



(11)

EP 2 394 783 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.03.2014 Patentblatt 2014/12

(51) Int Cl.:
B24B 5/22 (2006.01) **B24B 5/30** (2006.01)
B24B 5/307 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10405115.6**

(22) Anmeldetag: **14.06.2010**

(54) **Spitzenlose Rundschleifmaschine und Verfahren zum spitzenlosen Schleifen mit höhenverstellbarer Regelscheibe**

Rotary grinding machine without points and method for grinding without points with height-adjustable control wheel

Meuleuse cylindrique sans pointe et procédé de meulage sans pointe à l'aide d'une plaque de réglage réglable en hauteur

(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 SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(73) Patentinhaber: **Tschudin, Urs**
2540 Grenchen (CH)

(72) Erfinder:
• **Tschudin, Urs**
2540 Grenchen (CH)

• **Sedlacek, Libor, Dr.**
2540 Grenchen (CH)

(74) Vertreter: **EGLI-EUROPEAN PATENT
ATTORNEYS**
Horneggstrasse 4
Postfach
8034 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 2003 191 153 US-A- 4 570 387

EP 2 394 783 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 das technische Gebiet der Fertigungstechnik und insbesondere eine spitzenlose Schleifmaschine nach Anspruch 1 und ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 16.

[0002] Beim spitzenlosen Rundschleifen wird in der Regel über oder unter den Zentren von Schleif- und Regelscheibe geschliffen. Der Tangentenwinkel in dem das Werkstück an der Schleif- und Regelscheibe anliegt liegt typischerweise zwischen 6 und 11 Grad.

[0003] Um dies zu erreichen, wird die Werkstückauflage in der Höhe verstellt. Dies geschieht zum Beispiel über einen Keil, eine Excenterwelle oder auch über eine motorisch verstellbare Achse.

[0004] Zudem muss der Diamant zum Abrichten der Regelscheibe in die Zentrumshöhe, d.h. in die Höhe der Rotationsachse des Werkstücks gebracht werden, um eine gerade Mantellinie auf der Kontakthöhe des Werkstücks mit der Regelscheibe zu erhalten. Dazu muss die Diamanthöhe der Regelscheibe zunächst verstellbar ausgelegt sein. Eine genaue Einstellung ist aber dennoch schwierig, da das Abrichten auf den Umfang versetzt durchgeführt werden muss.

[0005] Wird im Schrägeinstichverfahren gearbeitet, bei dem die Rotationsachse der Schleifscheibe nicht parallel zur Werkstückauflage und der Rotationsachse der Regelscheibe ist, muss die Auflage geneigt werden, um Verzerrungen auf einer Schulter des Werkstückes zu vermeiden oder zu minimieren.

[0006] Unabhängig vom Schleifeinstich ist das Verstellen der Auflagehöhe immer mühsam. Zudem müssen zum Erreichen einer optimalen Rundheit vorab verschiedene Höhen getestet werden. Hinzu kommt, dass die Höhe nachgestellt werden muss, wenn sich die Schleifscheibe abnutzt. Da der Raum zwischen Schleif- und Regelscheibe aber lediglich eingeschränkten Platz bietet, können Systeme zur Höhenverstellung nicht so massiv ausgebildet werden, wie dies zum Stützen eines Werkstücks nötig wäre. Bei einem Schleifen ausserhalb der Zentrumshöhe der Schleifscheibe treten deshalb beim Schrägeinstichschleifen Profilverzerrungen auf deren Schultern auf.

[0007] Dokumente JP2003-191153 und US4570387 zeigen Schleifmaschinen und Verfahren nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 16.

[0008] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Nachteile zu überwinden und eine spitzenlose Rundschleifmaschine zur Verfügung zu stellen, die eine leichte, schnelle und genaue Manipulation der Schleifeinstellungen zulässt, in deren Folge zuverlässig hochwertige Schliffe herstellbar sind, und die darüber hinaus einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist.

[0009] Diese Aufgabe wird von einer Rundschleifmaschine nach Anspruch 1 gelöst.

[0010] In völliger Abkehr von jeder bisher bekannten Lehre besteht dabei ein wesentlicher Punkt der erfindungsgemässen Rundschleifmaschine darin, dass nun-

mehr die Zentren der Schleifscheibe und des Werkstücks in einer Ebene liegen und eine Verstellung der Werkstückauflage ausschliesslich über eine - von allen anderen Bewegungen entkoppelte - Höheneinstellung der Regelscheibe vorgenommen wird. Unter dem jeweiligen Zentrum der Schleif- und Regelscheibe sowie des Werkstücks soll dabei im Folgenden der Punkt verstanden werden, der in Blickrichtung der jeweiligen Rotationsachse durch diese gebildet wird.

[0011] Dies birgt gleich eine ganze Reihe von Vorteilen, zuvorderst den, dass für die Höheneinstellung der Regelscheibe eine stabile Achse konstruiert werden kann. In der Folge kann die Zentrumshöhe des Werkstückes über das Verfahren des Zustellschlittens der Regelscheibe sehr genau verstellt werden. Dies kann insbesondere bei grossem Abschleiß, bei dem sich der Durchmesser des Werkstücks verändert, genutzt werden, um immer auf der optimale Höhe zu schleifen. Ausserdem kann der Diamant oder das rotierende Abrichtwerkzeug für die Regelscheibe auf einer festen Höhe montiert werden, da die Regelscheibe in die richtige Höhe fahrbar ist. Dabei kann die Höhe ihrer Rotationsachse sowohl oberhalb wie auch unterhalb der gemeinsamen Ebene zu liegen kommen. Da sämtliche Einstellungen über nur eine Achse, nämlich die entsprechende Lage der Rotationsachse der Regelscheibe vorgenommen werden, ist auch ein besonders einfacher Aufbau der Maschine möglich.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemässen Rundschleifmaschine sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist dabei vorgesehen, dass die Rotationsachsen der Schleif- und der Regelscheibe nicht achsparallel zueinander ausgerichtet, insbesondere zum Schrägeinstichschleifen eingerichtet sind. Einerseits ergibt sich die Notwendigkeit einer winkligen Stellung der Achsen aus dem Werkstückprofil, das z.B. einen Schrägeinstich erfordert. Andererseits aber auch aus der Art des Schleifvorgangs, wie z.B. beim Durchlaufschleifen mit einer Achse, die ein Gefälle bildend zu der anderen Achse geneigt ist. In beiden Fällen kann es vermehrt zu Profilverzerrungen kommen, die wesentlich durch Abtrag der Schleif- und/oder Regelscheibe und/oder durch Abschleiß des Werkstücks mit einem dadurch bedingten Wandern des Werkstücks aus einer ursprünglichen Lage herrühren. Die Höhenverstellbarkeit der Regelscheibe macht es nun möglich, diese Profilverzerrungen durch alleiniges Verstellen der Regelscheibe auszugleichen, womit die Vorteile des Durchlauf- wie Schrägeinstichschleifens, wie z.B. das Schleifen hoher Stückzahlen und komplexer Werkstückprofile, wesentlich einfacher nutzbar sind.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist ein motorischer Antrieb zum Verstellen der Regelscheibe vorgesehen. Grundsätzlich ist natürlich auch eine manuelle Verstellung der Regelscheibe denkbar.

