuerung der Anlage 10 die erfolgte Beschichtung hinsichtlich dem Verlauf der Schichtdicken und der Oberflächenkontur exakt ermittelt werden. Anhand eines Vergleiches mit vorgegebenen Sollwerten kann so durch die Steuerung der Anlage 10 entschieden werden, ob eine korrekte Beschichtung erfolgt ist oder das Werkstück 1 einer Nachbearbeitung zugeführt werden muss. Zudem kann die Steuerung anhand der ermittelten Messwerte Einstellparameter der Beschichtungsvorrichtung 29, insbesondere Parameter zur Einstellung des Metall-Plasmastrahles oder der Bewegungsdaten der Beschichtungslanze 30 einstellen und verändern, um rechtzeitig Fehlentwicklungen bei der Beschichtung nachfolgender Werkstücke 1 entgegenzuwirken.

Patentansprüche

1. Anlage zur metallischen Beschichtung einer Lauffläche einer Zylinderbohrung eines Werkstücks (1), welches ein Motorblock ist, mit mindestens einer drehbaren Beschichtungslanze (30), durch welche ein Metall-Plasmastrahl zur Beschichtung einer Bohrungswand erzeugbar ist, und einem Drehtisch (22), welcher als Umlaufförderer (20) mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen (23) ausgebildet ist, welche durch den Umlaufförderer (20) entlang eines horizontalen Verfahrweges umlaufend verfahrbar sind, wobei das Werkstück (1) in der umlaufenden Werkstückaufnahme (23) in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist, einer Ladestation (12) und einer Bearbeitungsstation (14), in welcher die Beschichtung mittels einer Beschichtungsvorrichtung (29) mit der Beschichtungslanze (30) erfolgt, wobei das Werkstück (1) mit dem Umlaufförderer (20) zwischen der Ladestation (12) und der Bearbeitungsstation (14) transportierbar ist, und dass die Ladestation (12) zum Zuführen und Abführen des Werkstücks (1) ausgebildet ist **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass die Ladestation (12) der Bearbeitungsstation (14) gegenüber liegt,
 - dass eine Messeinrichtung (52) zum Vermessen des Werkstücks im Bereich der Ladestation (12) angeordnet ist, dass die Beschichtungsvorrichtung (29) und die Messeinrichtung (52) durch eine Trennwand (24) voneinander getrennt sind, und
 - dass die Trennwand (24) mindestens einen verschließbaren Durchgang für den Durchtritt des Werkstücks (1) aufweist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Durchgang durch ein Verschlusselement (27) verschlossen ist, welches zum Durchtritt des Werkstücks (1) den Durchgang freigibt.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass in der Trennwand (24) zwei Durchgänge mit jeweils einem Verschlusselement (27) vorgesehen sind.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Umlaufförderer (20) horizontal umlaufend ausgebildet ist und dass an dem Umlaufförderer (20) mindestens eine Werkstückaufnahme (23) verstellbar, insbesondere verschwenkbar um eine horizontale Schwenkachse, gelagert ist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Portaleinrichtung (40) mit mindestens zwei Verfahrachsen (41, 42, 43) vorgesehen ist, mit welcher die Beschichtungslanze (30) zur Beschichtung mehrerer Bohrungen (3) eines Werkstückes (1) in der Bearbeitungsstation (14) in die Bohrungen (3) verfahrbar ist.
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung (52) einen Messsensor aufweist, welcher in mehreren Richtungen verfahrbar ist.
7. Verfahren zur metallischen Beschichtung einer Lauf-
fläche einer Zylinderbohrung eines Werkstücks (1),
welches ein Motorblock ist, auf einem Drehtisch (22),
bei welchem
- eine Beschichtungslanze (30) in eine zu beschichtende Bohrung (3) eingefahren wird,
 - durch die Beschichtungslanze (30) ein Metallplasmastrahl erzeugt wird und
 - unter Drehung der Beschichtungslanze (30) die metallische Beschichtung auf eine Bohrungswand aufgebracht wird,
- wobei der Drehtisch (22) als Umlaufförderer (20) vorgesehen wird, auf welchem mindestens zwei Werkstückaufnahmen (23) vorgesehen sind, welche entlang eines horizontalen Umlaufweges umlaufend verfahren werden,
wobei das Werkstück (1) in der Werkstückaufnahme (23) in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt wird,
wobei das Werkstück (1) mit dem Umlaufförderer (20) zwischen einer Ladestation (12) und einer Bearbeitungsstation (14) transportiert wird, wobei in der Bearbeitungsstation (14) die Beschichtung mittels einer Beschichtungsvorrichtung (29) mit der Beschichtungslanze (30) erfolgt, wobei die Ladestation (12) zum Zuführen und Abführen des Werkstücks (1) ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet
- **dass** die Ladestation (12) der Bearbeitungsstation (14) gegenüber vorgesehen wird,
 - **dass** eine Messeinrichtung (52) angeordnet ist, welche das Werkstück im Bereich der Ladestation (12) vermisst,
 - **dass** die Beschichtungsvorrichtung (29) und die Messeinrichtung (52) über eine Trennwand voneinander getrennt werden und
 - **dass** für den Durchtritt des Werkstücks von der Ladestation (12) in die Bearbeitungsstation (14) mindestens ein verschließbarer Durchgang in der Trennwand (24) vorgesehen wird.

