



(11) **EP 2 926 948 B9**

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe
Ansprüche DE 1
Ansprüche EN 1
Ansprüche FR 1

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24B 7/16 ^(2006.01) **B24B 7/17** ^(2006.01)
B24B 27/00 ^(2006.01) **B24B 41/00** ^(2006.01)
B24B 55/02 ^(2006.01) **B24B 55/04** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 7/167; B24B 7/17; B24B 27/0069;
B24B 41/005; B24B 55/02; B24B 55/045

(48) Corrigendum ausgegeben am:
10.07.2024 Patentblatt 2024/28

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2024 Patentblatt 2024/11

(21) Anmeldenummer: **14163070.7**

(22) Anmeldetag: **01.04.2014**

(54) **Luft-Kühlung von Schleifscheiben und Ladeteller von Federendenschleifmaschine**

Air-cooling grinding wheels and loading plate of spring end grinding machine

Refroidissement à air de meules et plateaux de rectifieuses à ressort

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.10.2015 Patentblatt 2015/41

(73) Patentinhaber: **OFFICINA MECCANICA DOMASO**
S.p.A.
22013 Domaso (IT)

(72) Erfinder: **Kunz, Gabriella**
22015 Gravedona ed Uniti (CO) (IT)

(74) Vertreter: **Meissner Bolte Partnerschaft mbB**
Patentanwälte Rechtsanwälte
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 556 217 DE-A1- 102012 201 465
DE-A1- 19 907 617 DE-U1- 202004 020 485
JP-A- 2009 279 709 US-A- 5 342 156

EP 2 926 948 B9

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 eine Schleifmaschine nach dem Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine nach dem Anspruch 22.

[0002] Schleifmaschinen werden in vielen Fertigungsprozessen in der Industrie eingesetzt, wo Oberflächen von Werkstücken spanend bearbeitet werden. Meistens sollen Flächen von vorwiegend metallischen Maschinenelementen mit bestimmten Genauigkeitsanforderungen hergestellt werden. Dabei sind besonders bei Maschinenelementen, die in großer Stückzahl hergestellt werden, eine gute Auslastung der Schleifmaschine und kurze Bearbeitungszyklen wirtschaftlich wichtig.

[0003] Während des Schleifprozesses fällt aufgrund der spanenden Abtragung des Werkstoffs Schleifstaub an, der Partikel des abgetragenen Werkstoffs und des verwendeten Schleifmittels enthält. Der Schleifstaub lagert sich teilweise in oder an der Schleifmaschine ab. Durch die verrichtete Reibungsarbeit zwischen der Oberfläche des Werkstücks und dem Schleifkörper, entsteht Wärme, die zu einer Erhitzung des Werkstücks und des Schleifkörpers über eine materialbedingte kritische Temperatur hinaus führen kann. Dadurch können thermische Beschädigungen am Werkstück auftreten. Außerdem kann es beim Schleifen zu Funkenflug, der Entstehung von gesundheitsschädlichen Dämpfen und Lärmentwicklung kommen.

[0004] Um eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit und kurze Schleifzyklen zu erfüllen, werden häufig Schleifscheiben mit harten Schleifmitteln unterschiedlich grober Körnung eingesetzt, die bei hohen Umdrehungszahlen betrieben werden können und eine hohe thermische Beständigkeit aufweisen. Durch die Kühlung der Schleifscheiben bzw. der Werkstücke sind erheblich größere Abtragsleistungen möglich, was den Schleifzyklus verkürzt und die Wirtschaftlichkeit des Schleifprozesses erhöht. Außerdem kann durch Kühlung der Schleifscheiben mit Kühlfluiden, beispielsweise Luft, Wasser, Öl oder geeigneten Kühlschmierstoffen, die Standzeit von Schleifscheiben erheblich verlängert werden. Wenn mit der Mantelfläche der zylindrisch geformten Schleifscheibe geschliffen wird, ist die Schleifzone häufig leicht zugänglich und die Zuführung des Kühlfluids kann, beispielsweise durch Eindüsung bzw. Einspritzung über Kühldüsen, einfach technisch realisiert werden. Technisch aufwendiger erweist sich die Kühlung, wenn die Schleiffläche die Grundfläche der zylindrisch geformten Schleifscheibe ist. Es ist bekannt zur Schleifscheibenkühlung Hohlräume, beispielsweise Kühlluftkanäle, in den Schleifscheiben vorzusehen, oder Kühlfluide aufgrund der Porosität des Schleifscheibenmaterials der Schleiffläche zuzuführen. Diese Maßnahmen erfordern den Einsatz teurer und speziell angefertigter Schleifscheiben, Schleifscheibenhalterungen und Schleifspindeln mit Zuführungen für das Kühlfluid.

[0005] Um eine möglichst hohe Auslastung einer Schleifmaschine zu erreichen, ist es bekannt, Schleifma-

schinen so aufzubauen, dass gleichzeitig mehrere Schritte des Fertigungsprozesses ausgeführt werden können. Beispielsweise sind Schleifmaschinen bekannt, die mit zwei verfahrbaren Ladevorrichtungen für Werkstücke ausgestattet sind, wovon eine sich zur Ausführung des Schleifprozesses in einer Schleifposition befindet, während sich die andere zum Be- bzw. Entladen in einer Ladeposition befindet, sodass nach Abschluss des Schleifprozesses die Ladevorrichtungen ohne Zeitverlust in die jeweils andere Position gefahren werden können, um dort den nächsten Fertigungsschritt auszuführen. Bei solchen Schleifmaschinen spielt die Arbeitssicherheit eine große Rolle, weil gewährleistet sein muss, dass der Schleifraum um die Schleifzone während des Schleifens aufgrund der rotierenden Schleifscheiben, der Schleifstaubentwicklung und des Funkenflugs gesichert ist, während der Laderaum zugänglich sein muss, um die Ladevorrichtung mit Werkstücken zu beladen bzw. die Werkstücke zu entladen. Weiterhin kann sich Schleifstaub ungehindert bis in den Laderaum ausbreiten, sich dort ablagern und, insbesondere bei Ablagerung an den beweglichen Teilen der Schleifmaschine, zu Funktionsbeeinträchtigung der Maschine führen.

[0006] Das Aufbauprinzip einer Schleifmaschine mit zwei Ladevorrichtungen wird beispielsweise häufig bei Federendenschleifmaschinen umgesetzt, indem zwei Ladeteller gegenüberliegend auf einem Drehtisch angebracht sind, der durch Drehung die Ladeteller zwischen einer Ladeposition und einer Schleifposition hin und her bewegen kann. Federendenschleifmaschinen werden eingesetzt, um die Enden von aus Draht gewickelten oder gewundenen Schraubenfedern planparallel zu schleifen. Die bearbeiteten Federn können im eingebauten Zustand an definierten Auflageflächen an den Federenden sauber axial belastet werden.

[0007] Die Patentanmeldung DE 102012201465 A1 nennt allgemein die Möglichkeit Frischluft in den Schleifraum einer Federendenschleifmaschine oder in die Schraubendruckfedern einzublasen. Allerdings wird dort vorgeschlagen, die Temperatur der geschliffenen Schraubendruckfedern mit Hilfe einer Wärmebildkamera zu messen. Die vorbekannte Lösung zielt insofern darauf ab, durch Temperaturüberwachung und eine temperaturabhängige Steuerung des Schleifprozesses auf aufwendige Kühlmaßnahmen verzichten zu können.

[0008] DE 10 2012 201465 A1 betrifft ein Verfahren zum Schleifen von Federenden und eine Federendenschleifmaschine. Die Temperatur der geschliffenen Schraubendruckfedern wird mithilfe einer Wärmebildkamera bestimmt. Ein Schutzschild ist vertikal verfahrbar. Zur Schleifraumkühlung und/oder Ladetellerkühlung sind typischerweise ein oder mehrere Gebläse vorgesehen. Die DE 10 2012 201465 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betrieb einer Federendenschleifmaschine, das folgende Schritte umfasst:

a) Bestücken eines auf einem Drehtisch exzentrisch drehbar gelagerten Ladetellers mit Werkstücken in

einer Ladeposition,

- b) Verfahren des Ladetellers in eine Schleifkammer in eine Schleifposition durch Drehung des Drehtisches, wobei sich die Schleifposition innerhalb der Schleifkammer befindet,
- c) Schließen einer translatorisch verschieblichen Schleifkammertür, wobei die Schleifkörper die Schleifzone einschließt,
- d) Schleifen der Werkstücke in der Schleifkammer,
- e) Öffnen der einen translatorisch verschieblichen Schleifkammertür,
- f) Verfahren des Ladetellers mit den geschliffenen Werkstücken in eine Ladeposition durch Drehung des Drehtisches,
- g) Entladen der Werkstücke aus dem Ladeteller.

[0009] US 5342156 A zeigt eine Werkzeugmaschine mit einem rotierbaren Tisch, der zwischen einer Standby-Position und einer Bearbeitungsposition hin- und herdrehbar ist.

[0010] DE 20 2004 020485 U1 beschreibt ein Fräsbearbeitungszentrum mit einem drehbar gelagerten Palettenwechsler, an den Paletten befestigt werden können und von einem Rüstplatz in eine Palettenwechselposition transportiert werden können.

[0011] DE 19907617 A1 betrifft eine Werkzeugmaschine mit um eine horizontale Achse drehbar gelagerten Schwenktischen. Zwischen den Schwenktischen ist eine Spritzschutzwand angeordnet, die Wandöffnungen 14 aufweist, welche über Schiebetüren verschließbar sind.

[0012] CH 556217 A beschreibt eine Planschleifmaschine zur Erzeugung von planparallelen Stirnflächen von Rotationskörpern.

[0013] JP 2009 279709 A betrifft das Federendenschleifen und beschäftigt sich mit der effizienten Kühlung der Federn. Es werden Kühlplatten eingesetzt, Kanäle für ein Kühlmedium aufweisen, das in einem geschlossenen Kühlkreislauf fließt.

[0014] Aus dem Zusammenspiel der Kinematik der beweglichen Teile einer beschriebenen Schleifmaschine und den auftretenden physikalischen Effekten eines Schleifprozesses, ergeben sich besondere technische Herausforderungen für den Aufbau, die Kühlungssysteme und den Betrieb einer Schleifmaschine, die im Stand der Technik noch nicht befriedigend gelöst sind.

[0015] Die vorliegende Erfindung hat deshalb die Aufgabe, eine Schleifmaschine und ein Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine mit erhöhter Produktivität, Arbeitssicherheit und Energieeffizienz bereitzustellen. Insbesondere soll die Konstruktion und die Ausstattung der Schleifmaschine im Hinblick auf die Ausbreitung von Schleifstaub und Abluft des Schleifprozesses verbessert, die Kühlwirkung erhöht, und der Verbrauch von Kühlfluid verringert werden.

[0016] Diese Aufgabe wird mit einer Schleifmaschine gemäß dem Anspruch 1 sowie einem Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine gemäß dem Anspruch 22 gelöst.

