

(19)



(11)

EP 2 572 829 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2013 Patentblatt 2013/47

(51) Int Cl.:
B24B 31/00 ^(2006.01) **B24B 31/02** ^(2006.01)
B24B 49/00 ^(2012.01)

(21) Anmeldenummer: **12005929.0**

(22) Anmeldetag: **17.08.2012**

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken

Device and method for processing the surface of workpieces

Procédé et dispositif de traitement de surface de pièces à usiner

(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: **14.09.2011 DE 102011113167**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

(73) Patentinhaber: **Otec Präzisionsfinish GmbH**
75334 Straubenhardt-Feldrennach (DE)

(72) Erfinder: **Gegenheimer, Helmut**
75210 Keltern (DE)

(74) Vertreter: **Lenz, Steffen**
LICHTI - Patentanwälte
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 433 569 DE-A1-102009 021 824
FR-A1- 2 511 628

EP 2 572 829 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken, indem das Werkstück in eine in einem Behälter befindliche Schüttung aus einem Schleif- und/oder Poliergranulat eingetaucht und in der Schüttung aus dem Schleif- und/oder Poliergranulat relativ zu diesem bewegt wird. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine insbesondere zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken durch Eintauchen des Werkstückes in eine Schüttung aus einem Schleif- und/oder Poliergranulat unter relativer Bewegung derselben in Bezug auf das Werkstück, mit einem Behälter zur Aufnahme des Schleif- und/oder Poliergranulates und mit einem oder mehreren Werkstückhalter(n), an welchem/welchen die zu bearbeitenden Werkstücke lösbar festlegbar sind, wobei der/die Werkstückhalter relativ zu dem Behälter bewegbar ist/sind (siehe z.B. FR 2511628).

[0002] Derartige Vorrichtungen zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken sind beispielsweise in Form von sogenannten Schlepp- oder Tauchfinishmaschinen bekannt. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, das zu bearbeitende Werkstück in eine in einem Behälter befindliche Schüttung aus einem Schleif- und/oder Poliergranulat zu tauchen und das Werkstück relativ zu dem Granulat zu bewegen, wodurch die Oberfläche des Werkstückes je nach Granulatart geschliffen und/oder poliert wird. Schleppfinishmaschinen stellen eine spezielle Form von Gleitschleifmaschinen dar, wobei die zu bearbeitenden Werkstücke anlässlich ihrer Oberflächenbearbeitung z.B. einzeln an einem oder mehreren Werkstückhaltern lösbar festgelegt werden. Schleppfinishmaschinen umfassen häufig ein in der Regel rotierendes Tragteil im Wesentlichen in Form eines z.B. motorisch über ein geeignetes Getriebe drehangetriebenen Tellers, an dessen Umfang mehrere Aufnahmen angeordnet sind, um die Werkstückhalter einzuspannen. Wird dieses Tragteil - der sogenannte Teller oder Rotor - der Schleppfinishmaschine rotiert, so beschreiben die hieran festgelegte Werkstückhalter eine Bahnkurve. Die an den Werkstückhaltern lösbar befestigten Werkstücke werden dabei in den Arbeitsbehälter eingetaucht, welcher mit der Schüttung aus dem partikelförmigen Schleif- oder Poliergranulat, gegebenenfalls unter Zusatz flüssiger Medien, wie Wasser, Tenside etc., befüllt ist. Aufgrund der Relativbewegung der Werkstücke in Bezug auf das Bearbeitungsmedium erfolgt deren Oberflächenbearbeitung in Form einer Gleitschleifbearbeitung. Derartige Schleppfinishmaschinen sind beispielsweise aus der DE 102 04 267 C1 und DE 200 05 361 U1 bekannt.

[0003] Alternativ oder zusätzlich kann der das Bearbeitungsmedium aufnehmende Behälter relativ zu den ebenfalls bewegten, beispielsweise zumindest um ihre eigene Achse rotierten, oder auch ruhenden Werkstücken bewegt werden, wie beispielsweise um seine eigene Achse und/oder entlang einer Bahnkurve, z.B. in Form einer Kreisbahn. Sofern nur der Behälter bewegt ist und

die Werkstücke selbst keine translatorische Bewegung durchführen, so bezeichnet man dies auch als "Tauchschleifen" bzw. "Tauchpolieren" als spezielle Form des Schleppfinish.

[0004] Das Schleif- oder Poliergranulat kann grundsätzlich je nach zu behandelnden Werkstücken unterschiedlichster Natur und z.B. natürlichen Ursprungs (z.B. aus organischem Material, wie Walnuss- oder Kokosnussschalen, Holz, Kirschkern etc.), mineralischen Ursprungs (z.B. aus Silikaten, Oxiden etc.) und/oder synthetischen Ursprungs (z.B. aus Kunststoffen) sein. Darüber hinaus ist es - wie bereits angedeutet - möglich, die Gleitschleifbearbeitung trocken oder - unter Zusatz eines flüssigen Bearbeitungsmediums, wie beispielsweise Wasser, welches mit Additiven, wie z.B. Tensiden, versetzt sein kann - in Form einer Nassbearbeitung durchzuführen (DE 10 2009 004 916 A1).

[0005] Der Einsatzbereich solcher Schlepp- und/oder Tauchfinishmaschinen umfasst neben der Oberflächenbearbeitung von Massenartikeln zunehmend die Bearbeitung von Präzisionsteilen mit relativ komplexer Geometrie, an deren Oberflächenbeschaffenheit sehr hohe Anforderungen gestellt werden und welche insbesondere sehr geringen Toleranzen genügen müssen. Lediglich exemplarisch seien in diesem Zusammenhang medizinische Prothesen, optische Linsen oder mechanische Präzisionsbauteile für die Maschinenbauindustrie erwähnt. Dies erfordert die Einhaltung sehr enger Verfahrensparameter bei der Schlepp- oder Tauchfinishbearbeitung sowie insbesondere eine sehr hohe Reproduzierbarkeit, um sicherzustellen, dass die Werkstücke in mehr oder identischer Weise mit der individuell gewünschten Oberflächenbeschaffenheit versehen werden. Neben der Auswahl des geeigneten Schleif- und/oder Poliergranulates (s.o.) spielen in diesem Zusammenhang insbesondere die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Werkstück und den Granulatpartikeln, welche in der Regel mittels geeigneter Steuerantriebe des Behälters und/oder des Werkstückhalters einstellbar ist, die Bearbeitungszeit, welche ebenfalls in der Regel vor-einstellbar ist, sowie die Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat eine Rolle, wobei aufgrund des zunehmenden Andruckes der Granulatpartikel auf das Werkstück mit zunehmender Eintauchtiefe desselben in die Granulatschüttung die abrasive Wirkung der Granulatpartikel auf das Werkstück mit zunehmender Eintauchtiefe zunimmt. Hinzu kommt insbesondere dann, wenn der das Schleif- und/oder Poliergranulat aufnehmende Behälter rotiert oder in andersartiger Weise translatorisch bewegt wird, dass die Schüttung aus den Granulatpartikeln infolge Zentrifugalkraft oder Massenträgheit eine unebene Oberflächenkontur in dem Behälter aufweist. Folglich stehen die vorgenannten Verfahrensparameter in einer nicht unerheblichen Weise miteinander in Wechselwirkung.