[0015] Vorzugsweise ist ferner eine Recheneinheit zum automatischen Steuern des motorischen Antriebs

vorgesehen. Ein rechnergesteuerter Antrieb lässt einen bereits hohen Grad der Automatisierung zu, z. B. durch Verwendung einer CNC-(Computer Numeric Control) Steuerung. Damit werden Ungenauigkeiten einer manuellen Voreinstellung zuverlässig ausgeschlossen, womit sich die Bearbeitungsqualität der Werkstücke erhöht.

[0016] Im Einrichtbetrieb können z.B. über die CNC-Steuerung verschiedene Höhen der Regelscheibe schnell angefahren werden, um die Rundheit der Werkstücke zu optimieren. Diese optimalen Höheneinstellungen der Regelscheibe sind dabei bevorzugt an einer Speichereinheit hinterlegbar und wieder abrufbar. Da die Werte bereits an der Maschine zur Verfügung stehen, ist eine besonders schnelle Voreinstellung der Regelscheibe möglich. Diese Höheneinstellungen können auch werkstückbezogen speicherbar sein, so dass eine schnelle Umstellung auf unterschiedliche Werkstücke möglich ist. Dadurch sinkt die Bearbeitungszeit pro Werkstück, was einen raschen Durchlauf auch unterschiedlicher Chargen ermöglicht.

[0017] Ein besonders hoher Grad der Automatisierung entsteht dadurch, dass die Recheneinheit zum Abrufen optimaler Höheneinstellungen der Regelscheibe mit der Speichereinheit verbunden ist. Dadurch sinkt die üblicherweise erforderliche Rüstzeit der Maschine noch einmal erheblich, da die Regelscheibe die jeweils optimale Höheneinstellung automatisch abrufen und in der Folge anfahren kann.

[0018] Die Recheneinheit ist in bevorzugter Weise weiterhin dazu ausgelegt, Abweichungen der Rotationsachse des Werkstücks aus der gemeinsamen Ebene mit der Rotationsachse der Schleifscheibe heraus durch Verstellen der Regelscheibe zu kompensieren. Eine solche Abweichung kann durch Abtrag der Schleif- und/oder Regelscheibe und/oder durch Abschliff des Werkstücks selbst hervorgerufen werden. Dies kann dadurch kompensiert werden, indem die Recheneinheit auf Messwerte einer entsprechenden Sensorik reagiert, die ein Auswandern des Werkstücks aus seiner ursprünglichen Zentrums Lage erfasst. In der Speichereinheit sind für jede dieser Abweichungen optimale Höheneinstellungen hinterlegt, die jeweils von der Regelscheibe angefahren werden.

[0019] In bevorzugter Weise ist die Recheneinheit auch zum automatischen Abrichten der Regelscheibe an wenigstens einem Abrichtwerkzeug ausgelegt, womit sich auch der Abrichtvorgang automatisch und damit leicht, schnell und zuverlässig durchführen lässt. Dadurch sinkt die Rüstzeit der Maschine vor dem tatsächlichen Schleifvorgang.

[0020] Dabei ist es von Vorteil, wenn das wenigstens eine Abrichtwerkzeug in der gemeinsamen Ebene von der Rotationsachse der Schleifscheibe und der Rotationsachse des Werkstücks geführt ist. Dadurch erübrigen sich sämtliche Stellvorgänge in der Höhe des Werkzeugs, was einerseits die Konstruktion der Maschine vereinfacht und andererseits den Abrichtvorgang selbst besonders einfach und zuverlässig macht. Zudem ist das

Werkzeug für Wartungszwecke gut zugänglich, da es herausfahrbar zwischen der Schleif- und der Regelscheibe angeordnet ist.

[0021] Ein weiterer Vorteil entsteht, wenn das wenigstens eine Abrichtwerkzeug in einer änderbaren Lage und/oder über zusätzliche Achsen ansteuerbar und bewegbar ist. Dies erleichtert das Abrichten der Schleif- wie auch der Regelscheibe selbst auf solche Werkstückgeometrien, die sich entlang der Rotationsachse des Werkstücks stark ändern. Die Schleifmaschine ist damit auch schnell und zuverlässig auf Werkstücke einstellbar, die als eher schwierig zu schleifen gelten.

[0022] Von Vorteil ist weiterhin, wenn das wenigstens eine Abrichtwerkzeug einen Abrichtdiamanten oder ein Abrichtgerät für die Schleifscheibe und/oder einen Abrichtdiamanten oder ein Abrichtgerät für die Regelscheibe aufweist oder für die wahlweise Bestückung mit derartigen Abrichtgeräten vorbereitet ist. Der Abrichtdiamant oder das Abrichtgerät kann als erstes Abrichtwerkzeug für die Schleifscheibe und/oder als zweites Abrichtwerkzeug für die Regelscheibe zum Einsatz kommen.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält die Schleifmaschine ferner eine Kühlmittelzuführung, durch welche Kühlmittel in einen Eingriffsbereich der Schleifscheibe mit dem Werkstück bringbar ist. Hierdurch ist eine zuverlässige Kühlung gewährleistet, wodurch die Lebensdauer der Schleif- und Regelscheibe erhöht wird. Ein weiterer Vorteil dieser direkten Kühlung besteht in der Sicherstellung einer hohen thermischen Stabilität. Beispielsweise kann eine Auslassdüse der Kühlmittelzuführung an einem Gehäuse der Maschine befestigt werden. Da diese Düse dauerhaft im Schleifspalt angeordnet ist, muss deren Lage bei einer betriebsbedingten Abnahme des Durchmessers der Schleifscheibe nicht kompensiert werden.

[0024] Vorzugsweise umfasst die Schleifscheibe mehrere hintereinander auf der Rotationsachse der Schleifscheibe angeordnete Teilschleifscheiben und umfasst die Regelscheibe mehrere hintereinander auf der Rotationsachse der Regelscheibe angeordnete Teilregelscheiben. Somit können mehrere Schleifoperationen zeitgleich durchgeführt werden. Hierdurch wird die Zeitdauer zum Be- und Entladen des Werkstücks und zum Bestücken der Schleifmaschine reduziert.