[0017] Die Aufgabe wird insbesondere durch eine Schleifmaschine, insbesondere eine Federendenschleifmaschine, gelöst, die Folgendes umfasst:

- 5 - einen um eine Drehachse drehbar gelagerten Drehtisch,
- mindestens einen Ladeteller zur Bestückung mit Werkstücken, insbesondere Schraubenfedern, der exzentrisch in dem Drehtisch um eine Drehachse drehbar gelagert ist, wobei die Drehachsen des Drehtisches und des Ladetellers parallel zueinander sind und der Ladeteller durch Drehung des Drehtisches von einer Ladeposition in eine Schleifposition verfahrbar ist,
- 10 - eine Schleifeinheit mit zwei um je eine Drehachse drehbar gelagerten Schleifscheiben, wobei die Drehachsen der Schleifscheiben im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Ladetellers sind oder eine Drehachse der Schleifscheiben verkippt zur Drehachse des Ladetellers ausgeführt ist, und wobei die Schleifscheiben mit mindestens einem Werkstück in einer Schleifzone in Schleifkontakt kommt, wenn sich der mit Werkstücken bestückte Ladeteller in einer Schleifposition befindet,
- 20 - eine innere Schleifkammer, die die Schleifzone einschließt,
- eine äußere Schleifkammer, die eine innere Schleifkammer zumindest teilweise umschließt, wobei die innere Schleifkammer mindestens eine innere Schleifkammertür aufweist, die in einem geschlossenen Zustand die äußere Schleifkammer von der Schleifzone trennt, wobei die mindestens eine innere Schleifkammertür eine erste Kühlvorrichtung aufweist, die mindestens eine Ausströmöffnung für ein Kühlfluid aufweist, die in Richtung der Schleifzone ausgerichtet ist.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

[0018] Es können mehrere Ladeteller, insbesondere drei oder vier Ladeteller, vorzugsweise aber zwei Ladeteller, vorgesehen sein, die vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Drehtisches und weiter vorzugsweise im gleichen radialen Abstand zur Drehachse des Drehtisches angeordnet sein können. Durch mehrere Ladeteller können mehrere Schritte des Bearbeitungsprozesses auf der Schleifmaschine gleichzeitig ausgeführt werden, um die Produktivität der Maschine zu erhöhen.

[0019] Der Ladeteller kann austauschbar und/oder höhenverstellbar gestaltet sein, beispielsweise durch eine axial entlang seiner Drehachse verschiebbliche Lagerung auf einer Ladetellerwelle, vorzugsweise mit einer Feder-Nut-Verbindung. Es kann ein doppel- oder mehrstöckiger Ladeteller vorgesehen sein. Vorzugsweise ist der Ladeteller kreiszylinderförmig und/oder unbegrenzt drehbar, insbesondere taktweise oder kontinuierlich um seine

Drehachse drehbar, wobei er beispielsweise durch einen Servomotor über eine Ladetellerwelle gedreht werden kann.

[0020] Die Bestückung des Ladetellers mit Werkstücken kann manuell oder maschinell vorgenommen werden, wobei unter dem Begriff "Bestückung" das Auf- bzw. Einladen von zu schleifenden Werkstücken auf oder in den Ladeteller, und optional deren lose oder feste Fixierung auf oder in dem Ladeteller, beispielsweise in vorgesehenen Aufnahmeöffnungen, Halte- oder Klemmvorrichtungen, verstanden werden kann. In oder auf dem Ladeteller kann eine Vielzahl von Werkstückaufnahmevorrichtungen vorgesehen sein. Die Werkstücke können beliebige Gestalt und Werkstoffe aufweisen, die erfindungsgemäße Schleifmaschine ist aber insbesondere zum Schleifen von Federn, vorzugsweise Schraubenfedern, weiter vorzugsweise Schraubendruckfedern, insbesondere zum Einsatz als Federendenschleifmaschine, besonders gut geeignet. Schraubendruckfedern können aus gewickeltem oder gewundenem Draht, vorzugsweise aus metallischen Werkstoffen, hergestellt sein. Schraubendruckfedern können beispielsweise zylindrisch, konisch, oder doppelt konisch sein und unterschiedliche Durchmesser und/oder Längen haben.

[0021] Durch die exzentrische Lagerung im Drehtisch, also eine Lagerung außerhalb der Drehachse des Drehtisches, bewegt sich die Drehachse des Ladetellers bei Drehung des Drehtisches entlang einer Kreisbahn um die Drehachse des Drehtisches. Durch diese Anordnung kann der Ladeteller zwischen einer Ladeposition und einer Schleifposition verfahren werden. Unter einer "Ladeposition" kann eine Stellung der Drehachse des Ladetellers relativ zur Schleifmaschine verstanden werden, in der der Ladeteller mit Werkstücken bestückt werden kann, oder Werkstücke aus oder von dem Ladeteller entnommen bzw. von ihm heruntergenommen werden können. Wenn sich der Ladeteller in einer Ladeposition befindet, kann also ein Be- und Entladen des Ladetellers stattfinden. Unter einer "Schleifposition" kann eine Stellung der Drehachse des Ladetellers relativ zur Schleifmaschine verstanden werden, in welcher der Ladeteller relativ zur Schleifeinheit so positioniert ist, dass mindestens ein gegebenenfalls geladenes Werkstück mit den zwei Schleifscheiben in Schleifkontakt kommen kann. Wenn sich der Ladeteller in einer Schleifposition befindet, kann also ein Werkstück geschliffen werden. Vorzugsweise sind genau eine Ladeposition und genau eine Schleifposition diametral gegenüberliegend und im gleichen radialen Abstand zur Drehachse des Drehtisches vorgesehen. Eine Lade- und Schleifposition des Ladetellers ist über die Stellung der Drehachse relativ zur Schleifmaschine definiert. Der Ladeteller könnte in einer Ladeposition und/oder Schleifposition um seine eigene Drehachse gedreht werden. Die Drehung des Drehtisches kann beispielsweise durch einen Servomotor umgesetzt sein. Die Verfahrung eines Ladetellers kann beispielsweise realisiert werden, indem der Drehtisch immer um eine halbe Drehung, also um 180°, weiterrotiert

wird, wenn der Ladeteller seine Position von der Schleif- in die Ladeposition, oder umgekehrt, wechseln soll. Es können aber auch andere Drehintervalle vorgesehen sein, beispielsweise 120° oder 90°. Es wäre ebenfalls möglich die Drehrichtung des Drehtisches zwischen einer Positionsverfahrung des Ladetellers umzukehren.

[0022] Durch die Drehung des Drehtisches und eine gegebenenfalls überlagerte Drehung des Ladetellers um seine eigene Drehachse ergibt sich eine Bewegungsbahn des Ladetellers. Die Umfangskontur des Ladetellers beschreibt eine, vorzugsweise kreisförmige, Außenbahn des Ladetellers, die sich aus dem Abstand der Drehachse des Ladetellers von der Drehachse des Drehtisches und dem Radius des, vorzugsweise kreisförmigen, Ladetellers ergibt. Unter parallelen Drehachsen kann eine Parallelität im Rahmen der Fertigungstoleranzen angenommen werden. Die Drehachse der zwei Schleifscheiben kann aber auch geringfügig verkippt zur Drehachse des Ladetellers ausgeführt sein, beispielsweise um im Betrieb der Schleifmaschine im Durchlaufschleifverfahren den Schleifabtrag einzustellen.

[0023] Die, vorzugsweise kreiszylinderförmige, drehbare Schleifscheibe kann, beispielsweise über eine angetriebene Schleifspindel, in Rotation um ihre Drehachse versetzt werden. Außerdem kann eine Schleifscheibenkühlung vorgesehen sein, die beispielsweise in die Schleifscheibe, vorzugsweise als ein Zentrifugalkühlsystem, oder die Schleifeinheit integriert sein kann.

[0024] Unter dem Begriff "Schleifkontakt" kann eine Berührung der Oberfläche des zu schleifenden Werkstückes mit einer Schleiffläche der Schleifscheibe verstanden werden. Dabei herrscht im Schleifkontakt zwischen dem Werkstück und der Schleifscheibe ein Schleifdruck, der den Abrieb während des Schleifprozesses, und damit die Entstehung von Schleifstaub und Reibungswärme, mitbestimmt. Andere wichtige Parameter sind beispielsweise die Umdrehungsgeschwindigkeit und -richtung des Ladetellers und der Schleifscheiben, die Materialpaarung Werkstoff-Schleifscheibe, sowie der Einsatz von Kühlschmiermitteln und die vorgesehene Kühlung der Werkstücke und/oder der Schleifscheibe.

[0025] Unter dem Begriff "Schleifzone" kann der räumliche Bereich verstanden werden, in dem ein Schleifkontakt zustande kommt. Die Schleifzone kann als die Gesamtheit der begrenzten zweidimensionalen Kontaktflächen zwischen mindestens einem Werkstück und einer Schleiffläche der zwei Schleifscheiben verstanden werden. Die Schleifzone kann aber auch als ein dreidimensionaler Bereich verstanden werden, in dem es während des Schleifprozesses zum Schleifkontakt kommt. Die Schleifzone kann den räumlichen Bereich umfassen, in dem es während des Schleifens zur Entwicklung von Schleifstaub und/oder Abluft und/oder Lärm und/oder Wärme und/oder Funkenflug aufgrund eines Schleifkontaktes kommen kann.

[0026] Die Begriffe "innen" und "außen" können in Bezug auf die Schleifzone verstanden werden. Dabei kann beispielsweise eine "innere" Komponente einen geringe-

ren Abstand zur Schleifzone haben als eine "äußere" Komponente der Schleifmaschine. "Innen" kann also als "räumlich näher an der Schleifzone oder um die Schleifzone" verstanden werden, wobei "außen" im Gegensatz dazu als "weiter weg von der Schleifzone" verstanden werden kann. Die Begriffe "oben" und "unten" können auf die Lage relativ zum Ladeteller in Richtung der Drehachse des Ladetellers verstanden werden. Der Drehtisch befindet sich demzufolge unterhalb des Ladetellers.