Claims

1. System for the metal coating of a running surface of a cylinder bore of a workpiece (1), which is an engine block, having at least one rotatable coating lance (30), by which a metal plasma jet for coating a bore wall can be produced, and a rotary table (22), which is designed as a circulating conveyor (20) with at least two workpiece receiving parts (23) that can be moved in a circulating manner by the circulating conveyor (20) along a horizontal movement path, wherein the workpiece (1) is received and clamped in a defined position in the circulating workpiece receiving part (23), a loading station (12) and a processing station (14), in which the coating is effected by means of a coating device (29) with the coating lance (30), wherein the workpiece (1) can be transported with the circulating conveyor (20) between the loading station (12) and the processing station (14), and in that the loading station (12) is designed for supplying and removing the workpiece (1),
characterized in that
 - the loading station (12) is located opposite the processing station (14),
 - **in that** measuring means (52) is arranged for measuring the workpiece in the region of the loading station (12),
 - **in that** the coating device (29) and the measuring means (52) are separated from each other by a partition wall (24), and
 - **in that** the partition wall (24) has at least one closable passageway for the passage of the workpiece (1).
2. System according to claim 1,
characterized in that
the passageway is closed by a closure element (27) which clears the passageway for the passage of the workpiece (1).
3. System according to claim 1 or 2,
characterized in that
in the partition wall (24) two passageways with one closure element (27) each are provided.
4. System according to any one of claims 1 to 3,
characterized in that
the circulating conveyor (20) is designed in a horizontally circulating manner and
in that on the circulating conveyor (20) at least one workpiece receiving part (23) is supported in an adjustable manner, in particular in a pivotable manner about a horizontal pivot axis.
5. System according to any one of claims 1 to 4,
characterized in that

a portal means (40) with at least two movement axes (41, 42, 43) is provided, with which the coating lance (30), for the purpose of coating several bores (3) of a workpiece (1) in the processing station (14), can be moved into the bores (3).

6. System according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the measuring means (52) has a measuring sensor which can be moved in several directions.

7. Method for the metal coating of a running surface of a cylinder bore of a workpiece (1), which is an engine block, on a rotary table (22), in which

- a coating lance (30) is moved into a bore (3) to be coated,
- a metal plasma jet is produced by the coating lance (30) and
- through rotation of the coating lance (30) the metal coating is applied to a bore wall,

wherein the rotary table (22) is provided as a circulating conveyor (20), on which at least two workpiece receiving parts (23) are provided that are moved in a circulating manner along a horizontal circular path, wherein the workpiece (1) is received and clamped in a defined position in the workpiece receiving part (23),

wherein the workpiece (1) is transported with the circulating conveyor (20) between a loading station (12) and a processing station (14), wherein in the processing station (14) the coating is effected by means of a coating device (29) with the coating lance (30), wherein the loading station (12) is designed for supplying and removing the workpiece (1),

characterized in that

- the loading station (12) is provided opposite the processing station (14),
- **in that** measuring means (52) is arranged which measures the workpiece in the region of the loading station (12),
- **in that** the coating device (29) and the measuring means (52) are separated from each other by a partition wall and
- **in that** for the passage of the workpiece from the loading station (12) into the processing station (14) at least one closable passageway is provided in the partition wall (24).