[0025] Die Werkstückauflage ist dabei bevorzugt so ausgelegt, dass das Werkstück zur Durchführung sequenzieller Schleifvorgänge entlang seiner Rotationsachse sequenziell verfahrbar ist. Dazu ist die Werkstückauflage in Höhenrichtung starr und in horizontaler Richtung verfahrbar ausgelegt. Eine für den Schleifbetrieb insgesamt erforderliche Zeitspanne wird dadurch wesentlich verkürzt. Gleichzeitig wird das Beladen der Werkstücke ausserhalb des Schleifbereichs, das Abrichten (Diamantieren) der Schleif- und der Regelscheibe und auch eine Oszillation der Werkstücke unterstützt.

[0026] Vorzugsweise ist die Schleifmaschine auf einem Maschinenbett aus thermostabilem Natur-Granit aufgebaut, was eine hohe mechanische und thermische

Stabilität der Bauteile der Schleifmaschine sichergestellt.

[0027] Schliesslich wird die vorstehende Aufgabe auch durch ein Verfahren nach Anspruch 16 gelöst.

[0028] Ein wesentlicher Punkt des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass es besonders einfach durchführbar ist. Überraschenderweise ist nämlich - anders als bislang gedacht - der Schleifprozess allein durch eine kinematisch entkoppelte Verstellung der Regelscheibe steuerbar, wenn die Zentren von Schleifscheibe und Werkstück auf einer Höhe liegen, also deren Rotationsachsen eine Ebene bilden. Dadurch ist eine besonders effiziente und wirkungsvolle Prozesssteuerung möglich, die sich zudem konstruktiv einfach umsetzen lässt.

[0029] Bevorzugte Ausprägungen des erfindungsgemässen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0030] Wie bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemässen Rundschleifmaschine beschrieben, ist es von Vorteil, wenn optimale Höheneinstellungen der Rotationsachse der Regelscheibe gespeichert und wieder abgerufen werden. Dadurch stehen die entsprechenden Werte schnell zur Verfügung, was eine rasche Voreinstellung der Regelscheibe erlaubt. Zudem sind auch optimale Höheneinstellungen für unterschiedliche Werkstücke hinterlegbar, so dass ein schneller Einstellungswechsel zum Schleifen unterschiedlicher Werkstückchargen durchführbar ist.

[0031] Eine erhebliche Vereinfachung, Beschleunigung und Qualitätssteigerung des Schleifvorgangs wird dadurch erreicht, dass eine Abweichung der Rotationsachse des Werkstücks aus der gemeinsamen Ebene mit der Rotationsachse der Schleifscheibe heraus durch automatisches Verstellen der Regelscheibe kompensiert wird. Dazu können Abträge der Schleif- und/oder Regelscheibe und/oder ein Abschleiß des Werkstücks erfasst und eine zugehörige optimale Höheneinstellung der Regelscheibe berechnet oder abgerufen werden, die von der Regelscheibe angefahren werden muss, um die Abweichung des Werkstücks zu kompensieren. Die Abträge bzw. der Abschleiß können dabei durch eine Winkeländerung zwischen dem Zentrum der Regelscheibe und dem Zentrum der Schleifscheibe einerseits bzw. dem Zentrum der Regelscheibe und dem Zentrum des Werkstücks andererseits abgeleitet werden.

[0032] Wenn das Abrichtwerkzeug in der gemeinsamen Ebene der Rotationsachse der Schleifscheibe und der Rotationsachse der Regelscheibe geführt wird, entfallen Fehlereinflüsse, die durch ein höhenverstellbares Werkzeug bedingt sein können. Das Abrichtwerkzeug kann in Höhenrichtung starr gelagert sein. Da somit allein die Regelscheibe verstellt werden muss, um den Abrichtvorgang durchzuführen, kann dieser entsprechend genauer und zuverlässiger durchgeführt werden.

[0033] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigelegten Figuren im Detail erläutert. Gleiche oder gleich wirkende Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zei-

gen:

Figur 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemässen Anordnung von Schleif-, Regelscheibe und Werkstück;

Figur 2 eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf eine erfindungsgemässe erste Anordnung von Schleif-, Regelscheibe und Werkstück in geradem Einstich, und

Figur 3 eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf eine erfindungsgemässe zweite Anordnung von Schleif-, Regelscheibe und Werkstück in schrägem Einstich.

[0034] Die Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze der erfindungsgemässen Anordnung von Schleifscheibe 10, Regelscheibe 20 und Werkstück 30. Das Werkstück 30 liegt auf einer Werkstückauflage 40, die in Abstimmung mit den Dimensionen des Werkstücks 30 so bemessen und angeordnet ist, dass sich erfindungsgemäss ein Zentrum des Werkstücks 30, also seine Rotationsachse A-30 (Axis-30), in einer gemeinsamen Ebene P (Plane) mit dem Zentrum der Schleifscheibe 10, also deren Rotationsachse A-10 befindet. Zum Schleifen des Werkstücks 30 lassen sich die Schleifscheibe 10 und die Regelscheibe 20 entlang der Richtungen H-10 (Horizontal-10) bzw. H-20 dem Werkstück 30 zustellen und wieder von diesem entfernen, wenn der Schleifvorgang beendet ist. Die Scheiben 10 und 20 drehen sich beim Schleifen in den angegebenen Richtungen R-10 bzw. R-20. Ein Zentrum oder eine Rotationsachse A-20 der Regelscheibe 20 weist gegenüber der Ebene P eine erfindungsgemässe Höheneinstellung D (Displacement) auf, um die sie vertikal über die Ebene P hinaus gerückt ist. In der Figur ist die Rotationsachse A-20 der Regelscheibe 20 gegenüber der Ebene P in die Höheneinstellung D nach unten hinaus gerückt. Die Rotationsachse A-20 kann gegenüber der Ebene P jedoch auch um die Höheneinstellung D nach oben hinaus verstellt sein.