[0006] Die DE 10 2009 021 824 A1 beschreibt ein gattungsgemäßes Verfahren zur Oberflächenbehandlung von metallischen Bauteilen in einem granulatfähigen

Schleifmedium, wobei die Wirkung des Schleifmediums von der Eintauchtiefe des Bauteils in das Schleifmedium und den dadurch veränderten Druck verändert werden kann. Darüber hinaus wird von einer durch die Schleifparameter Schleifmittel, Schleifgeschwindigkeit, Schleifdauer, Werkstückbewegung, Eintauchtiefe, Nass- oder Trockenschleifen gesteuerten und reproduzierbaren Kantenkontur der bearbeiteten Bauteile gesprochen, wobei jedoch offenbleibt, wie dies vonstatten gehen soll.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken der eingangs genannten Art auf einfache und kostengünstige Weise dahingehend weiterzubilden, um für eine einheitlichere und insbesondere reproduzierbarere Oberflächenbearbeitung der zu bearbeitenden Werkstücke zu sorgen, wobei insbesondere auch solchen Werkstücken eine Oberflächenbearbeitung ermöglicht werden sollte, welche sehr kleinen Toleranzen genügen müssen und/oder sehr hohe Anforderungen an eine genau definierte Oberflächenbeschaffenheit stellen.

[0008] In verfahrenstechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe erfindungsgemäß bei einem Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anlässlich der Oberflächenbearbeitung durch Subtraktion des sensorisch ermittelten Abstandes zwischen einem oberhalb des Behälters angeordneten Sensor und dem Füllstandsniveau des Schleif- und/oder Poliergranulates in dem Behälter von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor und dem Werkstück ermittelt wird.

[0009] In vorrichtungstechnischer Hinsicht sieht die Erfindung zur Lösung dieser Aufgabe bei einer insbesondere zur Durchführung eines derartigen Verfahrens geeigneten Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken der eingangs genannten Art vor, dass die Vorrichtung ferner wenigstens einen oberhalb des Behälters angeordneten Sensor aufweist, welcher zur Ermittlung des Abstandes zwischen dem Sensor und dem Füllstandsniveau des Schleif- und/oder Poliergranulates ausgebildet ist, um durch Subtraktion dieses Abstandes von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor und dem Werkstück - bzw. zwischen dem Sensor und dem das Werkstück tragenden Werkstückhalter - die Eintauchtiefe desselben in die in dem Behälter befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu ermitteln.

[0010] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung sieht demnach vor, die für den Grad der abrasiven Schleif- und/oder Polierwirkung der Granulatpartikel auf das Werkstück maßgebliche Eintauchtiefe desselben in die Granulatschüttung mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, so dass es einerseits möglich wird, insoweit für reproduzierbare Verfahrensbedingungen zu sorgen und/oder andererseits andere Verfahrensparameter hieran anzupassen. Die mit Hilfe des Sensors vorgesehene Ermitt-

lung der tatsächlichen Eintauchtiefe des Werkstückes in die Granulatschüttung kann hierbei entweder zu Beginn des Oberflächenbearbeitungsvorgangs, beispielsweise bevor der Werkstückhalter einer Schleppfinishmaschine translatorisch in Bewegung versetzt wird, oder insbesondere auch während der Oberflächenbearbeitung, z.B. auch mehr oder minder kontinuierlich oder in regelmäßigen Zeitabständen in Echtzeit, erfolgen, so dass die von etwaigen Oberflächenkonturen der in dem Behälter aufgenommenen Granulatschüttung, welche sich z.B. durch Anstauen an dem in die Schüttung eingetauchten, relativ zu der Schüttung bewegten Werkstück(halter) oberhalb des Werkstückes akkumuliert, abhängige Eintauchtiefe mit noch größerer Exaktheit erfasst werden können. Die Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat wird erfindungsgemäß dadurch ermittelt, indem der Abstand zwischen dem oberhalb des Behälters angeordneten Sensor und dem Füllstandsniveau bzw. der Oberfläche des Schleif- und/oder Poliergranulates in dem Behälter oberhalb des Werkstückes ermittelt und von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor und dem Werkstück subtrahiert wird.

[0011] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass mit "oberhalb des Behälters" angeordnetem Sensor im Rahmen der vorliegenden Offenbarung nicht notwendigerweise ein oberhalb des oberen Behälterrandes angeordneter Sensor gemeint ist, sondern ist es dem Fachmann vielmehr offensichtlich, dass der Sensor oberhalb der in dem Behälter befindlichen Schleif- und/oder Poliergranulatschüttung angeordnet sein muss, wobei er zumindest während der Oberflächenbearbeitung je nach Füllniveau des Behälters selbstverständlich auch im Innern des Behälters oberhalb dessen Bodens angeordnet sein und/oder von oben in den Behälter hineinragen kann.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet sich insbesondere, wenn auch nicht ausschließlich, für eine Verfahrensvariante an, bei welcher zumindest der Behälter während der Oberflächenbearbeitung des Werkstückes um eine im Wesentlichen senkrechte Achse rotiert wird, wobei das Werkstück lediglich in den Behälter eingetaucht ("Tauchfinishing") oder seinerseits zusätzlich translatorisch und/oder rotatorisch bewegt wird. In diesem Fall ermöglicht das Verfahren die Ermittlung der von der Drehgeschwindigkeit des Behälters, welche infolge Zentrifugalkräften zu einer geschwindigkeitsabhängigen Akkumulation der Granulatpartikel im Randbereich des Behälters führt, abhängigen Eintauchtiefe des Werkstückes in die rotatorisch bewegte Granulatschüttung.

[0013] Eine entsprechende Vorrichtung zeichnet sich folglich dadurch aus, dass dem Behälter ein Rotationsantrieb zugeordnet ist, um ihn in Rotation zu versetzen. Indes kann alternativ oder zusätzlich selbstverständlich auch vorgesehen, dass der Werkstückhalter an einem relativ zu dem Behälter zur Aufnahme des Schleif- und/oder Poliergranulates bewegbaren, insbesondere rotier-

baren, Teil angeordnet ist, wie es als solches bei gattungsgemäßen Schleppfinishmaschinen bekannt ist.

[0014] In vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass der Abstand zwischen dem Sensor und dem Füllstandsniveau des Schleif- und/oder Poliergranulates mittels berührungsfreier Weg- und/oder Näherungssensoren oder mittels mechanischer Tastsensoren ermittelt wird, welche z.B. oberhalb des Werkstückes angeordnet werden können.

[0015] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist zu diesem Zweck vorzugsweise einen Sensor auf, welcher von einem berührungsfreien Weg- und/oder Näherungssensor, insbesondere aus der Gruppe der induktiven, kapazitiven, magnetischen, optischen und elektromagnetischen Weg- und/oder Näherungssensoren, oder von einem mechanischen Sensor, insbesondere einem Tastsensor, gebildet ist.