Revendications

1. Installation de revêtement métallique d'une surface de roulement d'un alésage de cylindre d'une pièce usinée (1) qui est un bloc de moteur, comportant au moins une lance de revêtement (30) rotative par la-

quelle un jet de plasma métallique peut être généré pour le revêtement d'une paroi d'alésage, et une table tournante (22),

qui est réalisée en tant que transporteur rotatif (20) avec au moins deux logements de pièce usinée (23) qui peuvent être déplacés de manière rotative par le transporteur rotatif (20) le long d'une voie de déplacement horizontale,

dans laquelle la pièce usinée (1) est reçue et serrée dans le logement de pièce usinée (23) rotatif dans une position définie,

un poste de chargement (12) et un poste d'usinage (14) dans lequel le revêtement est effectué au moyen d'un dispositif de revêtement (29) avec la lance de revêtement (30),

dans laquelle la pièce usinée (1) peut être transportée avec le transporteur rotatif (20) entre le poste de chargement (12) et le poste d'usinage (14), et dans laquelle le poste de chargement (12) est réalisé pour l'alimentation et l'évacuation de la pièce usinée (1),

caractérisée

- **en ce que** le poste de chargement (12) est en face du poste d'usinage (14),

- **en ce qu'**un dispositif de mesure (52) est agencé pour la mesure de la pièce usinée dans la zone du poste de chargement (12), en ce que le dispositif de revêtement (29) et le dispositif de mesure (52) sont séparés par une paroi de séparation (24) l'un de l'autre, et

- **en ce que** la paroi de séparation (24) présente au moins un passage refermable pour le passage de la pièce usinée (1).

2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée**

en ce que le passage est fermé par un élément de fermeture (27) qui libère le passage pour le passage de la pièce usinée (1).

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée**

en ce que deux passages sont prévus dans la paroi de séparation (24) avec à chaque fois un élément de fermeture (27).

4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée**

en ce que le transporteur rotatif (20) est réalisé de manière tournante horizontalement et en ce qu'au moins un logement de pièce usinée (23) est logé de manière réglable sur le transporteur rotatif (20), en particulier de manière pivotante autour d'un axe de pivotement horizontal.

5. Installation selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée**

en ce qu'un dispositif à portique (40) est prévu avec au moins deux axes de déplacement (41, 42, 43) avec lequel la lance de revêtement (30) peut être déplacée pour le revêtement de plusieurs alésages (3) d'une pièce usinée (1) dans le poste d'usinage (14) dans les alésages (3). 5

6. Installation selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée**
en ce que le dispositif de mesure (52) présente un capteur de mesure qui peut être déplacé dans plusieurs directions. 10

7. Procédé de revêtement métallique d'une surface de roulement d'un alésage de cylindre d'une pièce usinée (1) qui est un bloc de moteur, sur une table tournante (22) pour lequel 15

- une lance de revêtement (30) est entrée dans un alésage à revêtir (3), 20
- un jet de plasma métallique est généré par la lance de revêtement (30) et
- par rotation de la lance de revêtement (30) le revêtement métallique est appliqué sur une paroi d'alésage, 25