[0035] Die Regelscheibe 20 lässt sich dazu in den Richtungen V-20 verfahren, und zwar entkoppelt von den Bewegungen entlang den Richtungen H-20. Während also die Schleifscheibe 10 und das Werkstück 30 in der Höhe unveränderlich sind, werden alle zum Schleifen erforderlichen Einstellungen allein über die Regelscheibe 20 vorgenommen. Dazu gehört das erstmalige Anfahren einer gewünschten, optimalen Kontaktfläche mit dem Werkstück 30, das automatisch z.B. über einen CNC-gesteuerten motorischen Antrieb (nicht gezeigt) erfolgen kann. Dessen Steuerung kann eine Speichereinheit aufweisen, in der optimale Höheneinstellungen D abhängig von dem zu schleifenden Werkstück 30 hinterlegt und durch einen Bediener abrufbar sind. Die Speichereinheit kann zudem Höheneinstellungen D aufnehmen, die abhängig von einem Abtrag der Schleifscheibe 10 und/oder der Regelscheibe 20 und/oder durch Abschleiß des Werk-

stücks 30 anzufahren sind. Dabei können auch weitere Prozessgrößen, wie z.B. die Drehzahl und/oder Art der beiden Scheiben 10 und 20, Durchlaufgeschwindigkeit des Werkstücks 30, Art des Schleiföls, Umgebungstemperatur etc., berücksichtigt werden. Im einfachsten Fall kann dazu eine Sensorik vorgesehen sein, die ein Herauswandern des Werkstücks 30 aus seiner Lage über eine Winkeländerung zwischen dem Zentrum A-20 der Regelscheibe 20 und dem Zentrum A-10 der Schleifscheibe 10 erfasst. Die erfindungsgemässe Anordnung ist durch die alleinige Höheneinstellung der Regelscheibe 20 konstruktiv besonders leicht realisierbar, zumal im Bereich der Regelscheibe 20 genügend Platz zum Anordnen einer entsprechenden stabilen Vertikalführung samt motorischem Antrieb ist. Darüber hinaus sind alle prozessrelevanten Ein- und Nachstellungen über die Regelscheibe 20 allein durchführbar, was die Steuerung des Schleifens deutlich vereinfacht. Diese Steuerung kann zudem dazu verwendet werden, um die Regelscheibe 20 einem Abrichtwerkzeug (nicht gezeigt) zuzustellen, das sich idealerweise zwischen den Scheiben 10 und 20 in der Ebene P befindet. In der Summe lässt die erfindungsgemässe Anordnung deshalb einen besonders einfachen Aufbau einer betreffenden Schleifmaschine zu, die darüber hinaus einen hohen Automatisierungsgrad aufweist, mit der Folge deutlich leichterer, schnellerer und genauerer Bearbeitung der Werkstücke.

[0036] Die Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf eine erfindungsgemässe erste Anordnung von Schleifscheibe 10, Regelscheibe 20 und Werkstück 30 in geradem Einstich, mit den gleichen Funktionselementen wie in Figur 1. Die Figur 2 dient insbesondere der Darstellung räumlicher Aspekte der erfindungsgemässen Anordnung. So ist zu erkennen, dass das Werkstück 30 unterschiedliche Durchmesser aufweist. Ein Herauswandern des Werkstücks 30 aus einer gewünschten Zentrums Lage kann hier nur durch Abtrag der Schleifscheibe 10 und/oder der Regelscheibe 20 und/oder durch Abschleif des Werkstücks 30 selbst erfolgen. Profilverzerrungen sind bei dieser Anordnung zwar üblicherweise nicht zu erwarten. Beim Durchlaufschleifen wäre dagegen z.B. die Rotationsachse A-20 der Regelscheibe 20 leicht geneigt, um ein Gefälle herzustellen, entlang dem sich das Werkstück 30 zwischen den Scheiben 10, 20 hindurchbewegt. Bei nicht optimaler Höheneinstellung der Regelscheibe 20 käme es dabei zu Profilverzerrungen über den gesamten Umfang des Werkstücks 30 hinweg. Ein optimaler Flächenkontakt der Regelscheibe 20 zum Werkstück 30 ist erfindungsgemäss aber nun durch Verstellen einer Höheneinstellung D der Regelscheibe 20 über die Ebene P (siehe Figur 1) hinaus entlang der Richtungen V-20 möglich. Damit ist durch alleinige Verstellung der Regelscheibe 20 eine optimale Rundheit des Werkstücks 30 herstellbar, die bislang nur mühsam und zeitaufwendig durch iterative Abstimmung der Höhe der Schleifscheibe 10, der Höhe der Werkstückauflage 40 und der Höhe der Regelscheibe 20 erreichbar war.

[0037] Die Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf eine erfindungsgemässe zweite Anordnung von Schleifscheibe 10', Regelscheibe 20' und Werkstück 30' in schrägem Einstich. Auch diese Figur soll die räumlichen Aspekte der erfindungsgemässen Anordnung noch einmal verdeutlichen. Schleif- und Regelscheibe 10' und 20' werden dem Werkstück 30' dabei unter einem Winkel zwischen den Richtungen H-10' und H-20' zugestellt. Ein solcher Einstich wird insbesondere dort angewandt, wo in einem Arbeitsgang ein zylindrischer Sitz des Werkstücks 30' zusammen mit seiner/seinen Schulter(n) geschliffen werden soll. Dabei kann ein Herauswandern des Werkstücks 30' aus seiner optimalen Schleifposition, entweder durch Abtrag der Schleifscheibe 10' und/oder der Regelscheibe 20' und/oder durch Abschleif an dem Werkstück 30' selbst zu Profilverzerrungen an dessen Schultern führen. Zu Profilverzerrungen führt vor allem der Austritt der Schleifscheibe 10', welche nach der Schleifoperation auf Zentrums Höhe noch zu einem weiteren Abtrag führt.

[0038] Über die Höheneinstellung der Rotationsachse A-20' der Regelscheibe 20' in Richtungen V-20' über eine Ebene P' hinaus lässt sich dies auf besonders einfache Art und Weise vermeiden. Da die Rotationsachsen A-10' und A-30' von Schleifscheibe 10' bzw. Werkstück 30' in der Ebene P' verbleiben, ist eine einfache Steuerung des Schleifvorgangs allein über die Regelscheibe 20' möglich. Dies macht eine besonders einfache Art der Steuerung möglich, die lediglich einen Antrieb zur Höheneinstellung, bzw. Höhenverstellung der Regelscheibe 20' verlangt. Diese Steuerung kann dabei vorsehen, dass eine optimale Höheneinstellung D' der Regelscheibe 20' gegenüber der Schleifscheibe 10' und dem Werkstück 30' automatisch angefahren und auch bei sich verändernden Durchmessern der Scheiben 10', 20' und/oder des Werkstücks 30' nachgestellt wird. Dazu kann eine Sensorik vorgesehen sein, welche z.B. den Winkel zwischen einer Verbindung der Zentren A-10' und A-20' und/oder der Zentren A-30' und A-20', jeweils zur Ebene P', bestimmt. In der Figur ist die Rotationsachse A-20' der Regelscheibe 20' gegenüber der Ebene P' um die Höheneinstellung D' nach unten versetzt. Anwendungsbezogen kann die Rotationsachse A-20' gegenüber der Ebene P' aber auch um die Höheneinstellung D' nach oben versetzt sein. Zugehörige Werte optimaler Höheneinstellungen D' können in einer Speichereinheit hinterlegt sein, auf die von der Steuerung zugegriffen wird, um die Regelscheibe 20' entsprechend einzustellen. Auch im schrägen Einstich wird damit ein hoch automatisierter, schneller und qualitativ hochwertiger Schliff des Werkstücks 30' möglich, und dies ebenfalls bei einfachem und kostengünstigem Aufbau einer entsprechenden Schleifmaschine.