[0016] Aus Gründen einer einfachen und kostengünstigen Ausgestaltung können hierbei bevorzugt Sensoren in Form von Lichtschranken, Ultraschall-, Laser-, Infrarotsensoren, Pendeltastern etc. zum Einsatz kommen. In diesem Zusammenhang haben sich beispielsweise Ultraschall- und Laserdistanzsensoren oder auch sogenannte Laserscanner bewährt, wobei insbesondere 2D-Laserscanner eingesetzt werden können, welche die Kontur von Gegenständen (hier: der Schleif- und/oder Poliergranulatschüttung) auf einer Ebene digital zu erfassen vermögen. Bei solchen 2D-Laserscannern handelt es sich um laseroptische Distanzsensoren, welche von dem Laser-Triangulationsverfahren Gebrauch machen, d.h. eine Laserlichtquelle des Sensors projiziert einen Laserpunkt auf die Granulatoberfläche, wonach das dort reflektierte Licht in Abhängigkeit von der Entfernung unter einem bestimmten Winkel auf einen Empfänger des Sensors auftrifft. Durch die Position des Lichtpunktes auf dem Empfänger und aus der Distanz der Laserlichtquelle zu dem Empfänger wird dann der Abstand zu der Granulatoberfläche in dem Sensor elektronisch berechnet. Darüber hinaus haben sich auch mechanische Tastsensoren in Form von sogenannten Pendeltastern bewährt, welche am freien Ende ihres Pendels einen auf der Granulatoberfläche aufliegenden "Schwimmer" umfassen und in Abhängigkeit der Auslenkung des Pendels aus dem Auslenkwinkel das Füllstandsniveau des Granulates bestimmen können.

[0017] Wie bereits angedeutet, kann der Sensor hierbei zweckmäßig oberhalb oder auf dem Niveau des Werkstückhalters angeordnet sein, um den Abstand zwischen dem Sensor und dem Füllstandsniveau des Schleif- und/oder Poliergranulates in dem Behälter oberhalb des Werkstückes ermitteln und von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor und dem Werkstück bzw. zwischen dem Sensor und dem das Werkstück tragenden Werkstückhalter subtrahieren zu können.

[0018] Wie bereits erwähnt, bietet das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere die Möglichkeit einer Selbstregulierung dahingehend, dass die mit Hilfe des Sensors ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe des Werk-

stückes stets mit einer gewünschten Eintauchtiefe verglichen wird und letztere nachjustiert wird, und/oder andere, von der mit Hilfe des Sensors ermittelten Eintauchtiefe abhängigen Verfahrensparameter werden an die ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe angepasst. In diesem Zusammenhang kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen sein, dass die ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat verwendet wird, um das Werkstück entsprechend der gewünschten Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anzuheben oder abzusenken.

[0019] Gemäß einer alternativen oder zusätzlichen vorteilhaften Ausgestaltung kann diesbezüglich vorgesehen sein, dass die ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe verwendet wird, um wenigstens einen Parameter aus der Gruppe Relativgeschwindigkeit des Werkstückes in Bezug auf die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat (d.h. mit zunehmender Eintauchtiefe des Werkstückes in die Granulatschüttung kann die Relativgeschwindigkeit vermindert werden, während letztere bei abnehmender Eintauchtiefe des Werkstückes in die Granulatschüttung erhöht werden kann) und Bearbeitungszeit (d.h. mit zunehmender Eintauchtiefe des Werkstückes in die Granulatschüttung kann die Bearbeitungszeit vermindert werden, während letztere bei abnehmender Eintauchtiefe des Werkstückes in die Granulatschüttung verlängert werden kann) in Abhängigkeit hiervon zu verändern.

[0020] In vorrichtungstechnischer Hinsicht sieht eine bevorzugte Ausführungsform demnach vor, dass der Sensor mit einer Steuereinrichtung wirkverbunden ist, welche ferner mit einer dem Werkstückhalter zugeordneten Hubeinrichtung wirkverbunden ist, um das Werkstück in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors ermittelten tatsächlichen Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat entsprechend der gewünschten Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anzuheben oder abzusenken.

[0021] Alternativ oder zusätzlich kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass der Sensor mit einer, z.B. mit derselben, Steuereinrichtung wirkverbunden ist, welche ferner mit einem Antrieb des Behälters und/oder des Werkstückhalters wirkverbunden ist, um

- die Relativgeschwindigkeit des an dem Werkstückhalter lösbar festgelegten Werkstückes in Bezug auf die in dem Behälter befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors ermittelten Eintauchtiefe des an dem Werkstückhalter lösbar festgelegten Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern; und/oder
- die Bearbeitungszeit des Werkstückes in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors ermittelten Eintauchtiefe des an dem Werkstückhalter lösbar festgelegten Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern.

[0022] Wie eingangs angesprochen, ist es in vielen Fällen erwünscht, dass der Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat ein flüssiges Bearbeitungsmedium, wie Wasser, welches gegebenenfalls mit Additiven, wie Tensiden etc., versetzt sein kann, zugesetzt wird. Um auch insoweit für möglichst reproduzierbare Bearbeitungsparameter zu sorgen, kann gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass dem Schleif- und/oder Poliergranulat ein flüssiges Bearbeitungsmedium zugesetzt wird, wobei die Menge an zugesetztem Bearbeitungsmedium gesteuert wird. Sofern eine Zirkulation des flüssigen Bearbeitungsmediums, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Reinigungsstufe, erwünscht ist und der Behälter hierzu ferner einen Ablauf für das flüssige Bearbeitungsmedium umfasst, kann selbstverständlich auch die aus dem Behälter abgeführte Menge an flüssigem Bearbeitungsmedium gesteuert werden.

[0023] Der Behälter einer entsprechenden Vorrichtung weist vorzugsweise einen mit einer steuerbaren Dosierpumpe versehenen Einlass auf, um dem in dem Behälter befindlichen Schleif- und/oder Poliergranulat eine steuerbare Menge eines flüssigen Bearbeitungsmediums zuzusetzen. Entsprechendes kann für einen gegebenenfalls vorgesehenen Auslass aus dem Behälter gelten. Die Dosierpumpen können hierbei gleichfalls an eine, insbesondere zentrale, Steuereinrichtung angeschlossen sein.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken in Form einer Schleppfinishmaschine; und

Fig. 2 eine schematische perspektivische Explosionsdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken in Form eines Tauchfinishmaschine.

[0025] In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer Schleppfinishmaschine 1a dargestellt. Die Schleppfinishmaschine 1a ist mit einem Werkstückhalter 2 ausgestattet, welcher mittels einer Spannverbindung 3 an einem bewegten - hier: rotierbaren - Tragteil 4 der Schleppfinishmaschine 1a, dem sogenannten Teller oder Rotor, lösbar festgelegt ist. Der Werkstückhalter 2 ist dabei exzentrisch in Bezug auf die Drehachse 4a des Tragteils 4 an letzterem gespannt, so dass er beim Rotieren des Tragteils 4 eine Bahnkurve beschreibt. Der Werkstückhalter 2 kann dabei seinerseits um eine Achse 2a, wie um seine Längsachse, drehbar an dem Tragteil 4 festgelegt sein, was beispielsweise mittels eines in dem Tragteil 4 angeord-

neten Planetengetriebes geschehen kann, welches bei einer Drehung des Tragteils 4 um seine Drehachse 4a eine Drehung des Werkstückhalters 2 um seine Drehachse 2a induziert. Entsprechendes gilt für gegebenenfalls vorgesehene, weitere Werkstückhalter (nicht dargestellt), welche ebenfalls an der Unterseite des Tragteils 4 in exzentrischer Position zu dessen Drehachse 4a spannbare sein können. Der Drehantrieb des Tragteils 4 geschieht über eine in Fig. 1 lediglich strichliniert angeordnete Motor-/Getriebeanordnung 5.