[0027] Die innere Schleifkammer schließt die Schleifzone ein, wobei die innere Schleifkammer dabei nicht komplett nach außen räumlich abgeschlossen sein muss bzw. die Schleifzone nicht vollständig dicht, insbesondere luft- oder staubdicht, eingeschlossen sein muss. Die innere Schleifkammer stellt einen zumindest größtenteils schließbaren Raum dar, der geometrisch nicht näher bestimmt ist, aber so ausgebildet ist, dass sich die Schleifzone komplett innerhalb der inneren Schleifkammer befindet. Die äußere Schleifkammer schließt die innere Schleifkammer zumindest teilweise ein, wobei die äußere Schleifkammer - weder zur äußeren Umgebung hin, noch zur inneren Schleifkammer hin - kein komplett abgeschlossener, insbesondere luftdichter, Raum sein muss. Die geschlossene innere Schleifkammertür muss beide Kammern nicht komplett voneinander abtrennen, in dem Sinn, dass überhaupt keine bauliche Verbindung mehr zwischen beiden Kammern besteht. Das Merkmal, dass die innere Schleifkammer mindestens eine innere Schleifkammertür aufweist, die in einem geschlossenen Zustand die äußere Schleifkammer von der Schleifzone trennt, ist insofern im vorgenannten Sinne zu verstehen, nämlich dass zumindest in funktioneller Hinsicht die innere Schleifkammer von der äußeren Schleifkammer im Hinblick auf die Zielsetzungen Arbeitssicherheit und/oder Begrenzung des Kühlluftstroms und/oder Schleifstaub-Ausbreitung abgetrennt ist, ohne dass eine vollständige Abtrennung gegeben sein muss. Beispielsweise könnten durchaus schmale Spalte oder indirekte verwinkelte Durchgänge zwischen beiden Kammern, oder in die Umgebung der Schleifmaschine bestehen. Begrenzungsflächen der inneren und äußeren Schleifkammer können so angeordnet sein, dass im geschlossenen Zustand der mindestens einen Schleifkammertür im Wesentlichen kein Schleifstaub und/oder keine Abluft und/oder keine Funken, höchstens nur wenig Schleifstaub und/oder Abluft und/oder wenige Funken, aus der inneren Schleifkammer nach außen, insbesondere in die äußere Schleifkammer, dringen kann. Die räumliche Begrenzung der inneren und äußeren Schleifkammern kann durch Oberflächen verschiedener Komponenten der Schleifmaschine gegeben sein. Die äußere Schleifkammer kann mehrteilig, vorzugsweise zweiteilig gestaltet sein, wobei Abschnitte von Begrenzungswandelementen der inneren und äußeren Schleifkammern zusammenfallen können.

[0028] Eine solche erfindungsgemäße Schleifmaschine hat den Vorteil, dass durch einen Aufbau der Schleifmaschine mit zwei Kammern die Ausbreitung von

Schleifstaub und/oder Abluft und/oder Funken und/oder Wärme und/oder Lärm räumlich, nämlich im Wesentlichen auf den Bereich innerhalb der inneren Schleifkammer, begrenzt, oder zumindest reduziert werden kann. Dadurch verringern sich Ablagerungen von Staub an Maschinenteilen, die zu Funktionsbeeinträchtigungen der Schleifmaschine führen können. Die Luftströmung innerhalb der Schleifkammern kann dahingehend optimiert werden, dass Schleifstaub und Abluft besser aus der Schleifzone ausgetragen werden. Weiterhin können Kühlvorrichtungen in der inneren Schleifkammer gezielt auf die Schleifzone ausgerichtet werden. Dies kann zur besseren Produktivität und höheren Energieeffizienz der Maschine beitragen. Durch zwei Kammern wird die Arbeitssicherheit erhöht, weil zum einen weniger Staub und/oder Abluft und/oder Funken zu einem Bediener der Maschine nach außen dringen können, und zum anderen rotierende Teile wie Ladeteller und Schleifscheiben nicht frei zugänglich sind, wenn zumindest eine von beiden Kammern geschlossen ist.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine ist die mindestens eine innere Schleifkammertür schwenkbar, wobei deren Schwenkachse vorzugsweise parallel zur Drehachse des Drehtisches ist. Die Schwenkachse könnte auch anders ausgerichtet sein, beispielsweise senkrecht zur Drehachse des Drehtisches. Die innere Schleifkammertür könnte beispielsweise als Flügeltür um die Türoberkante, oder beispielsweise um einen Drehpunkt, insbesondere eine untere oder obere Türecke, schwenkbar sein. Alternativ wäre es ebenfalls denkbar, die innere Schleifkammertür translatorisch verschieblich zu gestalten, beispielsweise als Schiebetür, oder als vertikal bewegbares Tor. Eine Ausführung als schwenkbare innere Schleifkammertür hat den Vorteil, dass die konstruktive Umsetzung einfach ist und dass, insbesondere wenn die Schwenkachse parallel zur Drehachse des Drehtisches verläuft, eine geringe Bauhöhe der Schleifmaschine möglich ist.

[0030] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine weist die innere Schleifkammertür eine Türunterkante, die mit unteren Begrenzungsflächen der inneren Schleifkammer bündig abschließt, und/oder eine Türoberkante auf, die mit oberen Begrenzungsflächen der inneren Schleifkammer bündig abschließt. Dabei könnte ein schmaler Spalt zwischen den Begrenzungsflächen und den Türkanten verbleiben, beispielsweise um eine Verklebung der inneren Schleifkammertür bei ihrer Verschwenkung zu verhindern. Dies hat den Vorteil, dass im geöffneten Zustand der inneren Schleifkammertür eine Türöffnung ohne Türschwelle bzw. ohne Türrahmen entstehen kann. Dadurch kann der Ladeteller Türöffnung hindurch verfahren werden. Außerdem ergibt sich durch die Bündigkeit eine Abdichtung zwischen der äußeren und der inneren Schleifkammer, die beispielsweise durch die Anbringung von Dichtlippen entlang der Türunterkante und/oder Türoberkante weiter verbessert werden könnte.

[0031] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine wird eine untere Begrenzungsfläche der inneren Schleifkammer, insbesondere ein Teil der unteren Begrenzungsfläche, durch eine Oberfläche des Drehtisches gebildet. Durch diese konstruktive Maßnahme kann der Drehtisch zum Abschluss der inneren Schleifkammer nach unten genutzt werden.

[0032] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine sind zwei schwenkbare innere Schleifkammertüren vorgesehen, die vorzugsweise zu einer Mittelebene der Schleifmaschine symmetrisch angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass der Ladeteller durch die innere Schleifkammer hindurch gefahren werden kann, insbesondere dadurch, dass der Drehtisch in nur eine Richtung drehbar ausgeführt sein muss.

[0033] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine werden seitliche Begrenzungsflächen der inneren Schleifkammer durch Türinnenflächen zweier innerer Schleifkammertüren gebildet, die im geschlossenen Zustand aneinander oder an weitere Begrenzungswandelemente der inneren Schleifkammer bündig anschließen. Es wäre denkbar, dass Türseitenkanten, die parallel zur Schwenkachse verlaufen, vorzugsweise ohne weitere Begrenzungswandelemente dazwischen, miteinander bündig abschließen. Dies würde beispielsweise eine enge Umschließung des Ladetellers durch die Türinnenflächen ermöglichen. Durch die Bündigkeit kann eine Abdichtung zwischen der äußeren und der inneren Schleifkammer erreicht werden, die beispielsweise durch die Anbringung von Dichtlippen entlang der Türseitenkanten weiter verbessert werden könnte.

[0034] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine werden seitliche Begrenzungsflächen der inneren Schleifkammer durch Seitenflächen von Drehwandelementen gebildet, die auf dem Drehtisch relativ zum Drehtisch fest angebracht sind. Insbesondere können seitliche Begrenzungsflächen durch Seitenflächen von in Umfangsrichtung des Drehtisches ausgerichteten ersten Drehwandelementen und/oder in Radialrichtung des Drehtisches ausgerichteten zweiten Drehwandelementen gebildet. Diese zweiten Drehwandelemente könnten als radial verschiebbliche Schiebetüren ausgeführt sein. Die konstruktive Ausführung der inneren Schleifkammer mit Drehwandelementen hat den Vorteil, dass diese Wandelemente nicht extra weg bewegt werden müssen, beispielsweise durch gesonderte Antriebe, wenn der Ladeteller verfahren wird. Eine Kollision mit dem Ladeteller kann auf diese Weise bereits konstruktiv ausgeschlossen werden. Dadurch werden der Aufbau der Schleifmaschine und ihre Steuerung einfacher und günstiger. Durch eine Ausführung der zweiten Drehwandelemente als Schiebetür, könnte die innere Schleifkammer frontal zugänglich gestaltet werden, beispielsweise um Schleifscheiben zu wechseln, einzustellen, oder um sonstige Wartungsarbeiten innerhalb der inneren Schleifkammer vornehmen zu können.

nen.

[0035] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine sind der Ladeteller und die mindestens eine innere Schleifkammertür so angeordnet und aufeinander abgestimmt, dass im geöffneten Zustand der mindestens einen inneren Schleifkammertür ein Ladeteller an der inneren Schleifkammertür vorbei

- aus einer Ladeposition außerhalb der inneren Schleifkammer in eine Schleifposition innerhalb der inneren Schleifkammer, und/oder

- aus einer Schleifposition innerhalb der inneren Schleifkammer, in eine Ladeposition außerhalb der inneren Schleifkammer, verfahrbar.

[0036] Auf diese Weise können die Vorteile des Aufbaus der Schleifmaschine mit einer inneren und einer äußeren Schleifkammer, insbesondere im Hinblick auf eine erhöhte Arbeitssicherheit, im Zusammenhang mit einer höheren Produktivität der Schleifmaschine durch die Verfahrbarkeit des Ladetellers, insbesondere von zwei Ladetellern, ausgenutzt werden.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine weist die äußere Schleifkammer mindestens einen Türflügelraum auf, in den der Türflügel einer schwenkbaren inneren Schleifkammertür im geöffneten Zustand einschwenken kann. Solche Türflügelräume könnten zum Beispiel seitenschiffartig in einer äußeren Schleifkammer mit beispielsweise zylindrischer Grundform gestaltet sein. Mit dieser konstruktiven Maßnahme könnte erreicht werden, dass die äußere Schleifkammer als ein zumindest seitlich abgeschlossener Raum ausgeführt werden kann, der auch bei geöffneten inneren Schleifkammertüren im Wesentlichen dicht ist und eine erhöhte Arbeitssicherheit bietet.

[0038] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine weist die äußere Schleifkammer, vorzugsweise schwenkbare, äußere Schleifkammertüren auf, an denen, im geöffneten Zustand dieser äußeren Schleifkammertüren, ein Ladeteller an einer äußeren Schleifkammertür vorbei

- aus einer Ladeposition außerhalb der äußeren Schleifkammer in eine Schleifposition innerhalb der äußeren Schleifkammer, und/oder

- aus einer Schleifposition innerhalb der äußeren Schleifkammer in eine Ladeposition außerhalb der äußeren Schleifkammer verfahrbar ist.

[0039] Durch äußere Schleifkammertüren wird die Arbeitssicherheit der Schleifmaschine erhöht, weil auch bei geöffneten inneren Schleifkammertüren die Schleifzone von außen nicht zugänglich ist. Weiter vorteilhaft, kann durch die Verfahrbarkeit des Ladetellers, insbesondere von zwei Ladetellern, kann eine höhere Produktivität der Schleifmaschine erreicht werden.

[0040] Bei der Schleifmaschine weist die mindestens eine innere Schleifkammertür eine erste Kühlvorrichtung auf, beispielsweise zur Kühlung von Werkstücken. Die Kühlvorrichtung kann in die innere Schleifkammertür integriert oder an der inneren Schleifkammertür angebracht sein. Vorzugsweise befindet sich die erste Kühlvorrichtung im geschlossenen Zustand der inneren Schleifkammertür näher an der Schleifzone als im geöffneten Zustand. Durch die Ausstattung der inneren Schleifkammertür mit einer Kühlvorrichtung kann beispielsweise innerhalb der inneren Schleifkammer eine effizientere, insbesondere räumlich gezieltere, Kühlung der Werkstücke, des Ladetellers oder der Schleifscheiben vorgenommen werden.