Patentansprüche

1. Spitzenlose Rundschleifmaschine, mit einer Schleif-

- und einer Regelscheibe (10; 20; 10', 20'), die einem Werkstück (30; 30') seitlich zustellbar sind, das zwischen diesen Scheiben (10; 20; 10', 20') haltbar ist, und mit einer in Höhenrichtung starren Werkstückauflage (40; 40') zum Ablegen des Werkstücks (30; 30'), die so angeordnet und bemessen ist, dass eine Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') und eine Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') in einer gemeinsamen Ebene (P; P') liegen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der seitlichen Zustellbarkeit der Regelscheibe (20; 20') kinematisch entkoppelte Höheneinstellung (D; D') ihrer Rotationsachse (A-20; A-20') über die Ebene (P; P') hinaus zum Positionieren der Regelscheibe (20; 20') an dem ablegbaren Werkstück (30; 30') veränderbar ist.
2. Schleifmaschine nach Anspruch 1, bei der die Rotationsachsen (A-10, A-20; A-10', A-20') der Schleif- und der Regelscheibe (10; 20; 10', 20') nicht achsparallel zueinander ausgerichtet, insbesondere zum Schrägeinstichschleifen eingerichtet sind.
 3. Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, mit einem motorischen Antrieb zum Verstellen der Regelscheibe (20; 20').
 4. Schleifmaschine nach Anspruch 3, mit einer Recheneinheit zum automatischen Steuern des motorischen Antriebs.
 5. Schleifmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Speichereinheit, an der optimale Höheneinstellungen (D; D') der Regelscheibe (20; 20') hinterlegbar und wieder abrufbar sind.
 6. Schleifmaschine nach Anspruch 5, bei der die Recheneinheit zum Abrufen optimaler Höheneinstellungen (D; D') der Regelscheibe (20; 20') mit der Speichereinheit verbunden ist.
 7. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei der die Recheneinheit ausgelegt ist, Abweichungen der Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') aus der gemeinsamen Ebene (P; P') mit der Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') heraus durch Verstellen der Regelscheibe (20; 20') zu kompensieren.
 8. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei der die Recheneinheit zum automatischen Abrichten der Regelscheibe (20; 20') an wenigstens einem Abrichtwerkzeug ausgelegt ist.
 9. Schleifmaschine nach Anspruch 8, bei der das wenigstens eine Abrichtwerkzeug in der gemeinsamen Ebene (P; P') von der Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') und der Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') geführt ist.
 10. Schleifmaschine nach Anspruch 8 oder 9, wobei das wenigstens eine Abrichtwerkzeug in einer änderbaren Lage und/oder über zusätzliche Achsen ansteuerbar und bewegbar ist.
 11. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei welcher das wenigstens eine Abrichtwerkzeug einen Abrichtdiamanten oder ein Abrichtgerät für die Schleifscheibe (10; 10') und/oder einen Abrichtdiamanten oder ein Abrichtgerät für die Regelscheibe (20; 20') aufweist oder für die wahlweise Bestückung mit derartigen Abrichtgeräten vorbereitet ist.
 12. Schleifmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner mit einer Kühlmittelzuführung, durch welche Kühlmittel in einen Eingriffsbereich der Schleifscheibe (10; 10') mit dem Werkstück (30; 30') bringbar ist.
 13. Schleifmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schleifscheibe (10; 10') mehrere hintereinander auf der Rotationsachse (A-10; A-10') angeordnete Teilschleifscheiben umfasst und die Regelscheibe (20; 20') mehrere hintereinander auf der Rotationsachse (A-20; A-20') angeordnete Teilregelscheiben umfasst.
 14. Schleifmaschine nach Anspruch 13, wobei die Werkstückauflage (40) dazu ausgelegt ist, das Werkstück (30; 30') zur Durchführung sequenzieller Schleifvorgänge entlang seiner Rotationsachse (A-30; A-30') sequenziell zu verfahren.
 15. Schleifmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Maschinenbett, das aus thermostabilem Natur-Granit aufgebaut ist.
 16. Verfahren zum spitzenlosen Schleifen eines Werkstücks (30; 30') zwischen einer Schleif- und einer Regelscheibe (10; 20; 10', 20'), bei dem das Werkstück (30; 30') derart zwischen den Scheiben angeordnet wird, dass eine Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') mit einer Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') in einer gemeinsamen Ebene (P; P') zu liegen kommt, bei dem die Schleif- (10; 10') und die Regelscheibe (20; 20') dem Werkstück (30; 30') seitlich zugestellt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Höheneinstellung (D; D') der Rotationsachse (A-20; A-20') der Regelscheibe (20; 20') über die Ebene (P; P') hinaus zum Positionieren der Regelscheibe (20; 20') an dem ablegbaren Werkstück (30; 30') verändert wird.
 17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem optimale Hö-

heneinstellungen (D; D') der Rotationsachse (A-20; A-20') der Regelscheibe (20; 20') gespeichert und wieder abgerufen werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, bei dem eine Abweichung der Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') aus der gemeinsamen Ebene (P; P') mit der Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') heraus durch automatisches Verstellen der Regelscheibe (20; 20') kompensiert wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, bei dem wenigstens ein Abrichtwerkzeug in der gemeinsamen Ebene (P; P') der Rotationsachse (A-10; A-10') der Schleifscheibe (10; 10') und der Rotationsachse (A-30; A-30') des Werkstücks (30; 30') geführt wird.