[0026] Der Werkstückhalter 2 kann beispielsweise zur Aufnahme mehrerer, im Wesentlichen vertikal spannbarer Werkstücke (nicht dargestellt) ausgebildet sein und hierzu an seiner der Spannverbindung 3 mit dem Tragteil 4 abgewandten, in Fig. 1 unteren Seite mehrere - im vorliegenden Fall drei - Werkstückträger 6 zum lösbaren Einspannen jeweils eines Werkstückes oder auch einer Werkstückaufnahme zum Einspannen jeweils eines oder mehrerer Werkstücke (jeweils nicht gezeigt) aufweisen. Die Werkstückträger 6 sind um den Umfang des Werkstückhalters 2 verteilt, d.h. exzentrisch in Bezug auf seine Drehachse 2a, angeordnet. Um die Werkstückträger 6 zusätzlich zu der translatorischen Bewegung infolge Rotation des Tragteils 4 und des Werkstückhalters 2 mit einer rotatorischen Bewegung um ihre jeweilige Längsachse 6a zu beaufschlagen, können die Werkstückträger 6 ihrerseits rotierbar an dem Werkstückhalter 2 gelagert und beispielsweise wiederum mittels eines in dem Werkstückhalter 2 angeordneten Planetengetriebes (nicht gezeigt) in Rotation versetzbar sein.

[0027] Beim Betrieb der Schleppfinishmaschine 1a tauchen zumindest die an den Werkstückträgern 6 des Werkstückhalters 2 festlegbaren Werkstücke in einen Arbeitsbehälter 8 ein, welcher mit einem pulver- oder partikelförmigen Schleif- und/oder Poliergranulat, gegebenenfalls unter Zusatz flüssiger Bearbeitungshilfsstoffen, wie Wasser, Tensiden und dergleichen, befüllt ist. Zur Oberflächenbearbeitung von an den Werkstückträgern 6 festgespannten Werkstücken (nicht gezeigt) wird das Tragteil 4 der Schleppfinishmaschine 1a mittels der Motor-/Getriebeanordnung 5 in Rotation versetzt, so dass der Werkstückhalter 2 auf einer bestimmten Bewegungsbahn - hier einer Kreisbahn - translatorisch durch den Arbeitsbehälter 8 bzw. durch das hierin enthaltene Bearbeitungsmedium geschleppt wird. Darüber hinaus sorgen die in dem Tragteil 4 bzw. in dem Werkstückhalter 2 aufgenommenen Planetengetriebe für eine Eigenrotation sowohl des Werkstückhalters 2 als auch der Werkstückträger 6 bzw. der hieran festgelegten Werkstücke um eine hier im Wesentlichen vertikale Achse, welche jedoch auch um einen endlichen Winkel in Bezug auf die Vertikale geneigt angeordnet sein kann. Aufgrund der Relativbewegung zwischen den Werkstücken und der Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat des Bearbeitungsmediums kommt es hierbei zu einer Oberflächenbearbeitung der Werkstücke.

[0028] Eine solche Relativbewegung ist bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch eine zusätzliche

Bewegbarkeit des Arbeitsbehälters 8 unterstützt, wie insbesondere durch eine Drehung desselben um dessen Mittelachse 8a. Der Behälter 8 steht zu diesem Zweck mit einem in Fig. 1 nicht näher dargestellten, steuerbaren Rotationsantrieb in Verbindung, welcher ähnlich dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel (siehe hierzu weiter unten) eine mit einer Mitnehmerwelle versehene Tragplatte umfassen kann, wobei erstere von unten in ein hierzu komplementäres Aufnahmeprofil an der Unterseite des Behälters 8 eingreift, um für eine drehfeste Verbindung mit dem Behälter 8 zu sorgen.

[0029] Die Schleppfinishmaschine 1a umfasst ferner einen oder mehrere Sensoren 9, welche(r) zur Ermittlung des Abstandes zwischen dem Sensor 9 und dem Füllstands-niveau 10 des Schleif- und/oder Poliergranulates ausgebildet ist/sind, um durch Subtraktion dieses Abstandes von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor 9 und dem Werkstück die Eintauchtiefe desselben in die in dem Behälter 8 befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu ermitteln. Die Oberflächenkontur des Schleif- und/oder Poliergranulates ist in Fig. 1 schematisch mit der Strichpunktlinie 10 angedeutet, wenn der Behälter 8 rotiert. Bei den Sensoren 9 kann es sich insbesondere um berührungsfreie Weg- oder Näherungssensoren, wie beispielsweise um Ultraschall-, Laser- oder Infrarotsensoren handeln. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist z.B. je ein Sensor 9 an der Unterseite des rotierenden Teils 4 im Bereich der Spannstelle eines jeweiligen Werkstückhalters 2, also oberhalb eines jeweiligen Werkstückhalters 2, angeordnet und ermittelt den Abstand zwischen dem Sensor 9 und der - insbesondere von der Drehzahl des Tellers 2 abhängigen - Oberfläche 10 der in dem Behälter 8 aufgenommenen Granulatschüttung oberhalb der bearbeiteten Werkstücke. Ist der Abstand zwischen dem Sensor 9 als Bezugspunkt und dem jeweiligen Werkstück oder dem Werkstückträger 6 des Werkstückhalters 2, an welchem die Werkstücke lösbar festgelegt sind, bekannt, so kann durch einfache Subtraktion die Eintauchtiefe der Werkstücke in die Granulatschüttung, insbesondere in Echtzeit während der Oberflächenbearbeitung, ermittelt werden.

[0030] Die Vorrichtung 1a umfasst darüber hinaus insbesondere eine nicht dargestellte Steuereinrichtung, wie insbesondere in Form einer Datenverarbeitungseinheit, welche mit den Sensoren 9 in Wirkverbindung steht und welche ferner mit einer Hubeinrichtung, z.B. in Form einer mit einem Steuerantrieb 11 verbundenen Gewindestange 12, in Wirkverbindung steht, um zumindest den Teller 4, gegebenenfalls mitsamt seinem Antrieb 5, und den hieran festgelegten Werkstückhaltern 2 in Bezug auf den Behälter 8 anzuheben oder abzusenken, je nach dem, ob die mit Hilfe des Sensors 9 erfasste tatsächliche Eintauchtiefe eine gewünschte Eintauchtiefe über- oder unterschreitet. Die Steuereinrichtung ist hierzu ferner mit einer Eingabe- und einer Anzeigeeinrichtung (ebenfalls nicht gezeigt) ausgestattet, um die gewünschten Verfahrensparameter, wie insbesondere die gewünschte Soll-

Eintauchtiefe, aber auch z.B. den Abstand zwischen dem Sensor 9 und einem jeweiligen Werkstück (bzw. dem jeweiligen Werkstückhalter 2 oder genauer: dessen jeweiligem Werkstückträger 6) eingeben zu können. Die Steuereinrichtung ist überdies zweckmäßig mit einer Speichereinrichtung ausgestattet, um verschiedene Bewegungsprogramme der individuell gewünschten Oberflächenbearbeitung zu speichern.