[0041] Erfindungsgemäß weist die erste Kühlvorrichtung mindestens eine Ausströmöffnung für ein Kühlfluid, vorzugsweise Kühlluft, auf. Die Ausströmöffnung ist in Richtung der Schleifzone ausgerichtet. Beispielsweise ist eine Luftkühlung technisch einfach umzusetzen, weil das Kühlfluid nicht aufgefangen werden muss. Es ist prinzipiell aber auch eine Wasserkühlung, oder eine Ölkühlung vorstellbar. Durch eine Ausrichtung der Ausströmöffnung, insbesondere der Kühlluftströmung, bzw. des Kühlfluidstrahls, auf die Schleifzone, kann Kühlfluid an die Stellen strömen, an denen die Wärme während des Schleifprozesses entsteht.

[0042] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine weist die erste Kühlvorrichtung eine Einströmöffnung für ein Kühlfluid, vorzugsweise Kühlluft, auf, die im geschlossenen Zustand der inneren Schleifkammertür mit einer Zuführöffnung für das Kühlfluid, die in einer oberen oder unteren Begrenzungsfläche der inneren Schleifkammer ausgebildet ist, zusammenfällt. Unter "zusammenfallen" kann in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass die Zuführöffnung mit der Einströmöffnung im geschlossenen Zustand der inneren Schleifkammertür in Deckung kommt. Die erste Kühlvorrichtung könnte also so gestaltet sein, dass bei geschlossener innerer Schleifkammertür die Einströmöffnung im Wesentlichen auf, also beispielsweise genau unmittelbar über oder unter, der Zuführöffnung zu liegen kommt, wobei die Einströmöffnung und die Zuführöffnung im Wesentlichen dicht miteinander abschließen könnten. Dabei wären beliebige Formen der beiden Öffnungen denkbar, beispielsweise kreisrunde Öffnungen mit identischem Durchmesser.

[0043] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine ist die Einströmöffnung bündig mit der Türoberkante der inneren Schleifkammertür ausgebildet. Die Einströmöffnung könnte also mit ihrer Umfangskontur im Wesentlichen in einer Ebene mit der Türoberseite ausgebildet sein.

[0044] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine ist die Ausströmöffnung mit der Einströmöffnung über einen in die innere Schleifkammertür integrierten Leitungsabschnitt, insbesondere ein parallel zur Schwenkachse der inneren Schleifkammertür verlaufendes Rohr, verbunden. Der

Leitungsabschnitt könnte innerhalb der inneren Schleifkammertür, an einer der Außenseiten der Türflügel oder -kanten, insbesondere entlang der Türvorderkante, entlang der Schwenkachse, oder, beispielsweise abschnittsweise, in einem Abstand zur inneren Schleifkammertür, verlaufen. Der Leitungsabschnitt könnte mit der inneren Schleifkammertür einteilig ausgeführt sein, oder als separates Element an der inneren Schleifkammertür befestigt sein. Dabei muss der Leitungsabschnitt weder ausschließlich vertikal oder gerade verlaufen, sondern kann auch schräg oder geschwungen sein. Vorzugsweise ist der Leitungsabschnitt als ein kreisrundes Rohr ausgeführt, könnte aber beispielsweise auch als ein Schlauch oder ein Kanal, oder mit anderen Querschnitten, insbesondere veränderlichen Querschnitten, vorgesehen sein. Durch einen Leitungsabschnitt kann das Kühlfluid von der Einströmöffnung zur Ausströmöffnung geleitet werden, von wo es, beispielsweise über einen Verteilungskanal, vorzugsweise möglichst gezielt beispielsweise in Richtung der Schleifzone oder zum Ladeteller ausströmen kann.

[0045] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine ist die Ausströmöffnung an oder entlang der Türunterkante der inneren Schleifkammertür, insbesondere als Belüftungsschlitz entlang der inneren Türunterkante ausgebildet. Auf diese Weise kann eine Verteilung des Kühlfluids über eine gewisse Breite erreicht werden, wodurch ein größerer Bereich, vorzugsweise innerhalb der inneren Schleifkammer gekühlt werden kann. Insbesondere könnte das Kühlfluid besonders gut in die schmale Schleifzone eingeblasen werden, um die Werkstücke zu kühlen, die sich darin befinden, oder gerade aus der Schleifzone ausgetreten sind. Ein Belüftungsschlitz auf Höhe der Türunterkante wäre besonders vorteilhaft, um - bedingt durch die Verwendung von zwei Schleifscheiben - Kühlluft in die Schleifzone zwischen der Unterseite des Ladetellers und der Oberseite der unteren Schleifscheibe einzublasen. Auf diese Weise könnten die Werkstücke an ihrer Unterseite gekühlt werden.

[0046] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schleifmaschine weist die mindestens eine innere Schleifkammertür einen Türflügel auf, der zur Schleifzone hin gekrümmt ist und/oder in Richtung senkrecht zur Schwenkachse einen Knick aufweist. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass im geschlossenen Zustand der inneren Schleifkammertür ein Abstand zwischen der Schleifzone und der Türinnenfläche der inneren Schleifkammertür möglichst gering ist. Beispielsweise könnte bei einer Positionierung der Schwenkachse außerhalb der Außenbahn des Ladetellers durch einen Knick, oder eine Abwinklung, im Profil des Türflügels, beispielsweise von etwa 90°, erreicht werden, dass die Ausströmöffnung im geschlossenen Zustand der inneren Schleifkammertür möglichst nahe an der Schleifzone liegt. Durch eine Krümmung des Profils der inneren Schleifkammertür könnte sich die Ausströmöffnung beispielsweise möglichst gut an die Umfangskontur des La-

detellers anschmiegen. Der Vorteil dieser Maßnahmen ist, dass die Kühlleistung der ersten Kühlvorrichtung weiter verbessert werden kann.

[0047] Weiterhin wird eine nicht erfindungsgemäße Schleifmaschine, insbesondere eine Federendenschleifmaschine, beschrieben, die Folgendes umfasst:

- einen um eine Drehachse drehbar gelagerten Drehtisch,
- mindestens einen Ladeteller zur Bestückung mit Werkstücken, insbesondere Schraubenfedern, der exzentrisch in dem Drehtisch um eine Drehachse drehbar gelagert ist, wobei die Drehachsen des Drehtisches und des Ladetellers parallel zueinander sind und der Ladeteller durch Drehung des Drehtisches von einer Ladeposition in eine Schleifposition verfahrbar ist,
- eine Schleifeinheit mit mindestens einer um eine Drehachse drehbar gelagerten Schleifscheibe, wobei die Drehachse der Schleifscheibe im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Ladetellers ist und die Schleifscheibe mit mindestens einem Werkstück in einer Schleifzone in Schleifkontakt kommt, wenn sich der mit Werkstücken bestückte Ladeteller in einer Schleifposition befindet,
- ein Gehäuse, an dem mindestens eine zweite Kühlvorrichtung mit einer Ausströmvorrichtung für ein Kühlfluid angebracht ist, wobei die Position der Ausströmvorrichtung in Richtung der Drehachse des Ladetellers mittels einer Höheneinstelleinrichtung veränderbar ist.

[0048] Das Gehäuse könnte mit dem Teil der Schleifmaschine verbunden sein, in dem der Drehtisch gelagert ist, beispielsweise einem Maschinenfundament oder -fuß, oder als separate Komponente der Schleifmaschine ausgeführt sein. Beispielsweise könnte das Gehäuse die Schleifeinheit umgeben, bzw. die Schleifeinheit könnte in dem Gehäuse gelagert sein. Der Begriff "Höhe" kann als die Richtung der Drehachse des Ladetellers verstanden werden. Dementsprechend ergeben sich obere und untere Positionen in Höhenrichtung. Die Höheneinstelleinrichtung ist dazu ausgelegt, die Höhe der zweiten Kühlvorrichtung zu verändern, insbesondere einzustellen.

[0049] Der Vorteil einer solchen Schleifmaschine ist, dass durch die veränderbare Höhe der Ausströmvorrichtung, insbesondere deren Höheneinstellbarkeit, die Kühlung auf die jeweilige Konfiguration der Schleifmaschine angepasst werden kann. Zum Beispiel könnte im Falle einer vorangegangenen Höhenverstellung des Ladetellers, beispielsweise aufgrund einer veränderten Werkstückgeometrie, die zweite Kühlvorrichtung durch eine entsprechende Höheneinstelleinrichtung der Ausströmvorrichtung an diese Konfiguration der Schleifmaschine angepasst werden. Außerdem könnte die Möglichkeit zur

Höheneinstellbarkeit der Ausströmvorrichtung in Bezug auf die Kinematik der Schleifmaschine, insbesondere der Bewegungsbahnen der Ladeteller, vorteilhaft genutzt werden, um die Kühlung der Werkstücke oder der Schleifscheiben, insbesondere der Schleifzone, zu verbessern. Dies kann die Produktivität und die Energieeffizienz der Schleifmaschine erhöhen.

[0050] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine ist die Höheneinstelleinrichtung derart ausgebildet und angeordnet, dass die Ausströmvorrichtung aus der bzw. in die Bewegungsbahn des Ladetellers bewegt werden kann. Die Bewegungsbahn des Ladetellers ergibt sich durch die Drehung des Drehtisches und eine gegebenenfalls überlagerte Drehung des Ladetellers, sowie aus der Geometrie des Ladetellers. Die Ausströmvorrichtung kann in die Bewegungsbahn des Ladetellers hinein, also in eine Position, in der es zu einer Kollision mit dem Ladeteller und/oder ggf. geladenen Werkstücken kommen könnte, und aus der Bewegungsbahn heraus, also in eine Position, in der eine Kollision kinematisch ausgeschlossen ist, bewegt werden. Auf diese Weise wird zum einen eine Beschädigung der Schleifmaschine vermieden. Vor Allem kann die zweite Kühlvorrichtung aber zwischenzeitlich in solche Positionen bewegt werden, die für die Kühlung zwar vorteilhaft wären, aber zu einer Kollision mit dem Ladeteller führen würden, wenn dieser entlang seiner Bewegungsbahn verfahren wird.

[0051] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine ist die Ausströmvorrichtung radial außerhalb der Umfangskontur des Ladetellers, wenn sich der Ladeteller in einer Schleifposition befindet, angeordnet. Durch diese Anordnung der Ausströmvorrichtung kann erreicht werden, dass die Ausströmvorrichtung seitlich neben dem Ladeteller bis unter die Oberkante des Ladetellers abgesenkt werden könnte. Dadurch könnte das Kühlfluid besser, insbesondere von den Seiten der Schleifzone her, der Schleifzone zugeführt werden und dadurch eine wirkungsvollere und effizientere Kühlung erzielt werden.

[0052] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine umfasst die Höheneinstelleinrichtung einen Antrieb zur Verstellung der Ausströmvorrichtung. Der Antrieb könnte beispielsweise ein pneumatischer oder elektromotorischer Antrieb sein, insbesondere einen Linearmotor umfassen. Der Antrieb könnte über eine, insbesondere programmierbare, Steuerung zum Einstellen der Höhe der Ausströmvorrichtung dienen.