Claims

1. A centreless cylindrical grinder, with a grinding disc and a regulating disc (10, 20, 10', 20'), which can be positioned laterally to a workpiece (30; 30'), which can be held between the said discs (10, 20; 10', 20'), and with a workpiece support (40; 40') for depositing the workpiece (30; 30'), which is rigid in the height direction and arranged and dimensioned in such a manner that a rotational axis (A-30; A-30') of the workpiece (30; 30') and a rotational axis (A-10; A-10') of the grinding disc (10; 10') lie in a common plane (P; P'), **characterised in that** a height setting (D; D') of the rotational axis (A-20; A-20') of the regulating disc (20; 20'), which is kinematically decoupled from the lateral positionability thereof, can be changed beyond the plane (P; P') for positioning the regulating disc (20; 20') on the depositable workpiece (30; 30').
2. The grinder according to claim 1, in which the rotational axes (A-10, A-20; A-10', A-20') of the grinding disc and the regulating disc (10, 20; 10', 20') are not aligned axially parallel to one another, particularly for angular plunge-cut grinding.
3. The grinder according to claim 1 or 2, with a motor drive for adjusting the regulating disc (20; 20').
4. The grinder according to claim 3, with an arithmetic unit for automatically controlling the motor drive.
5. The grinder according to one of the preceding claims, with a memory unit, at which the optimum height settings (D; D') of the regulating disc (20; 20') can be stored and retrieved again.
6. The grinder according to claim 5, in which the arith-

metic unit is connected to the memory unit for retrieving optimum height settings (D; D') of the regulating disc (20; 20').

7. The grinder according to one of Claims 4 to 6, in which the arithmetic unit is designed to compensate deviations of the rotational axis (A-30; A30') of the workpiece (30; 30') from the common plane (P; P') with the rotational axis (A-10; A-10') of the grinding disc (10; 10') by adjusting the regulating disc (20; 20').
8. The grinder according to one of claims 4 to 7, in which the arithmetic unit is designed for automatically dressing the regulating disc (20; 20') on at least one dressing tool.
9. The grinder according to claim 8, in which the at least one dressing tool is guided in the common plane (P; P') of the rotational axis (A-10; A-10') of the grinding disc (10; 10') and the rotational axis (A-30; A-30') of the workpiece (30; 30').
10. The grinder according to claim 8 or 9, wherein the at least one dressing tool can be controlled and moved in a changeable position and/or via additional spindles.
11. The grinder according to one of claims 8 to 10, in which the at least one dressing tool has a dressing diamond or a dresser for the grinding disc (10; 10') and/or a dressing diamond or a dresser for the regulating disc (20; 20') or is prepared for optional equipping with dressers of this type.
12. The grinder according to one of the preceding claims, furthermore with a coolant supply, by means of which coolant can be brought to an engagement region of the grinding disc (10; 10') with the workpiece (30; 30').
13. The grinder according to one of the preceding claims, wherein the grinding disc (10; 10') comprises a plurality of partial grinding discs arranged one behind the other on the rotational axis (A-10; A-10') and the regulating disc (20; 20') comprises a plurality of partial regulating discs arranged one behind the other on the rotational axis (A-20; A-20').
14. The grinder according to claim 13, wherein the workpiece support (40) is designed to sequentially move the workpiece (30; 30') along the rotational axis (A-30; A-30') thereof to carry out sequential grinding operations.
15. The grinder according to one of the preceding claims, with a machine bed which is built from thermostable natural granite.

16. A method for the centreless grinding of a workpiece (30; 30') between a grinding disc and a regulating disc (10, 20; 10', 20'), in which the workpiece (30; 30') is arranged between the discs in such a manner that a rotational axis (A-30; A-30') of the workpiece (30; 30') comes to lie in a common plane (P; P') with a rotational axis (A-10; A-10') of the grinding disc (10; 10'), and in which the grinding disc (10; 10') and the regulating disc (20; 20') are positioned laterally to the workpiece (30; 30'), **characterised in that** a height setting (D; D') of the rotational axis (A-20; A-20') of the regulating disc (20; 20') can be changed beyond the plane (P; P') for positioning the regulating disc (20; 20') on the depositable workpiece (30; 30').
17. The method according to claim 16, in which optimum height settings (D; D') of the rotational axis (A-20; A-20') of the regulating disc (20; 20') are stored and retrieved again.
18. The method according to claim 16 or 17, in which a deviation of the rotational axis (A-30; A30') of the workpiece (30; 30') from the common plane (P; P') with the rotational axis (A-10; A10') of the grinding disc (10; 10') is compensated by automatically adjusting the regulating disc (20; 20').
19. The method according to one of claims 16 to 18, in which at least one dressing tool is guided in the common plane (P; P') of the rotational axis (A-10; A-10') of the grinding disc (10; 10') and the rotational axis (A-30; A-30') of the workpiece (30; 30').

Revendications

1. Rectifieuse cylindrique extérieure sans centre avec une meule de travail et une meule d'entraînement (10, 20; 10', 20'), qui peuvent être latéralement avancées vers une pièce (30; 30') qui peut être fixée entre ces meules (10, 20; 10', 20') et avec un porte-pièce (40; 40') fixe dans une direction en hauteur pour déposer la pièce (30; 30'), qui est disposé et dimensionné de telle sorte qu'un axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30') et un axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10') se situent dans un plan commun **caractérisée en ce qu'un** réglage de hauteur (D; D') de son axe de rotation (A-20; A-20') cinématiquement découplé par la capacité de réglage d'avance latérale de la meule d'entraînement (20; 20'), peut être modifié sur le plan (P; P') pour positionner la meule d'entraînement (20; 20') près de la pièce (30; 30') déposable.
2. Rectifieuse selon la revendication 1 pour laquelle les axes de rotation (A-10, A-20; A-10', A-20') de la meule de travail et de la meule d'entraînement (10, 20; 10', 20') ne sont pas orientés axialement parallèles

entre eux, mais disposés en particulier pour la rectification en plongée oblique.

3. Rectifieuse selon la revendication 1 ou 2 avec un organe d'entraînement motorisé pour déplacer la meule d'entraînement (20; 20').
4. Rectifieuse selon la revendication 3 avec une unité de calcul pour piloter automatiquement l'organe d'entraînement motorisé.
5. Rectifieuse selon une quelconque des revendications précédentes avec une unité de mémorisation sur laquelle des réglages de hauteur (D; D') optima de la meule d'entraînement (20; 20') peuvent être mémorisés et à nouveau appelés.
6. Rectifieuse selon la revendication 5 pour laquelle l'unité de calcul est reliée à l'unité de mémorisation pour appeler les réglages de hauteur (D; D') optima de la meule d'entraînement (20; 20').
7. Rectifieuse selon une quelconque des revendications 4 à 6 pour laquelle l'unité de calcul est conçue pour compenser les écarts de l'axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30') du plan commun (P; P') avec l'axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10') par déplacement de la meule d'entraînement (20; 20').
8. Rectifieuse selon une quelconque des revendications 4 à 7 pour laquelle l'unité de calcul est conçue pour le dressage automatique de la meule d'entraînement (20; 20') sur au moins un outil de dressage.
9. Rectifieuse selon la revendication 8 pour laquelle le au moins un outil de dressage est guidé dans le plan (P; P') commun par l'axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10') et l'axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30').
10. Rectifieuse selon la revendication 8 ou 9 pour laquelle le au moins un outil de dressage est pilotable et déplaçable dans une position modifiable et/ou sur des axes supplémentaires.
11. Rectifieuse selon une quelconque des revendications 8 à 10 pour laquelle le au moins un outil de dressage présente un diamant de dressage ou un appareil de dressage pour la meule de travail (10; 10') et/ou un diamant de dressage ou un appareil de dressage pour la meule d'entraînement (20; 20') ou est préparé pour l'équipement facultatif avec des appareils de dressage de ce type.
12. Rectifieuse selon une quelconque des revendications précédentes, en plus avec un système d'alimentation de réfrigérant par lequel du réfrigérant

peut être amené dans une zone d'attaque de la meule de travail (10; 10') avec la pièce (30; 30').