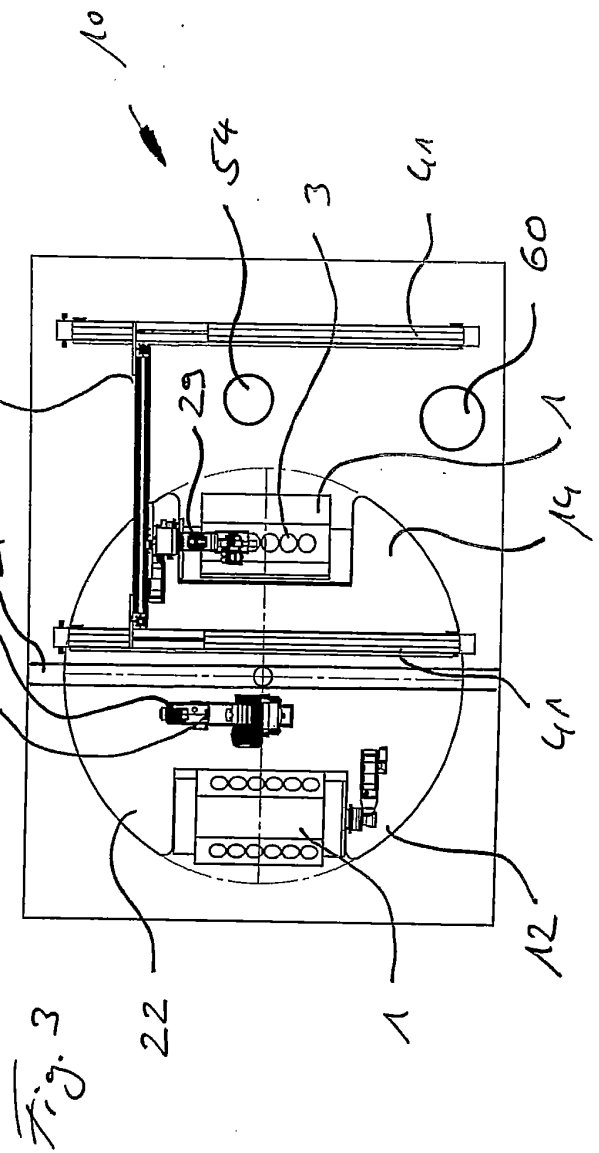
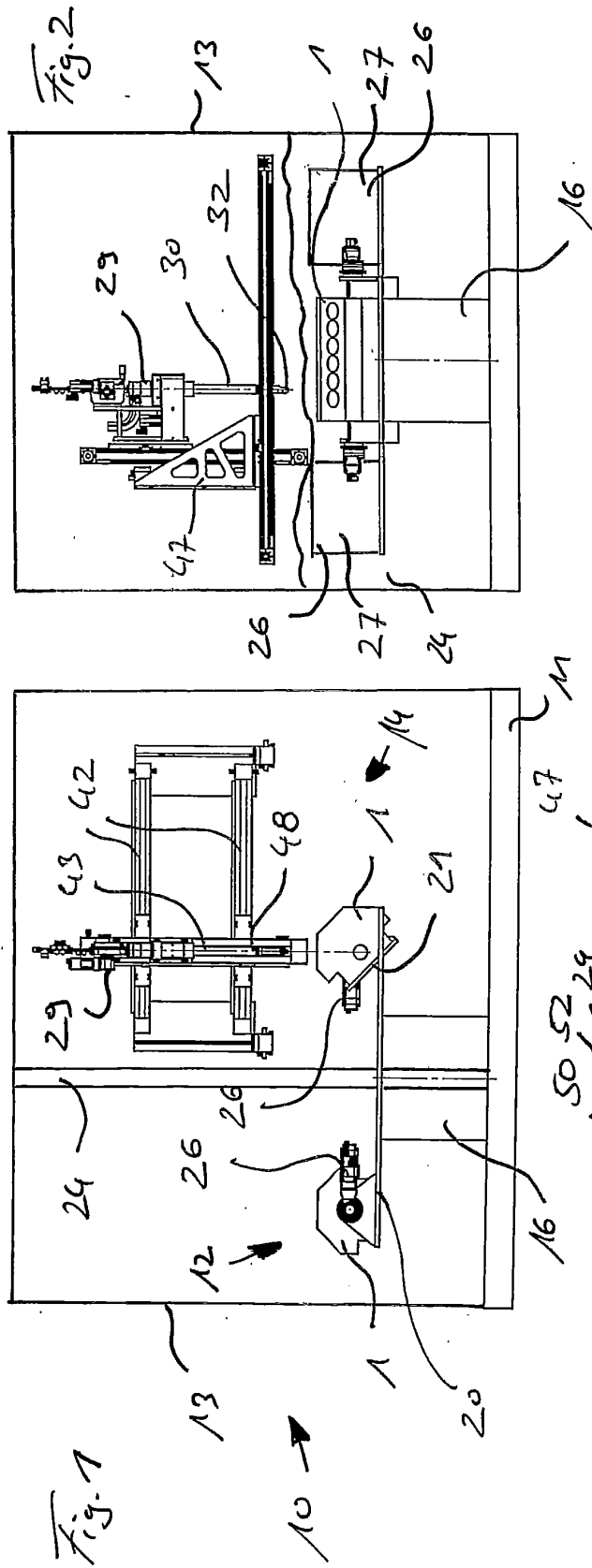
dans lequel la table tournante (22) est prévue en tant que transporteur rotatif (20) sur laquelle au moins deux logements de pièce usinée (23) sont prévus, lesquels sont déplacés en rotation le long d'une course rotative horizontale, 30