[0053] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine ist die Ausströmvorrichtung zwischen

- einer oberen Position, in der die Unterkante der Ausströmvorrichtung oberhalb der Werkstückoberkante des mit Werkstücken bestückten Ladetellers positioniert ist, und
- einer unteren Position, in der die Unterkante der Ausströmvorrichtung unterhalb der Werkstückoberkan-

te des mit Werkstücken bestückten Ladetellers positioniert ist, verfahrbar.

[0054] Die Ausströmvorrichtung könnte in der unteren Position somit in Höhen unterhalb der Oberkante der Werkstücke verfahren werden, beispielsweise auf die Höhe der Schleifzone. Dadurch könnten neben den Oberseiten der Werkstücke auch die Unterseiten der Werkstücke mit der zweiten Kühlvorrichtung gekühlt werden. Das Kühlfluid kann nahe an die Werkstücken aus der Ausströmvorrichtung ausströmen und so zu einer verbesserten Kühlung beitragen. Beispielsweise nach einem Schleifprozess, könnte die Ausströmvorrichtung in die obere Position verfahren werden, damit die Werkstücke und der Ladeteller unter der Unterkante der Ausströmvorrichtung vorbeifahren, beispielsweise in eine Ladeposition.

[0055] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine weist die Ausströmvorrichtung eine, vorzugsweise einstellbare, Düse mit einer Ausströmöffnung auf, wobei die Ausströmöffnung vorzugsweise in Richtung der Schleifzone ausgerichtet ist. Die Düse könnte manuell oder automatisch einstellbar ausgebildet sein. Insbesondere können mehrere Düsen vorgesehen sein, die jeweils unterschiedlich ausgerichtet oder einstellbar sein könnten. Es wäre auch denkbar die Düse in Richtung des Ladetellers, der sich in einer Schleifposition befindet, auszurichten, um Werkstücke zu kühlen oder zu säubern, insbesondere abzublasen, die die Schleifzone bereits verlassen haben. Die Kühlwirkung der zweiten Kühlvorrichtung kann durch eine Beschleunigung, Umlenkung und Ausrichtung der Kühlfluidströmung durch eine Düse weiter verbessert werden.

[0056] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine liegt die Ausströmöffnung in der unteren Position der Ausströmvorrichtung im Wesentlichen auf Höhe der Schleifzone. Die Schleifzone kann dabei - bedingt durch die Verwendung von zwei Schleifscheiben - zwischen der Unterseite des Ladetellers und der Oberseite der unteren Schleifscheibe sein, oder zwischen der Oberseite des Ladetellers und der Unterseite der oberen Schleifscheibe sein. Die Ausströmöffnung könnte also auf Höhe der Werkstückunterseiten oder der Werkstückoberseiten liegen. Auf diese Weise könnten die Werkstücke an ihrer Unterseite und/oder Oberseite gekühlt werden. Vorzugsweise sollen mit der zweiten Kühlvorrichtung die Werkstückoberseiten gekühlt werden.

[0057] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine weist die zweite Kühlvorrichtung eine Teleskoprohrleitung zur Zuführung von Kühlluft mit einem ersten Zuführungsrohr und einem zweiten Zuführungsrohr auf, die achsparallel zur Drehachse des Ladetellers ineinander verschieblich angeordnet sind. Das Durchmesser Verhältnis von erstem zu zweitem Zuführungsrohr kann größer als 1 oder kleiner als 1 sein, und ist so zu wählen, dass die Zuführungsrohre miteinander im Wesentlichen dicht abschließen. Die Teleskoprohrleitung kann beliebige Querschnittsformen haben. Es kann

auch eine mehrteilige Teleskoprohrleitung mit mehr als zwei Zuführungsrohren vorgesehen sein. Alternativ zu einer Teleskoprohrleitung könnte auch ein längenveränderlicher, insbesondere elastischer, Schlauch verwendet werden.

[0058] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine ist das erste Zuführungsrohr an dem Gehäuse und das zweite Zuführungsrohr an einem Schlitten der Höheneinstelleinrichtung befestigt, der achsparallel zur Drehachse des Ladetellers verschieblich gelagert und, vorzugsweise mittels des Antriebs, verfahrbar ist. Die Lagerung des Schlittens erfolgt vorzugsweise am Gehäuse. Der Schlitten könnte der Bewegung der Ausströmvorrichtung in Richtung der Drehachse des Ladetellers folgen, beispielsweise indem er in Führungsschienen seitlich am Gehäuse geführt wird.

[0059] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine wird dem ersten Zuführungsrohr Kühlluft aus einer Kühlluftversorgungseinheit zugeleitet und mündet das zweite Zuführungsrohr in die Ausströmvorrichtung. Die Kühlluftversorgungseinheit kann beispielsweise ein am Gehäuse angebrachter Lüfter, insbesondere ein Gebläse, sein oder eine separate Kühlluftversorgungseinheit an die die Schleifmaschine angeschlossen ist.

[0060] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine sind zwei Kühlvorrichtungen vorgesehen, die vorzugsweise zu einer Mittelachse der Schleifmaschine symmetrisch angeordnet sind. Auf diese Weise kann die Kühlleistung weiter erhöht werden, und gleichmäßig auf beiden Seiten der Schleifzone wirken.

[0061] Weiterhin wird eine nicht erfindungsgemäße Schleifmaschine beschrieben, die Folgendes umfasst:

- einen um eine Drehachse drehbar gelagerten Drehtisch,
- mindestens einen Ladeteller zur Bestückung mit Werkstücken, insbesondere Schraubenfedern, der exzentrisch in dem Drehtisch um eine Drehachse drehbar gelagert ist, wobei die Drehachsen des Drehtisches und des Ladetellers parallel zueinander sind und der Ladeteller durch Drehung des Drehtisches von einer Ladeposition in eine Schleifposition verfahrbar ist,
- eine Schleifeinheit mit mindestens einer um eine Drehachse drehbar gelagerten Schleifscheibe, wobei die Drehachse der Schleifscheibe im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Ladetellers ist und die Schleifscheibe mit mindestens einem Werkstück in einer Schleifzone in Schleifkontakt kommt, wenn sich der mit Werkstücken bestückte Ladeteller in einer Schleifposition befindet,
- mindestens eine dritte Kühlvorrichtung mit je mindestens einer Ausströmvorrichtung für ein Kühlfluid, wobei die dritte Kühlvorrichtung am Drehtisch, ins-

besondere relativ zum Drehtisch fest, angebracht ist.

[0062] Es wäre es denkbar, dass die dritte Kühlvorrichtung eine Komponente eines Kühlsystems ist, wobei nicht alle Komponenten dieses Kühlsystems in einem mitdrehenden Bezugssystem des Drehtisches angeordnet sein müssen. Beispielsweise könnte eine Kühlluftversorgungseinheit oder ein Zuleitungssystem für Kühlluft, insbesondere komplett oder abschnittsweise, in einem feststehenden Bezugssystem, insbesondere außerhalb des Drehtisches, angeordnet sein. Die dritte Kühlvorrichtung ist zwar am Drehtisch angebracht, kann aber durchaus noch Freiheitsgrade aufweisen. Die dritte Kühlvorrichtung könnte in dem Sinne als relativ zum Drehtisch feststehend angesehen werden, dass sie, insbesondere als Ganzes betrachtet, im drehenden Bezugssystem des Drehtisches mitdreht. Sie könnte also beispielsweise mindestens in Richtung der Drehachse des Drehtisches beweglich sein, oder entsprechend bewegliche Komponenten aufweisen. Insbesondere könnten einzelne Teile der dritten Kühlvorrichtung, beispielsweise Abschnitte einer Leitung, Steuerelemente wie beispielsweise Düsen, Kühlluftzufuhrklappen oder Ventile, oder Bedienelemente durchaus relativ zum Drehtisch beweglich, vorzugsweise verstell- oder einstellbar, sein, oder bewegliche Teile aufweisen. Insbesondere könnte die Ausströmvorrichtung relativ zum Drehtisch bewegliche, vorzugsweise verstell- oder einstellbare, Teile aufweisen.

[0063] Eine solche Schleifmaschine hat den Vorteil, dass Kühlung durch ein Kühlfluid, beispielsweise der Werkstücke oder der Ladeteller, an relativ zum Drehtisch festen Stellen unabhängig von der Stellung des Drehtisches erfolgen kann. Dadurch kann die Kühlleistung verbessert werden. Dies kann die Produktivität und die Energieeffizienz der Schleifmaschine erhöhen.

[0064] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine weist die dritte Kühlvorrichtung

- eine Einströmöffnung für ein Kühlfluid auf und
- eine Zuführöffnung für das Kühlfluid ist in einem Begrenzungswandelement einer äußeren Schleifkammer, die den Drehtisch zumindest teilweise umgibt, ausgebildet,
- und die Einströmöffnung fällt mit der Zuführöffnung zusammen, wenn der Drehtisch so gedreht ist, dass sich der Ladeteller in einer Schleifposition befindet.

[0065] Unter "zusammenfallen" kann in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass die Zuführöffnung mit der Einströmöffnung in Deckung kommt, wenn sich der Ladeteller in einer Schleifposition befindet. Die dritte Kühlvorrichtung könnte also so gestaltet sein, dass die Einströmöffnung im Wesentlichen auf, also beispielsweise genau unmittelbar über oder unter, der Zuführöffnung zu liegen kommt, wenn sich der Ladeteller in einer

Schleifposition befindet, wobei die Einströmöffnung und die Zuführöffnung im Wesentlichen dicht miteinander abschließen könnten. Dabei wären beliebige Formen der beiden Öffnungen denkbar, beispielsweise kreisrunde Öffnungen mit identischem Durchmesser. Falls in einer Schleifmaschine mehrere Schleifkammern vorgesehen sind, beispielsweise eine äußere und eine innere Schleifkammer, könnte die Zuführöffnung für das Kühlfluid in einem Begrenzungswandelement jeder dieser Schleifkammern, insbesondere auch der inneren Schleifkammer, ausgebildet sein. Falls nur eine Schleifkammer vorgesehen ist, könnte die äußere Schleifkammer dieser einen Schleifkammer entsprechen.

[0066] Auf diese Weise ist es möglich, die dritte Kühlvorrichtung über eine Zuführöffnung von außerhalb der äußeren Schleifkammer mit Kühlluft zu versorgen. Dadurch könnten sich die Anzahl der Komponenten des Kühlsystems der Schleifmaschine reduzieren lassen, insbesondere die Anzahl der Teile des Kühlsystems, die auf dem Drehtisch angebracht sind. Eine verbesserte Kühlung wird so in konstruktiv einfacher Weise ermöglicht.

[0067] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine umfasst die dritte Kühlvorrichtung einen ggf. einstückig oder mehrstückig ausgebildeten Leitungsabschnitt, dessen eines Ende die Einströmöffnung ausbildet und dessen anderes Ende in die Ausströmvorrichtung mündet, wobei die Ausströmvorrichtung eine Ausströmöffnung aufweist. Die Ausströmöffnung ist vorzugsweise im Wesentlichen im gleichen Abstand in Richtung der Drehachse des Ladetellers vom Drehtisch wie der Ladeteller ausgeführt. Die Ausströmöffnung befindet sich also vorzugsweise auf Höhe des Ladetellers, insbesondere auf der Höhe einer Werkstückunterkante. Es wäre allerdings auch denkbar, die Ausströmöffnung auf Höhe einer Werkstückoberkante auszuführen, oder mehrere Ausströmöffnungen in verschiedenen Höhen oder Positionen auszuführen.