13. Rectifieuse selon une quelconque des revendications précédentes pour laquelle la meule de travail (10; 10') comprend plusieurs meules de travail partielles disposées l'une derrière l'autre sur l'axe de rotation (A-10; A-10') et la meule d'entraînement (20; 20') comprend plusieurs meules d'entraînement partielles disposées l'une derrière l'autre sur l'axe de rotation (A-20; A-20'). 5
10
14. Rectification selon la revendication 13 pour laquelle le porte-pièce (40) est conçu de manière à déplacer de façon séquentielle la pièce (30; 30') le long de son axe de rotation (A-30; A-30') pour exécuter des opérations de rectification séquentielles. 15
15. Rectifieuse selon une quelconque des revendications précédentes avec un banc de machine qui est conçu en granite naturel thermostable. 20
16. Procédé de rectification sans centre d'une pièce (30; 30') entre une meule de travail et une meule d'entraînement (10, 20; 10', 20') pour lequel la pièce (30; 30') est montée entre les meules de telle manière qu'un axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30') vient se placer dans un plan commun (P; P') avec un axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10'), pour lequel la meule de travail (10; 10') et la meule d'entraînement (20; 20') sont avancées latéralement vers la pièce (30; 30') **caractérisé en ce qu'un réglage de hauteur (D; D') de l'axe de rotation (A-20; A-20') de la meule d'entraînement (20; 20') est modifié sur le plan (P; P') pour positionner la meule d'entraînement (20; 20') près de la pièce (30; 30') déposable.** 25
30
35
17. Procédé selon la revendication 16 pour lequel des réglages de hauteur (D; D') de l'axe de rotation (A-20; A-20') de la meule d'entraînement (20; 20') sont mémorisés et à nouveau appelés. 40
18. Procédé selon la revendication 16 ou 17 pour lequel un écart de l'axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30') du plan commun (P; P') avec l'axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10') est compensé par le déplacement automatique de la meule d'entraînement (20; 20'). 45
50
19. Procédé selon une quelconque des revendications 16 à 18 pour lequel au moins un outil de dressage est guidé dans le plan commun (P; P') de l'axe de rotation (A-10; A-10') de la meule de travail (10; 10') et de l'axe de rotation (A-30; A-30') de la pièce (30; 30'). 55