[0031] Die Steuereinrichtung kann zweckmäßigerweise darüber hinaus mit dem Drehantrieb (vgl. Fig. 2) des Behälters 8 sowie mit dem Antrieb 5 des Tellers 4 in Wirkverbindung stehen, um die Bearbeitungszeit der Werkstücke und/oder die Relativgeschwindigkeit der an den Werkstückhaltern 2 lösbar festgelegten Werkstücke in Bezug auf die in dem Behälter 8 befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat in Abhängigkeit von der mit Hilfe des Sensors 9 ermittelten Eintauchtiefe der an den Werkstückhaltern 2 lösbar festgelegten Werkstücke in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern. Auf diese Weise ist eine in höchstem Maße reproduzierbare Oberflächenbearbeitung von praktisch beliebigen Werkstücken unter exakt vorgegebenen Verfahrensparametern möglich, wobei insbesondere auch Werkstücke bearbeitet werden können, an deren Oberflächenbeschaffenheit sehr hohe Anforderungen gestellt werden und welche sehr geringen Toleranzen genügen müssen. Ferner vermag die Oberflächenbearbeitung selbstregulierend in Abhängigkeit der sensorisch ermittelten Eintauchtiefe der Werkstücke in die Granulatschüttung erfolgen.

[0032] In Fig. 2 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer Tauchfinishmaschine 1b dargestellt, wobei gleiche oder wirkungsgleiche Bauteile mit denselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 versehen sind. Die Tauchfinishmaschine 1b umfasst wiederum einen Behälter 8 zur Aufnahme eines Schleif- und/oder Poliergranulates (nicht gezeigt), welcher um eine vertikale Achse 8a rotierbar ist. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Behälter 8 auf einem mittels Rollen 13 verfahrbaren Wagens 14 angeordnet, um für einen einfachen und schnellen Austausch des Granulates zu sorgen, indem ein Behälter 8 gegen einen weiteren Behälter 8 ausgetauscht werden kann. Der Wagen 14 umfasst einen z.B. an seiner Unterseite angeordneten, motorischen Rotationsantrieb (in Fig. 2 nicht im Einzelnen erkennbar) des Behälters 8, welcher insbesondere in programmtechnischer Weise hinsichtlich Rotationsgeschwindigkeit und gegebenenfalls auch -richtung steuerbar ist, und welcher eine mit einer Mitnehmerwelle 15 ausgestattete Tragplatte 16 umfasst, auf welche der Behälter 8 drehfest und selbstzentrierend aufgesetzt werden kann.

[0033] Während zur Halterung eines zu bearbeitenden Werkstückes grundsätzlich auch ein mehr oder minder stationärer, d.h. lediglich höhenverstellbarer Werkstückhalter vorgesehen sein kann (nicht gezeigt), um die zu bearbeitenden Werkstücke in die in dem Behälter 8 befindliche Granulatschüttung einzutauchen, umfasst die

Vorrichtung 1b im vorliegenden Fall ferner einen Manipulator in Form eines Roboters 20, welcher einen oder mehrere Werkstückhalter 2 zum lösbaren Festlegen eines zu bearbeitenden Werkstückes (nicht gezeigt) trägt. Bei dem Roboter 20 handelt es sich beispielsweise um einen mehrachsigen Industrieroboter, welcher ein Gestell 22 aufweist, auf welchem ein Karussell 23 um eine vertikale Achse schwenkbar gelagert ist. Auf dem Karussell 23 sitzt eine Konsole 24 mit einem horizontalen Lager für eine Schwinde 25, an deren der Konsole 24 abgewandtem (oberen) Ende wiederum ein Ausleger 26 an einer horizontalen, parallel zur Schwenkachse der Konsole 24 angeordneten Achse gelagert ist. Der Ausleger 26 ist an seinem Ende mit einer dreiachsigen Roboterhand 27 ausgestattet, welche den Werkstückhalter 2 trägt. Während das Karussell 23 über einen Steuermotor 28 gegenüber dem stationären Gestell 22 angetrieben ist, dient ein Steuermotor 29 zum Antrieb der Schwinde 25 und ein Steuermotor 30 für den Antrieb des Auslegers 26. Die dreiachsige Roboterhand 27 ist von drei weiteren Steuermotoren 31, 32, 33 angetrieben, welche z.B. an dem der Roboterhand 17 abgewandten Ende des Auslegers 26 montiert sind. Die dreiachsige Roboterhand 27 mit dem Werkstückhalter 2 vermag letzteren folglich sowohl unter einer beliebigen Ausrichtung im dreidimensionalen Raum zu verschwenken, um ein an dem Werkstückhalter 2 befestigtes Werkstück in der gewünschten Position in Bezug auf die in dem Behälter 8 befindliche Granulatschüttung auszurichten, als auch den Werkstückhalter 2 translatorisch in beliebige Raumrichtungen zu verfahren. Darüber hinaus vermag die dreiachsige Roboterhand 27 den Werkstückhalter 2 zumindest um seine Längsachse 2a zu rotieren, sofern neben einem reinen Tauschleifvorgang eine Rotation des Werkstückes erwünscht ist.

[0034] An dem Werkstückhalter 2 ist wiederum ein Sensor 9 montiert, welcher zur Ermittlung des Abstandes zwischen dem Sensor 9 und dem Füllstandsniveau 10 (Fig. 1) des Schleif- und/oder Poliergranulates ausgebildet ist, um durch Subtraktion dieses Abstandes von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor 9 und dem Werkstück die Eintauchtiefe desselben in die in dem Behälter 8 befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu ermitteln. Der Sensor 9 kann entsprechend dem gemäß Fig. 1 ausgebildet sein.

[0035] Sowohl der Roboter 20 mit seinen Steuermotoren 28-33 und dem an dem Werkstückhalter 2 angeordneten Sensor 9 als auch der Rotationsantrieb des Behälters 8 sind wiederum mit einer gemeinsamen Steuereinrichtung (nicht dargestellt) wirkverbunden, welche ihrerseits mit einer Eingabe-, einer Anzeige- und einer Speichereinrichtung verbunden ist, um verschiedene Bewegungsprogramme sowohl des Werkstückhalters 2 in Bezug auf den rotierenden Behälter 8 als auch Bewegungsprogramme des Behälters 8 selbst (hier: Rotation) einzugeben, anzuzeigen, abzuarbeiten und zu speichern. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass die Steuereinrichtung in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sen-

sors 9 erfassten Eintauchtiefe eines an dem Werkstückhalter 2 lösbar festgelegten Werkstückes in die in dem Behälter 8 befindliche Granulatschüttung den Roboter 20 derart ansteuert, dass der Werkstückhalter 2 in Bezug auf den Behälter 8 angehoben bzw. abgesenkt wird, sofern die der mit Hilfe des Sensors 9 erfasste tatsächliche Eintauchtiefe eine gewünschte Soll-Eintauchtiefe über- bzw. unterschreitet. Die Steuereinrichtung kann zweckmäßigerweise überdies mit dem Drehantrieb des Behälters 8 in Wirkverbindung stehen, um die Bearbeitungszeit der Werkstücke und/oder die Drehzahl des Behälters 8 in Abhängigkeit von der der mit Hilfe des Sensors 9 ermittelten Eintauchtiefe des an dem Werkstückhalter 2 befestigten Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern. Entsprechendes gilt freilich auch für etwaige Bewegungen des Roboters 20, wie beispielsweise im Hinblick auf eine Erhöhung/Verminderung der Drehzahl der Roboterhand 27 mit dem Werkstückhalter 2 um die Achse 2a.