[0068] Vorzugsweise ist der Leitungsabschnitt als ein kreisrundes Rohr, weiter vorzugsweise als ein vertikal verlaufendes Rohr ausgeführt, könnte aber beispielsweise auch als ein Schlauch oder ein Kanal, oder mit anderen Querschnitten, insbesondere veränderlichen Querschnitten, vorgesehen sein. Der Leitungsabschnitt muss nicht ausschließlich vertikal oder gerade verlaufen, sondern kann auch schräg oder geschwungen sein. Die Ausströmvorrichtung könnte weiterhin so ausgeführt sein, dass die Ausströmöffnung sich in den Bereich über dem Ladeteller befindet, insbesondere in diesen Bereich hineinragt, um beispielsweise Werkstücke, die bereits aus der Schleifzone ausgetreten sind, in Form einer Kühlluft-dusche von oben mit Kühlluft anzuströmen. Durch einen Leitungsabschnitt kann das Kühlfluid von der Einströmöffnung zur Ausströmöffnung geleitet werden, von wo es vorzugsweise möglichst gezielt beispielsweise in Richtung der Werkstücke oder des Ladetellers ausströmen kann. Die Kühlwirkung und Effizienz der dritten Kühlvorrichtung wird auf diese Weise weiter verbessert.

[0069] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine weist die Ausströmvorrichtung eine, vorzugsweise einstellbare, Düse mit einer Ausströmöffnung auf, wobei die Ausströmöffnung vorzugsweise auf den Ladeteller ausgerichtet ist. Die Düse könnte manuell oder automatisch einstellbar ausgebildet sein. Insbesondere können mehrere Düsen vorgesehen sein, die jeweils unterschiedlich ausgerichtet oder einstellbar sein könnten. Werkstücke in oder auf dem Ladeteller könnten mithilfe der Düse gekühlt oder gesäubert, insbesondere abgeblasen werden, auch wenn die Schleifzone bereits verlassen haben. Die Kühlwirkung der dritten Kühlvorrichtung kann durch eine Beschleunigung, Umlenkung und Ausrichtung der Kühlfluidströmung durch eine Düse weiter verbessert werden.

[0070] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine ist die dritte Kühlvorrichtung mit einem Drehwandelement, das auf dem Drehtisch relativ zum Drehtisch fest angebracht ist, fest verbunden. Beispielsweise könnten Drehwandelemente auf dem Drehtisch angebracht sein, um eine seitliche Begrenzungsfläche einer äußeren oder inneren Schleifkammer zu bilden. Drehwandelemente könnten in Umfangsrichtung des Drehtisches ausgerichtet und/oder in Radialrichtung des Drehtisches ausgerichtet sein. Vorzugsweise sind Drehwandelemente so auf dem Drehtisch angebracht, dass sie in radialer Richtung durch die Drehachse verlaufen. Insbesondere radial ausgerichtete Drehwandelemente könnten als radial verschiebbliche Schiebetüren ausgeführt sein. Die Verbindung der dritten Kühlvorrichtung an einem Drehwandelement erfolgt vorzugsweise über Befestigungsmittel am Leitungsabschnitt, beispielsweise über eine Rohrschelle, oder eine geschraubte oder geschweißte Flanschverbindung. Es wäre aber auch denkbar, die dritte Kühlvorrichtung unmittelbar, beispielsweise mit der Unterseite der Ausströmöffnung an dem Drehtisch zu befestigen. Insbesondere könnte der Leitungsabschnitt in ein Drehwandelement integriert, oder einteilig mit diesem ausgeführt sein. Eine Verbindung der dritten Kühlvorrichtung mit einem Drehwandelement bietet sich an, falls ein solches Drehwandelement sowieso vorgesehen ist, beispielsweise, um die direkte frontale Zugänglichkeit der Schleifzone aus Gründen der Arbeitssicherheit durch Drehwandelemente zu verhindern.

[0071] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine sind zwei Kühlvorrichtungen vorzugsweise symmetrisch zu einer Verbindungslinie zwischen den Drehachsen des Drehtisches und des Ladetellers angeordnet. Auf diese Weise kann die Kühlleistung weiter erhöht werden, und gleichmäßig auf beiden Seiten des Ladetellers wirken.

[0072] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine sind genau zwei Paare von Kühlvorrichtungen mit je einer ersten und einer zweiten Einströmöffnung vorgesehen, wobei jeweils die beiden ersten Einströmöffnungen und die beiden zweiten Einströmöffnungen punktsymmetrisch zur Drehachse des Drehtisches angeordnet sind. Insbesondere können die Kühlvorrich-

tungspaare symmetrisch zu einem radial verlaufenden Drehwandelement angeordnet sein. Auf diese Weise könnten - insbesondere bei der Verwendung von zwei Ladetellern - immer die Einströmöffnungen einer der beiden Paare von Kühlvorrichtungen mit den Zuführöffnungen zusammenfallen, wenn sich einer der beiden Ladeteller in einer Schleifposition befindet. Es kann eine Kühlung durch die Kühlvorrichtungen während des Schleifprozesses insbesondere für beide Ladeteller gewährleistet werden, wenn diese sich in der Schleifposition befinden. Insbesondere kann eine Versorgung mit Kühlluft über die Zuführöffnungen immer desjenigen Kühlvorrichtungspaares sichergestellt sein, das auf der Seite des Drehtisches angeordnet ist, deren Ladeteller sich gerade in der Schleifposition befindet. Nach einer Drehung des Drehtisches könnte das jeweils andere Kühlvorrichtungspaar mit seinen Einströmöffnungen mit den Zuführöffnungen zusammenfallen. Eine Anordnung mit zwei Kühlvorrichtungspaaren hat den Vorteil, dass die Produktivität der Schleifmaschine - insbesondere bei der Verwendung von zwei Ladetellern -, insbesondere durch eine besser an die Kinematik der Schleifmaschine angepasste Kühlung, gesteigert werden kann.

[0073] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Schleifmaschine werden die Zuführöffnungen über ein Zuleitungssystem, insbesondere von außerhalb der äußeren Schleifkammer, von einer Kühlluftversorgungseinheit mit Kühlluft versorgt. Die Kühlluftversorgungseinheit kann beispielsweise ein an der Schleifmaschine angebrachter Lüfter, insbesondere ein Gebläse, sein, oder eine separate Kühlluftversorgungseinheit an die die Schleifmaschine angeschlossen ist. Die Zuführöffnungen könnten auch von außerhalb einer inneren Schleifkammer mit Kühlluft versorgt werden, falls eine innere Schleifkammer vorgesehen ist. Das Zuleitungssystem könnte Rohre, Schläuche oder Kanäle umfassen, und insbesondere aus mehreren Abschnitten zusammengesetzt sein.

[0074] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, sind vierte Kühlvorrichtungen mit Ausströmöffnungen in die Außenwand der äußeren Schleifkammer integriert, wobei die Ausströmöffnungen als Belüftungsschlitze ausgeführt sind, die insbesondere entlang einer unteren Begrenzungsfläche der äußeren Schleifkammer verlaufen, über die der äußeren Schleifkammer Kühlluft zugeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass, insbesondere bei geöffneten inneren Schleifkammertüren einer inneren Schleifkammer, eine zusätzliche Kühlvorrichtung zur Verfügung steht, die die Kühlleistung weiter verbessern kann. Beispielsweise könnten die Werkstücke in oder auf einem Ladeteller gekühlt oder gesäubert, insbesondere abgeblasen werden, während der Ladeteller von einer Schleifposition in eine Ladeposition verfahren wird.

[0075] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, werden Zuführöffnungen zu Kühlvorrichtungen, beispielsweise in inneren und/oder äußeren Schleifkam-

mern, über ein gemeinsames Zuleitungssystem, insbesondere mit Verzweigungsrohrelementen, mit Kühlluft aus einer Kühlluftversorgungseinheit versorgt. Insbesondere Kühlvorrichtungen in innern Schleifkammerrinnen und auf dem Drehtisch befestigte Kühlvorrichtungen könnten über gemeinsame Rohrverzweigungselemente von außen mit Kühlluft versorgt werden. Auf diese Weise muss nicht für jede Kühlvorrichtung eine eigene Kühlluftversorgungseinheit, beispielsweise ein Lüfter oder ein Gebläse, bereitgestellt werden. Die Kühlung kann dadurch effizienter und wirtschaftlicher werden.

[0076] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, ist vorgesehen, dass der Volumenstrom der Kühlluft durch die Ausströmöffnungen, vorzugsweise über Ventile bzw. Kühlluftzufuhrklappen im Zuleitungssystem und/oder Leitungsabschnitten, weiter vorzugsweise für jede der Ausströmöffnungen individuell, einstellbar, insbesondere regelbar, ist. Beispielsweise könnte die Kühlluftzufuhr an das Stadium des Schleifprozesses angepasst werden, oder an die Konfiguration der Schleifmaschine, insbesondere an die Position der Ladeteller. Wenn sich ein Ladeteller gerade nicht in einer Schleifposition befindet, könnte, insbesondere durch Kühlluftzufuhrklappen, die Kühlluftzufuhr reduziert oder abgeschaltet werden. Insbesondere ist ein Verfahren denkbar, das vorzugsweise von einer Steuereinheit automatisch gesteuert wird, bei dem zu Beginn des Schleifens die Kühlluftzufuhr zu Kühlvorrichtungen durch die Regelung von Kühlluftzufuhrklappen eingeschaltet oder erhöht werden und am Ende des Schleifens die Kühlluftzufuhr zu Kühlvorrichtungen durch die Regelung von Kühlluftzufuhrklappen ausgeschaltet oder reduziert werden. Dadurch kann die Energieeffizienz der Schleifmaschine weiter erhöht werden.

[0077] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, ist die Schleifzone auf einen radialen Überlappungsbereich der mindestens einen, vorzugsweise kreiszylinderförmigen, Schleifscheibe mit einem, vorzugsweise kreiszylinderförmigen, Ladeteller, der sich in einer Schleifposition befindet, begrenzt.

[0078] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, erstreckt sich die Schleifzone zwischen einer dem Ladeteller zugewandten Grundfläche der zwei Schleifscheiben und einer Grundfläche eines Ladetellers.

[0079] Erfindungsgemäß umfasst die Schleifeinheit zwei drehbar gelagerte Schleifscheiben, die insbesondere Werkstücke gleichzeitig jeweils mit einem Teil ihrer dem Ladeteller zugewandten Grundfläche schleifen, wenn der Ladeteller sich in einer Schleifposition befindet. Damit kann ein doppelseitiges Planschleifverfahren für Schraubendruckfedern mit der Schleifmaschine ausgeführt werden, das zum Planparallelschleifen von Federenden von Schraubendruckfedern häufig eingesetzt

wird.