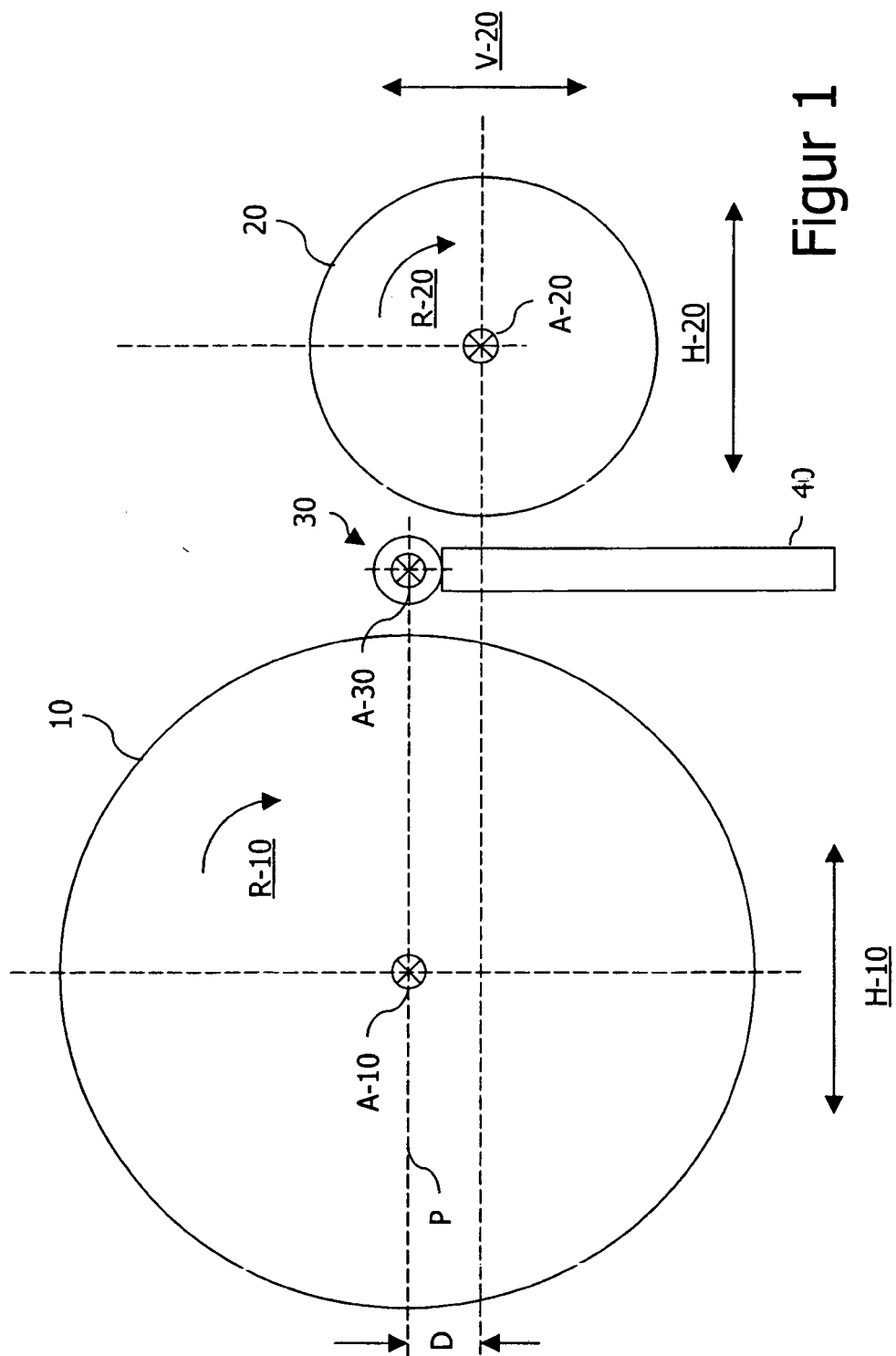
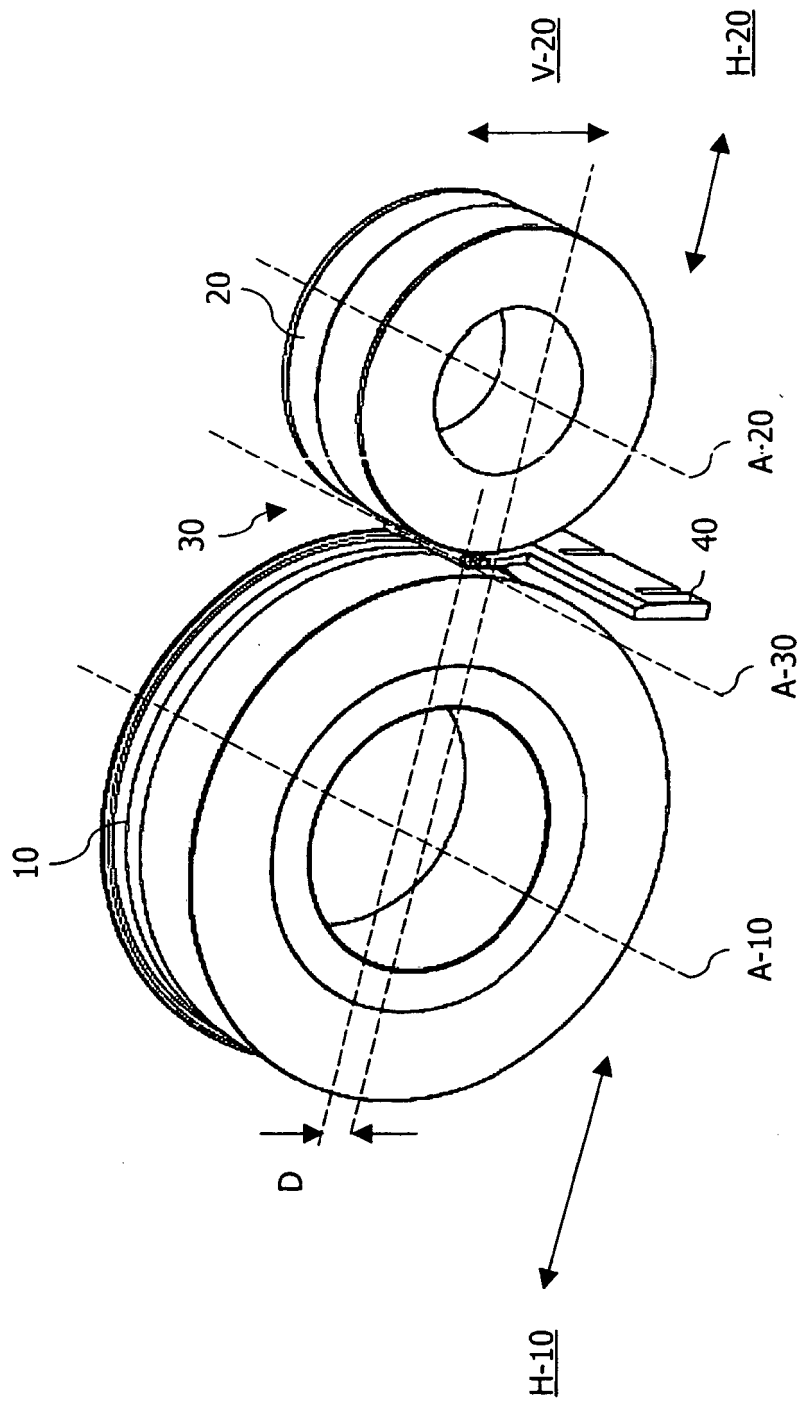


Figure 1



Figur 2

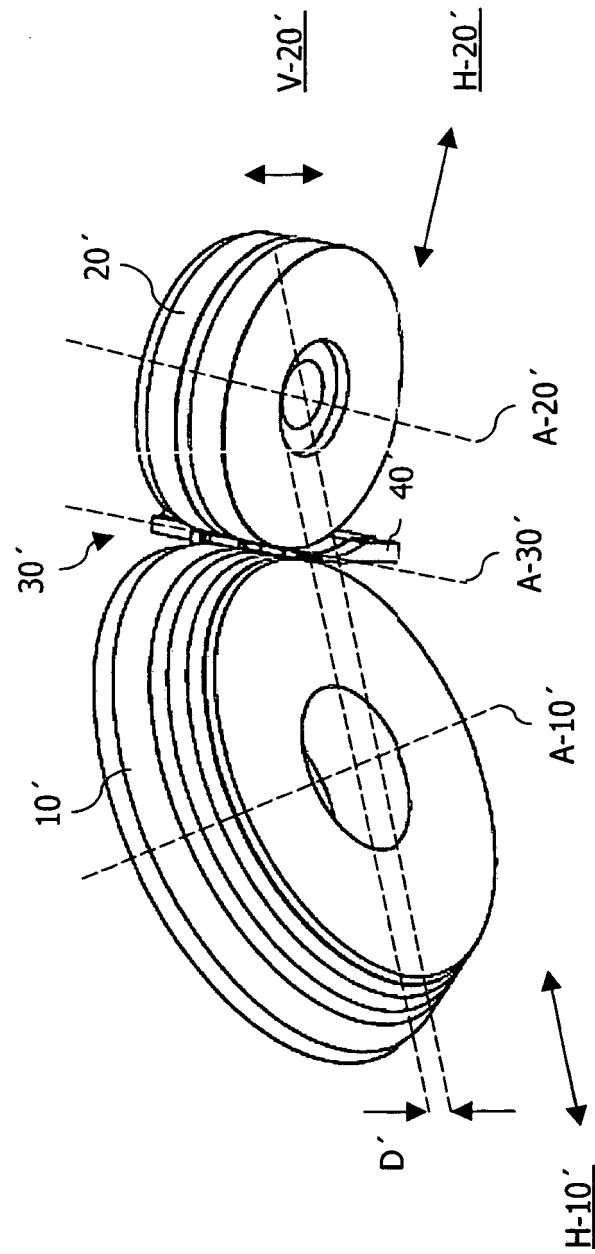


Figure 3

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

- JP 2003191153 A [0007]
- US 4570387 A [0007]