[0036] Folglich ist auch hier eine in höchstem Maße reproduzierbare Oberflächenbearbeitung von praktisch beliebigen Werkstücken unter exakt vorgegebenen Verfahrensparametern möglich, wobei insbesondere auch Werkstücke bearbeitet werden können, an deren Oberflächenbeschaffenheit sehr hohe Anforderungen gestellt werden und welche sehr geringen Toleranzen genügen müssen. Ferner kann die Oberflächenbearbeitung selbstregulierend in Abhängigkeit der sensorisch ermittelten Eintauchtiefe der Werkstücke in die Granulatschüttung erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken, indem das Werkstück in eine in einem Behälter (8) befindliche Schüttung aus einem Schleif- und/oder Poliergranulat eingetaucht und in der Schüttung aus dem Schleif- und/oder Poliergranulat relativ zu diesem bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anlässlich der Oberflächenbearbeitung durch Subtraktion des sensorisch ermittelten Abstandes zwischen einem oberhalb des Behälters (8) angeordneten Sensor (9) und dem Füllstandsniveau (10) des Schleif- und/oder Poliergranulates in dem Behälter (8) von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor (9) und dem Werkstück ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest der Behälter (8) während der Oberflächenbearbeitung des Werkstückes um eine im Wesentlichen senkrechte Achse (8a) rotiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen dem

- Sensor (9) und dem Füllstandsniveau (10) des Schleif- und/oder Poliergranulates mittels berührungsfreier Weg- und/oder Näherungssensoren (9) oder mechanischer Tastsensoren ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe des Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat verwendet wird, um das Werkstück entsprechend der gewünschten Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anzuheben oder abzusenken.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelte tatsächliche Eintauchtiefe verwendet wird, um wenigstens einen Parameter aus der Gruppe Relativgeschwindigkeit des Werkstückes in Bezug auf die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat und Bearbeitungszeit in Abhängigkeit hiervon zu verändern.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schleif- und/oder Poliergranulat ein flüssiges Bearbeitungsmedium zugesetzt wird, wobei die Menge an zugesetztem Bearbeitungsmedium gesteuert wird.
7. Vorrichtung (1a, 1b) zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken durch Eintauchen des Werkstückes in eine Schüttung aus einem Schleif- und/oder Poliergranulat unter relativer Bewegung derselben in Bezug auf das Werkstück, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Behälter (8) zur Aufnahme des Schleif und/oder Poliergranulates und mit einem oder mehreren Werkstückhalter(n) (2), an welchem/welchen die zu bearbeitenden Werkstücke lösbar festlegbar sind, wobei der/die Werkstückhalter (2) relativ zu dem Behälter (8) bewegbar ist/sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1a, 1b) ferner wenigstens einen oberhalb des Behälters (8) angeordneten Sensor (9) aufweist, welcher zur Ermittlung des Abstandes zwischen dem Sensor (9) und dem Füllstandsniveau (10) des Schleif- und/oder Poliergranulates ausgebildet ist, um durch Subtraktion dieses Abstandes von einem bekannten Abstand zwischen dem Sensor (9) und dem Werkstück die Eintauchtiefe desselben in die in dem Behälter (8) befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu ermitteln.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Behälter (8) ein Rotationsantrieb zugeordnet ist, um ihn in Rotation zu versetzen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstückhalter (2) an einem relativ zu dem Behälter (8) zur Aufnahme des Schleif- und/oder Poliergranulates bewegbaren, insbesondere rotierbaren, Teil (4, 27) angeordnet ist.
- 5 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) von einem berührungsfreien Weg- und/oder Näherungssensor, insbesondere aus der Gruppe der induktiven, kapazitiven, magnetischen, optischen und elektromagnetischen Weg- und/oder Näherungssensoren, oder von einem mechanischen Sensor, insbesondere einem Tastsensor, gebildet ist.
- 10 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) eine Lichtschranke, ein Ultraschall-, Laser-, Infrarotsensor oder ein Pendeltaster ist.
- 15 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) oberhalb oder auf dem Niveau des Werkstückhalters (2) angeordnet ist.
- 20 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) mit einer Steuereinrichtung wirkverbunden ist, welche ferner mit einer dem Werkstückhalter (2) zugeordneten Hubeinrichtung (11, 12; 20) wirkverbunden ist, um das Werkstück in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors (9) ermittelten tatsächlichen Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat entsprechend der gewünschten Eintauchtiefe in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat anzuheben oder abzusenken.
- 25 30 35 40 45 50 55 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (9) mit einer Steuereinrichtung wirkverbunden ist, welche ferner mit einem Antrieb des Behälters (8) und/oder des Werkstückhalters (2) wirkverbunden ist, um
- die Relativgeschwindigkeit des an dem Werkstückhalter (2) lösbar festgelegten Werkstückes in Bezug auf die in dem Behälter (8) befindliche Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors (9) ermittelten Eintauchtiefe des an dem Werkstückhalter (2) lösbar festgelegten Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern; und/oder
 - die Bearbeitungszeit des Werkstückes in Abhängigkeit der mit Hilfe des Sensors (9) ermittelten Eintauchtiefe des an dem Werkstückhalter (2) lösbar festgelegten Werkstückes in die Schüttung aus Schleif- und/oder Poliergranulat zu verändern.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **da-**

durch gekennzeichnet, dass der Behälter (8) einen mit einer steuerbaren Dosierpumpe versehenen Einlass aufweist, um dem in dem Behälter (8) befindlichen Schleif- und/oder Poliergranulat eine steuerbare Menge eines flüssigen Bearbeitungsmediums zuzusetzen.

Claims

1. Method for processing the surface of workpieces by immersing the workpiece in a bed of grinding and/or polishing granules located in a container (8) and moving it in the bed of grinding and/or polishing granules in relation thereto, **characterized in that** the depth of immersion of the workpiece into the bed of grinding and/or polishing granules is determined on the occasion of the surface processing by subtraction of the sensorily determined distance between a sensor (9) arranged above the container (8) and the filling level (10) of the grinding and/or polishing granules in the container (8) from a known distance between the sensor (9) and the workpiece.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** at least the container (8) is rotated about a substantially perpendicular axis (8a) during the surface processing of the workpiece.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the distance between the sensor (9) and the filling level (10) of the grinding and/or polishing granules is determined by means of contactless displacement and/or proximity sensors (9) or mechanical feeling sensors.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the determined actual depth of immersion of the workpiece into the bed of grinding and/or polishing granules is used to raise or lower the workpiece in accordance with the desired depth of immersion into the bed of grinding and/or polishing granules.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the determined actual depth of immersion is used to change at least one parameter from the group comprising the relative speed of the workpiece with respect to the bed of grinding and/or polishing granules and the machining time in dependence thereon.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** a liquid processing medium is added to the grinding and/or polishing granules, the amount of added processing medium being controlled.
7. Device (1a, 1b) for processing the surface of workpieces by immersing the workpiece in a bed of grinding and/or polishing granules while the same undergoes relative movement with respect to the workpiece, in particular for carrying out a method according to one of the preceding claims, comprising a container (8) for receiving the grinding and/or polishing granules and comprising one or more workpiece holder(s) (2), on which the workpieces to be processed can be releasably fixed, the workpiece holder (s) (2) being movable in relation to the container (8), **characterized in that** the device (1a, 1b) also has at least one sensor (9), which is arranged above the container (8) and is designed for determining the distance between the sensor (9) and the filling level (10) of the grinding and/or polishing granules in order to determine by subtraction of this distance from a known distance between the sensor (9) and the workpiece the depth of immersion of the same into the bed of grinding and/or polishing granules located in the container (8).
8. Device according to Claim 7, **characterized in that** the container (8) is assigned a rotary drive in order to set it in rotation.
9. Device according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the workpiece holder (2) is arranged on a part (4, 27) that is movable, in particular rotatable, in relation to the container (8) for receiving the grinding and/or polishing granules.
10. Device according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** the sensor (9) is formed by a contactless displacement and/or proximity sensor, in particular from the group comprising inductive, capacitive, magnetic, optical and electromagnetic displacement and/or proximity sensors, or by a mechanical sensor, in particular a feeling sensor.
11. Device according to Claim 10, **characterized in that** the sensor (9) is a light barrier, an ultrasonic, laser or infrared sensor or a pendulum sensor.
12. Device according to one of Claims 7 to 11, **characterized in that** the sensor (9) is arranged above or at the level of the workpiece holder (2).
13. Device according to one of Claims 7 to 12, **characterized in that** the sensor (9) is operatively connected to a controlling unit, which is also operatively connected to a lifting unit (11, 12; 20) assigned to the workpiece holder (2), in order to raise or lower the workpiece in dependence on the actual depth of immersion, determined with the aid of the sensor (9), into the bed of grinding and/or polishing granules in accordance with the desired depth of immersion into the bed of grinding and/or polishing granules.