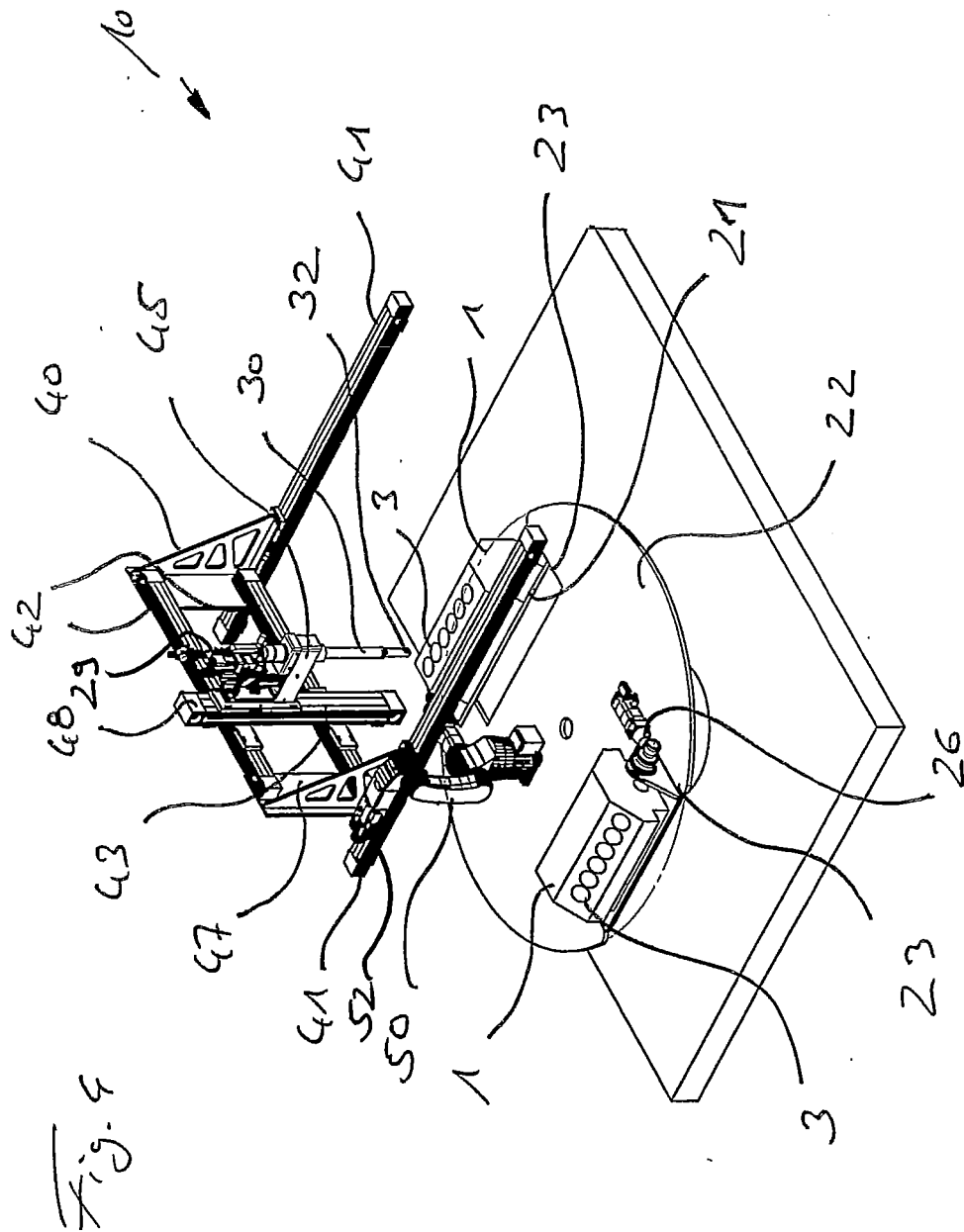
dans lequel la pièce usinée (1) est reçue et serrée dans le logement de pièce usinée (23) dans une position définie,

dans lequel la pièce usinée (1) est transportée avec le transporteur rotatif (20) entre un poste de chargement (12) et un poste d'usinage (14), dans lequel dans le poste d'usinage (14) le revêtement est effectué au moyen d'un dispositif de revêtement (29) avec la lance de revêtement (30), dans lequel le poste de chargement (12) est réalisé pour l'alimentation et l'évacuation de la pièce usinée (1), 40

caractérisé

- **en ce que** le poste de chargement (12) est prévu en face du poste d'usinage (14), 45
- **en ce qu'**un dispositif de mesure (52) est agencé, lequel mesure la pièce usinée dans la zone du poste de chargement (12),
- **en ce que** le dispositif de revêtement (29) et le dispositif de mesure (52) sont séparés par une paroi de séparation l'un de l'autre et 50
- **en ce que** pour le passage de la pièce usinée du poste de chargement (12) dans le poste d'usinage (14) au moins un passage refermable est prévu dans la paroi de séparation (24). 55





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004005575 A2 [0003]
- DE 19924991 A1 [0004]
- DE 102012109203 B3 [0007]
- DE 19934991 A1 [0008]