[0080] In einer vorteilhaften Weiterbildung einer der Schleifmaschinen, insbesondere Federendenschleifmaschinen, ist die mindestens eine Schleifscheibe entlang ihrer Drehachse verschieblich gelagert, insbesondere in ihrem axialen Abstand zu einem Ladeteller veränderlich einstellbar, insbesondere automatisch zustellbar. Auf diese Weise können unterschiedlich lange Werkstücke, insbesondere Schraubendruckfedern, in der der Schleifmaschine geschliffen werden. Außerdem kann der vorgesehene Abtrag an einem Werkstück durch Zustellung der Schleifscheiben, insbesondere während des Schleifprozesses, insbesondere über die Einstellung des Schleifdrucks beim Schleifen von Federn, eingestellt werden.

[0081] Die genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine gelöst, das folgende Schritte umfasst:

a) Bestücken eines auf einem Drehtisch exzentrisch drehbar gelagerten Ladetellers mit Werkstücken in einer Ladeposition,

b) Verfahren des Ladetellers in eine äußere Schleifkammer in eine Schleifposition durch Drehung des Drehtisches, wobei die äußere Schleifkammer eine innere Schleifkammer zumindest teilweise umschließt und sich die Schleifposition innerhalb der inneren Schleifkammer befindet,

c) Schließen mindestens einer schwenkbaren oder translatorisch verschieblichen inneren Schleifkammertür, sodass eine innere Schleifkammer von der äußeren Schleifkammer räumlich abgetrennt wird, wobei die mindestens eine innere Schleifkammertür eine erste Kühlvorrichtung aufweist, die mindestens eine Ausströmöffnung für ein Kühlfluid aufweist, die in Richtung einer Schleifzone ausgerichtet ist, wobei die innere Schleifkammer die Schleifzone einschließt,

d) Schleifen der Werkstücke in der inneren Schleifkammer,

e) Öffnen der mindestens einen schwenkbaren oder translatorisch verschieblichen inneren Schleifkammertür,

f) Verfahren des Ladetellers mit den geschliffenen Werkstücken in eine Ladeposition durch Drehung des Drehtisches,

g) Entladen der Werkstücke aus dem Ladeteller.

[0082] Durch ein solches erfindungsgemäßes Verfahren kann die Ausbreitung von Schleifstaub und/oder Abluft und/oder Funken und/oder Wärme und/oder Lärm räumlich, nämlich im Wesentlichen auf den Bereich in-

nerhalb der inneren Schleifkammer, begrenzt, oder zumindest reduziert werden. Dadurch verringern sich Ablagerungen von Staub an Maschinenteilen, die zu Funktionsbeeinträchtigungen der Schleifmaschine führen können. Die Luftströmung innerhalb der Schleifkammern kann, insbesondere bei geschlossenen inneren Schleifkammertüren, dahingehend optimiert sein, dass Schleifstaub und Abluft besser aus der Schleifzone ausgetragen werden. Dies kann zur besseren Produktivität und höheren Energieeffizienz der Maschine beitragen. Durch das Schließen von inneren Schleifkammertüren wird die Arbeitssicherheit erhöht, weil zum einen weniger Staub und/oder Abluft und/oder Funken zu einem Bediener der Maschine nach außen dringen können, und zum anderen rotierende Teile wie Ladeteller und Schleifscheiben nicht frei zugänglich sind, wenn zumindest eine von beiden Kammern geschlossen ist.

[0083] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Schleifen der Werkstücke in mehreren nacheinander geschalteten Schleifschritten durchgeführt, wobei während eines Grobschleifschritts die mindestens eine innere Schleifkammertür geschlossen ist und während eines Feinschleifschritts, in dem beispielsweise weniger Schleifstaub anfällt als im Grobschleifschritt, bereits geöffnet wird. Auf diese Weise kann die Produktivität der Schleifmaschine weiter erhöht werden, weil am Ende des kompletten Schleifprozesses, also des Grobschleifschritts und des Feinschleifschritts, nicht gewartet werden muss, bis die inneren Schleifkammertüren geöffnet sind, damit der Ladeteller aus der Schleifposition in die Ladeposition fahren kann. Weiterhin könnte die Arbeitssicherheit erhöht werden, falls zusätzlich äußere Schleifkammertüren der äußeren Schleifkammer vorgesehen sind, die während der Öffnung der inneren Schleifkammertüren noch geschlossen sind, wobei rotierende Teile wie Ladeteller und Schleifscheiben auch bei geöffneten inneren Schleifkammertüren für einen Bediener der Schleifmaschine nicht frei zugänglich wären.

[0084] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zu Beginn des Grobschleifschritts die Kühlluftzufuhr zu ersten Kühlvorrichtungen der inneren Schleifkammertüren, vorzugsweise durch Öffnen von Kühlluftzufuhrklappen, eingeschaltet oder erhöht und am Ende des Grobschleifschritts die Kühlluftzufuhr zu ersten Kühlvorrichtungen der inneren Schleifkammertüren, vorzugsweise durch Schließen von Kühlluftzufuhrklappen, ausgeschaltet oder reduziert wird. Auf diese Weise kann die Kühlung von Werkstücken und/oder Ladetellern verbessert werden. Dies kann zur besseren Produktivität und höheren Energieeffizienz der Schleifmaschine beitragen.

[0085] Weiterhin wird ein nicht erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine beschrieben, das Folgende Schritte umfasst:

- a) Bestücken eines auf einem Drehtisch exzentrisch drehbar gelagerten Ladetellers mit Werkstücken in

einer Ladeposition ,

- b) Verfahren des Ladetellers in eine Schleifposition durch Drehung des Drehtisches,

- c) Absenken einer Kühlvorrichtung, insbesondere einer Düse für Kühlluft, in eine untere Position im Bereich der Höhe des Ladetellers,

- d) Schleifen der Werkstücke,

- e) Anheben der Kühlvorrichtung in eine obere Position , in der der Ladeteller mit Werkstücken an dem unteren Ende der Kühlvorrichtung vorbeifahren kann,

- f) Verfahren des Ladetellers mit den geschliffenen Werkstücken in eine Ladeposition durch Drehung des Drehtisches,

- g) Entladen der Werkstücke aus dem Ladeteller.

[0086] Ein solches Verfahren hat den Vorteil, dass Werkstücke und/oder Ladeteller besser gekühlt werden können, insbesondere indem die Kühlvorrichtung bis in den Bereich der Bewegungsbahn des Ladetellers abgesenkt wird. Durch das Anheben der Kühlvorrichtung nach dem Schleifen, kann eine Kollision mit dem Ladeteller vermieden werden, wenn dieser aus der Schleifposition in die Ladeposition verfahren wird. Die Kühlung kann dadurch gezielter erfolgen. Dies kann zur besseren Produktivität und höheren Energieeffizienz der Schleifmaschine beitragen.

[0087] Weiterhin wird ein nicht erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine beschrieben, das Folgende Schritte umfasst:

- a) Bestücken eines auf einem Drehtisch exzentrisch drehbar gelagerten Ladetellers mit Werkstücken in einer Ladeposition,

- b) Verfahren des Ladetellers in eine Schleifposition durch Drehung des Drehtisches, sodass Einströmöffnungen einer Kühlvorrichtung, die am Drehtisch angebracht ist, mit Zuführöffnungen in einer äußeren Schleifkammer zusammenfallen,

- c) Erhöhung der Kühlluftzufuhr zu der Kühlvorrichtung, vorzugsweise durch Öffnen von Kühlluftzufuhrklappen, sodass ein mit Werkstücken bestückter Ladeteller, insbesondere durch eine Düse für Kühlluft, gekühlt wird,

- d) Schleifen der Werkstücke,

- e) Reduktion der Kühlluftzufuhr zu der Kühlvorrichtung, vorzugsweise durch Schließen von Kühlluftzufuhrklappen,

f) Verfahren des Ladetellers mit den geschliffenen Werkstücken in eine Ladeposition durch Drehung des Drehtisches,

g) Entladen der Werkstücke aus dem Ladeteller.

[0088] Ein solches Verfahren hat den Vorteil, dass am Drehtisch angebrachte, insbesondere mitrotierende Kühlvorrichtungen, effizient eingesetzt werden können, um eine Kühlung durch ein Kühlfluid, beispielsweise der Werkstücke oder der Ladeteller, an relativ zum Drehtisch festen Stellen zu bewirken. Dadurch kann die Kühlleistung verbessert werden. Durch eine Berücksichtigung der Stellung des Drehtisches für die Regelung der Kühlluftzufuhr, könnte das wirkungslose Ausblasen von Kühlluft, beispielsweise wenn die Einströmöffnungen gerade nicht mit den Zuführöffnungen zusammenfallen, vermieden werden. Dadurch kann die Energieeffizienz der Schleifmaschine erhöht werden.

[0089] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1a eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine mit inneren Schleifkammertüren in einer Seitenansicht,

Figur 1b eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schleifmaschine nach Figur 1a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,

Figur 1c eine schematische Darstellung mehrerer Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen inneren Schleifkammertür nach Figur 1a mit einer ersten Kühlvorrichtung in einer Seitenansicht und mehreren Varianten einer Draufsicht für je eine Ausführungsform,

Figur 2a eine schematische Darstellung einer Schleifmaschine mit einer zusätzlichen zweiten Kühlvorrichtung in einer Seitenansicht,

Figur 2b eine schematische Darstellung der Schleifmaschine nach Figur 2a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,

Figur 3a eine schematische Darstellung einer Schleifmaschine mit einer zusätzlichen dritten Kühlvorrichtung in einer Seitenansicht,

Figur 3b eine schematische Darstellung der Schleifmaschine nach Figur 3a in einer Teildraufsicht des Schnittes Y-Y,

Figur 4a eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemä-

ßen Schleifmaschine in einer Draufsicht auf den Innenraum,

Figur 4b eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schleifmaschine nach Figur 4a in einer Draufsicht

Figur 4c eine schematische Darstellung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schleifmaschine nach Figur 4a in einer Seitenschnittansicht,

Figur 5 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere zum Betrieb der Schleifmaschine nach Figur 1a bis 1c,

Figur 6 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zusätzlichen Verfahrensschritten,

Figur 7 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zusätzlichen Verfahrensschritten.

[0090] In dem nachfolgenden Teil der Beschreibung der Erfindung werden für gleiche und gleich wirkende Elemente dieselben Bezugsziffern verwendet.