14. Device according to one of Claims 7 to 13, **characterized in that** the sensor (9) is operatively connected to a controlling unit, which is also operatively connected to a drive of the container (8) and/or of the workpiece holder (2), in order to

- change the relative speed of the workpiece releasably fixed on the workpiece holder (2) with respect to the bed of grinding and/or polishing granules located in the container (8) in dependence on the depth of immersion, determined with the aid of the sensor (9), of the workpiece releasably fixed on the workpiece holder (2) into the bed of grinding and/or polishing granules; and/or

- change the processing time of the workpiece in dependence on the depth of immersion, determined with the aid of the sensor (9), of the workpiece releasably fixed on the workpiece holder (2) into the bed of grinding and/or polishing granules.

15. Device according to one of Claims 7 to 14, **characterized in that** the container (8) has an inlet provided with a controllable metering pump, in order to add a controllable amount of a liquid processing medium to the grinding and/or polishing granules located in the container (8).

Revendications

1. Procédé pour le traitement de surface de pièces à usiner, dans lequel on plonge la pièce à usiner dans un amas de granulat de ponçage et/ou de polissage se trouvant dans un réservoir (8) et on la déplace dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage par rapport à ce dernier, **caractérisé en ce que** l'on détermine la profondeur de plongée de la pièce à usiner dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage à l'occasion du traitement de surface par soustraction de la distance déterminée par capteur entre un capteur (9) disposé au-dessus du réservoir (8) et le niveau de remplissage (10) du granulat de ponçage et/ou de polissage dans le réservoir (8) d'une distance connue entre le capteur (9) et la pièce à usiner.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on fait tourner au moins le réservoir (8) autour d'un axe essentiellement vertical (8a) pendant le traitement de surface de la pièce à usiner.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on détermine la distance entre le capteur (9) et le niveau de remplissage (10) du granulat de ponçage et/ou de polissage au moyen de capteurs de déplacement et/ou de proximité sans contact (9)

ou de palpeurs mécaniques.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on utilise la profondeur de plongée réelle déterminée de la pièce à usiner dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage, pour relever ou abaisser la pièce à usiner en fonction de la profondeur de plongée désirée dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on utilise la profondeur réelle déterminée, pour modifier au moins un paramètre du groupe comprenant la vitesse relative de la pièce à usiner par rapport à l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage et le temps de traitement en fonction de celle-ci.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on ajoute au granulat de ponçage et/ou de polissage un agent de traitement liquide, dans lequel on commande la quantité d'agent de traitement ajouté.
7. Dispositif (1a, 1b) pour le traitement de surface de pièces à usiner par plongée de la pièce à usiner dans un amas de granulat de ponçage et/ou de polissage avec un mouvement relatif de celui-ci par rapport à la pièce à usiner, en particulier pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, avec un réservoir (8) destiné à contenir le granulat de ponçage et/ou de polissage et avec un ou plusieurs porte(s)-pièce(s) (2), sur lequel/lesquels les pièces à usiner à traiter peuvent être fixées de façon amovible, dans lequel le/les porte(s)-pièce(s) (2) est/sont mobile(s) par rapport au réservoir (8), **caractérisé en ce que** le dispositif (1a, 1b) comporte en outre au moins un capteur (9) disposé au-dessus du réservoir (8), qui est conçu pour déterminer la distance entre le capteur (9) et le niveau de remplissage (10) du granulat de ponçage et/ou de polissage, afin de déterminer, par soustraction de cette distance d'une distance connue entre le capteur (9) et la pièce à usiner, la profondeur de plongée de celle-ci dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage se trouvant dans le réservoir (8).
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'un** entraînement en rotation est associé au réservoir (8), afin de mettre celui-ci en rotation.
9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le porte-pièce (2) est agencé sur une partie (4, 27) mobile, en particulier rotative, par rapport au réservoir (8) destiné à contenir le granulat de ponçage et/ou de polissage.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le capteur (9) est formé par un capteur de déplacement et/ou de proximité sans contact, en particulier du groupe des capteurs de déplacement et/ou de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques, optiques et électromagnétiques, ou par un capteur mécanique, en particulier un palpeur. 5
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le capteur (9) est une barrière lumineuse, un détecteur à ultrasons, à laser ou à infrarouge, ou un palpeur oscillant. 10
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** le capteur (9) est disposé au-dessus ou au niveau du porte-pièce (2). 15
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que** le capteur (9) est en liaison active avec un dispositif de commande, qui est en outre en liaison active avec un dispositif de levage (11, 12, 20) associé au porte-pièce (2), pour relever ou abaisser la pièce à usiner, en fonction de la profondeur de plongée réelle dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage déterminée à l'aide du capteur (9), en fonction de la profondeur de plongée désirée dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage. 20
25
30
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, **caractérisé en ce que** le capteur (9) est en liaison active avec un dispositif de commande, qui est en outre en liaison active avec un entraînement du réservoir (8) et/ou du porte-pièce (2), afin de 35
- modifier la vitesse relative de la pièce à usiner fixée de façon amovible au porte-pièce (2) par rapport à l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage se trouvant dans le réservoir (8) en fonction de la profondeur de plongée, déterminée à l'aide du capteur (9), de la pièce à usiner fixée de façon amovible au porte-pièce (2) dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage; et/ou 40
45
 - modifier le temps de traitement de la pièce à usiner en fonction de la profondeur de plongée, déterminée à l'aide du capteur (9), de la pièce à usiner fixée de façon amovible au porte-pièce (2) dans l'amas de granulat de ponçage et/ou de polissage. 50
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, **caractérisé en ce que** le réservoir (8) présente une entrée munie d'une pompe de dosage réglable, afin d'ajouter au granulat de ponçage et/ou de polissage se trouvant dans le réservoir (8) une quantité réglable d'un agent de traitement liquide. 55

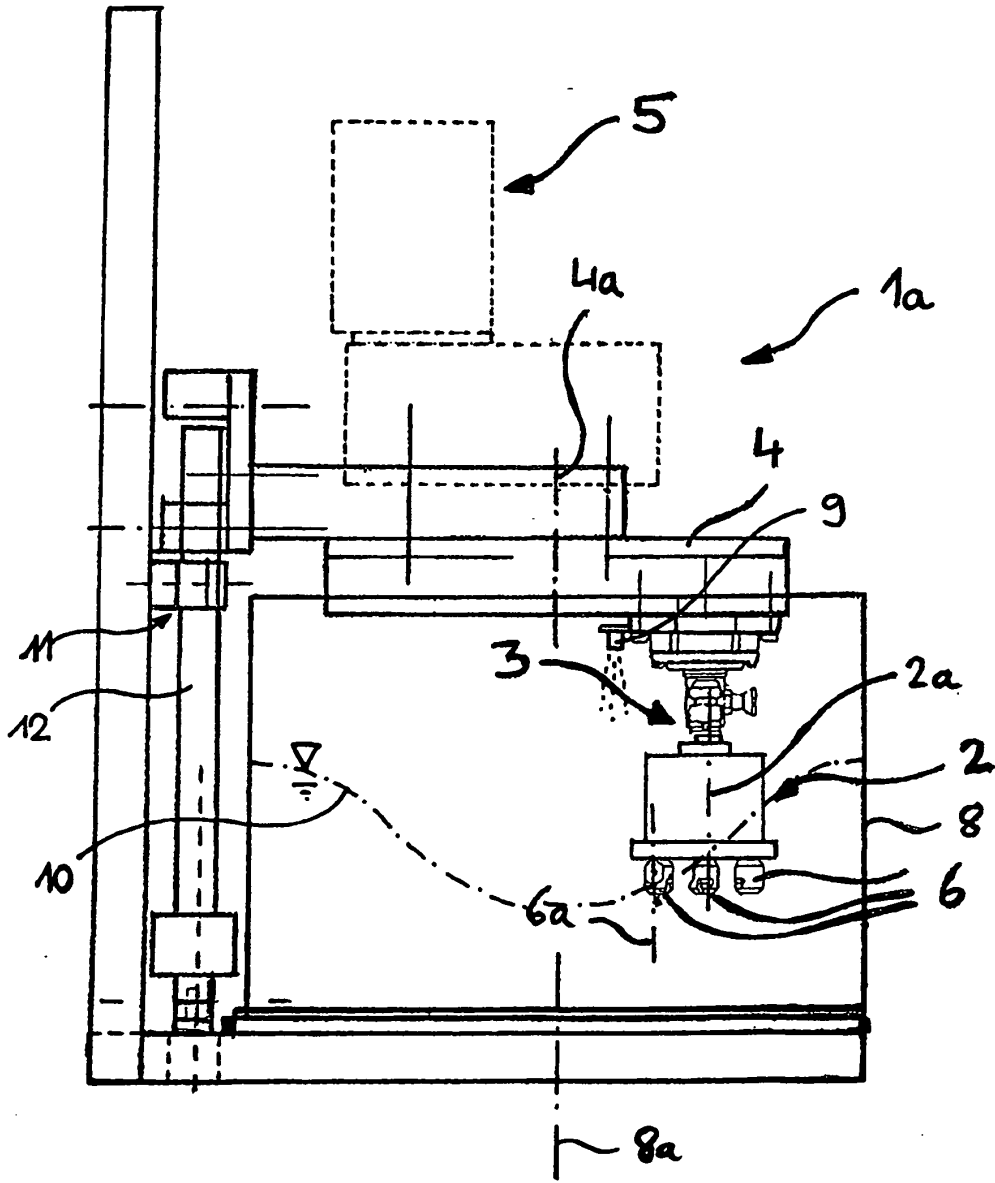


Fig. 1

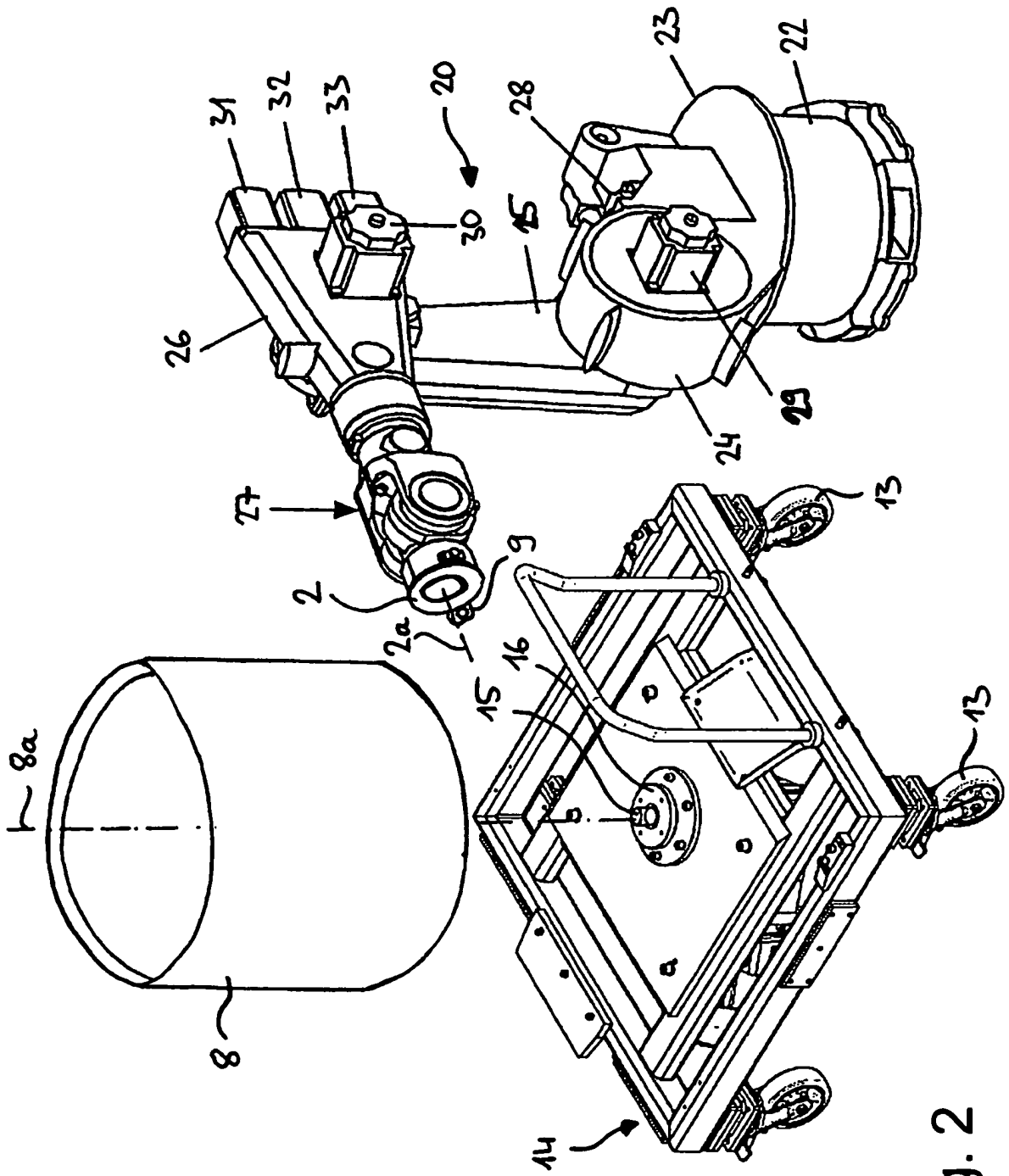


Fig. 2

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

- FR 2511628 [0001]
- DE 10204267 C1 [0002]
- DE 20005361 U1 [0002]
- DE 102009004916 A1 [0004]
- DE 102009021824 A1 [0006]