[0091] Figuren 1a und 1b zeigen eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine, die in Figur 1a in einer Seitenansicht und in Figur 1b in einer Teildraufsicht dargestellt ist. Ein Drehtisch 10 ist um eine Drehachse A drehbar gelagert. Die Lagerung (nicht näher dargestellt) kann in einem Gehäuse oder einem Fundament der Schleifmaschine 1 ausgeführt sein. Die Schleifmaschine ist im Wesentlichen symmetrisch zu einer Mittelebene M aufgebaut. Der Drehtisch 10 steht axial fest und weist eine kreiszylindrische Grundform auf und könnte auch mehrteilig ausgeführt sein. In dem Drehtisch 10 sind diametral zur Drehachse A gegenüberliegend zwei Ladeteller 11 exzentrisch zur Drehachse A gelagert. Die Drehteller 11 sind jeweils um eine Drehachse B drehbar auf einer Ladetellerwelle (nicht näher dargestellt) gelagert. Es ist denkbar, mehr als zwei Ladeteller 11, beispielsweise drei oder vier, um die Drehachse A anzuordnen. In einem Ladeteller 11 ist eine Vielzahl von Werkstückaufnahmeverrichtungen 34 über den Umfang des Ladetellers 11 in verschiedenen radialen Positionen vorgesehen. Darin sind Werkstücke 12 eingelegt bzw. eingesteckt, wobei die Werkstücke 12 in axialer Richtung der Werkstückaufnahmeverrichtungen 34 frei beweglich sind. Der Drehtisch 10 ist von einer ringförmigen Platte 31 umgeben, die einen kreisförmigen Ausschnitt von der Größe des Durchmessers des Drehtisches 10 aufweist. Die Oberfläche 311 der Platte 31 schließt mit der Oberfläche des Drehtisches 101 bündig ab. Durch die beschriebene Anordnung des Drehtisches 10 und der Ladeteller 11 ist es möglich, einen Ladeteller

11 aus einer Ladeposition L in eine Schleifposition S durch Drehung des Drehtisches 10 zu verfahren. Auf der linken Seite ist ein Ladeteller 11 in der Ladeposition L und auf der rechten Seite ist ein Ladeteller 11 in der Schleifposition S dargestellt. In die Werkstückaufnahmevorrichtungen 34 eingesteckte Werkstücke 12 können über die Oberflächen der Platte 31 und des Drehtisches 10 gleiten. Die Ladeteller 11 können über Servomotoren (nicht gezeigt), die vorzugsweise unterhalb des Drehtisches 10 mitdrehend angebracht sind, taktweise oder kontinuierlich um die Drehachsen B rotieren. Die Schleifeinheit 13 weist zwei Schleifscheiben 14 auf, die auf einer Schleifspindel (nicht näher dargestellt) drehbar um die Drehachse C gelagert sind und von einem Servomotor (nicht gezeigt) angetrieben werden. Die Drehachsen der zwei Schleifscheiben 14 fluchten und verlaufen parallel zu den Drehachsen B der Ladeteller 11. Die radiale Position der Drehachse B auf dem Drehtisch 10 und die Lagerung der Schleifeinheit 13, beispielsweise in einem Gehäuse 24 (in Figuren 1a und 1b nicht dargestellt), sind so gewählt, dass ein Ladeteller 11 in einer Schleifposition S mit den Schleifscheiben 14 radial überlappt. In diesem radialen Überlappungsbereich sind Schleifzonen 15 jeweils zwischen einer Schleifscheibenoberfläche 141 und einer Grundfläche 111 des Ladetellers 11 definiert.

[0092] Im vorliegenden Fall entstehen so zwei Schleifzonen 15, von denen eine oberhalb und eine unterhalb des Ladetellers 11 ausgebildet ist. In den Schleifzonen 15 kommen die Werkstücke 12 mit den Schleifscheiben 14 in Schleifkontakt. Die beiden Schleifscheiben 14 sind jeweils entlang ihrer Drehachse verschieblich, können also auf verschiedene Werkstücklängen eingestellt werden, und können in Richtung des Ladetellers 11 zugesellt werden. Durch die Zustellung der Schleifscheiben 14 kann der durch den Schleifprozess an den Werkstücken 12 vorgenommene Abrieb eingestellt werden. Es ist denkbar, dass die Drehachsen C der Schleifscheiben 14 zueinander oder zur Drehachse B des Ladetellers 11 verkippt sind, um den Abrieb an den Werkstücken 12 bei einem durchlaufenden Ladeteller 11 einzustellen. Bei der Verwendung der Schleifmaschine 1 als Federendenschleifmaschine sind die Werkstücke 12 vorzugsweise zylindrische oder konische Schraubendruckfedern, die in Werkstückaufnahmevorrichtungen 34, beispielsweise in Form von Durchgangsbohrungen, beispielsweise reibschlüssig eingesteckt sind und können von beiden Schleifscheiben 14 an ihrem oberen und unteren Federende gleichzeitig planparallel geschliffen werden. Der Schleifdruck zwischen Schleifscheibe 14 und Werkstück 12 wird über eine Zustellung der Schleifscheiben 14 durch die Kompression der Federn eingestellt. Dabei kann die aktuelle Federlänge durch ein Federlängenmesssystem (nicht gezeigt) überwacht werden und der Schleifdruck durch eine automatische Zustellung der Schleifscheiben 14 angepasst werden. Ebenfalls kann die Abnutzung der Schleifscheiben 14 durch ein Schleifscheibenabnutzungskontrollsystem (nicht gezeigt) überwacht und ggf. automatisch ausgeglichen

werden. Die axiale Position der Ladeteller 11 kann Abmessungen der zu schleifenden Werkstücke 12, insbesondere die Länge der Federn, eingestellt werden. Um einen Schleifkontakt der unteren Schleifscheibe 14 mit den Werkstücken zu ermöglichen, weist die Platte 31 auf der Seite der Schleifposition S eine Ausnehmung 312 auf, die den Durchmesser der Schleifscheibe 14 angepasst ist.

[0093] Die Figuren 1a und 1b zeigen weiterhin eine innere Schleifkammer 16 und eine äußere Schleifkammer 17. Die innere Schleifkammer 16 umschließt den Ladeteller 11 in der Schleifposition S und die Schleifeinheit 13, wodurch sich die Schleifzone 15 ebenfalls innerhalb der inneren Schleifkammer 16 befindet. Die innere Schleifkammer 16 ist nicht komplett abgeschlossen, sondern so ausgebildet, dass der Drehtisch 10 und die Platte 31 in die innere Schleifkammer 16 hineinragen bzw. einen Teil ihrer unteren Begrenzungsfläche 161 bilden. Die innere Schleifkammer 16 hat eine quaderförmige Grundform, wobei sie auch geometrisch anders gestaltet sein könnte, beispielsweise gekrümmte Seitenflächen haben könnte oder eine variierende Höhe. Nach oben wird sie über eine obere Begrenzungsfläche 162 eines Wandelements abgeschlossen und an den Seiten durch seitliche Begrenzungsflächen 163 von inneren Begrenzungswandelementen 164 begrenzt. In dem von der Schleifzone 15 aus hinter den Schleifscheiben gelegenen Begrenzungswandelement 164 ist eine Absaugöffnung 33 zum Absaugen von Abluft mit einer Absaugeinrichtung (nicht gezeigt) ausgebildet. Im Bereich des Drehtisches 10 sind die Begrenzungswandelemente 164 als Drehwandelemente 102 ausgeführt, die fest auf der Oberfläche des Drehtisches 101 angebracht sind und mit dem Drehtisch 10 mitrotieren. Ein erstes Drehwandelement 103 ist im Wesentlichen entlang der Umfangsrichtung des Drehtisches 10 ausgerichtet. Ein zweites Drehwandelement 104 ist entlang der radialen Richtung des Drehtisches 10 ausgerichtet. Das erste Drehwandelement 103 stößt T-förmig an das zweite Drehwandelement 104, so dass beide Drehwandelemente sich in einer deckungsgleichen Position befinden, wenn der Drehtisch 10 zwischen einer Ladeposition L und einer Schleifposition S hin- und hergedreht wird. Die innere Schleifkammer 16 weist eine innere Schleifkammertür 18 auf (in Figur 1a nicht gezeigt), die um eine Schwenkachse D drehbar gelagert ist. In einem geschlossenen Zustand G der inneren Schleifkammertür 18 bildet die Türinnenfläche 181 eine seitliche Begrenzungsfläche 163 der inneren Schleifkammer 16.

[0094] Die innere Schleifkammertür 18 kann, vorzugsweise mittels eines Antriebs (nicht gezeigt), zwischen dem geschlossenen Zustand G und dem geöffneten Zustand O hin- und hergeschwenkt werden. Die Türunterkante 183 schließt bündig mit der unteren Begrenzungsfläche 161 der inneren Schleifkammer 16 ab, genauso wie die Türoberkante 184 bündig mit der oberen Begrenzungsfläche 162 der inneren Schleifkammer abschließt. Auf diese Weise ist die innere Schleifkammer 16 in einem

geschlossenen Zustand G der inneren Schleifkammertür 18 zur Seite hin im Wesentlichen dicht für Schleifstaub, Abluft oder Funken aus dem Schleifprozess. In einem geöffneten Zustand O der inneren Schleifkammertür 18 kann ein Ladeteller 11 aus der Schleifposition S an der geöffneten inneren Schleifkammertür 18 vorbei in eine Ladeposition L gefahren werden. Die innere Schleifkammertür 18 weist einen Türflügel 182 auf, dessen Türinnenfläche 181 bündig mit der seitlichen Begrenzungsfläche 163 des ersten Drehwandlelementes 103 abschließt. Die äußere Schleifkammer 17 umschließt die innere Schleifkammer 16 teilweise, wobei die untere Begrenzungsfläche 161 der inneren Schleifkammer 16 mit der unteren Begrenzungsfläche 171 der äußeren Schleifkammer 17 zusammenfällt. Die untere Begrenzungsfläche beider Kammern ist dabei im Wesentlichen durch die Oberfläche 311 der Platte 31 und die Oberfläche 101 des Drehtisches 10 gebildet. In der vorliegenden Ausführungsform besteht die äußere Schleifkammer 17 aus zwei Teilen, die symmetrisch zur Mittelachse M jeweils einen Raum außerhalb der inneren Schleifkammer 16 bilden. Die äußere Schleifkammer 17 weist äußere Schleifkammertüren 19 auf, die schwenkbar in einer Außenwand 174 angebracht sind. In einem geschlossenen Zustand der äußeren Schleifkammertür 19 schließt diese bündig mit dem ersten Drehwandlelement 103 ab, während in einem geöffneten Zustand ein Ladeteller 11 an der geöffneten inneren Schleifkammertür 19 vorbei von einer Schleifposition S in eine Ladeposition L gefahren werden kann. Die äußere Schleifkammer 17 weist einen Türflügelraum 173 auf, in den die innere Schleifkammertür 18 im geöffneten Zustand O einschwenken kann. Der Öffnungswinkel der inneren Schleifkammertür 18 muss groß genug sein, damit die geöffnete innere Schleifkammertür 18 mit ihrer Türunterkante 183 nicht mit der Umfangskontur 112 des Ladetellers 11 kollidiert, wenn dieser durch Drehung des Drehtisches 10 an der inneren Schleifkammertür 18 vorbeibewegt wird. Eine erste Kühlvorrichtung 20 ist in die innere Schleifkammertür 18 integriert (in Figur 1c im Detail dargestellt). Die erste Kühlvorrichtung 20 weist eine Einstromöffnung 202 auf Höhe der Türoberkante 184 auf. In der oberen Begrenzungsfläche 172 der äußeren Schleifkammer 17 ist eine Zuführöffnung 165 ausgebildet. Die Zuführöffnung 165 und die Einstromöffnung 202 sind hier kreisrund und gleich groß ausgeführt, könnten aber beliebige andere Formen annehmen, solange sie deckungsgleich sind. Die erste Kühlvorrichtung 20 weist eine Ausströmöffnung 201 entlang der Türunterkante 183 auf. Die Ausströmöffnung 201 ist über einen Leitungsabschnitt 203 mit der Einstromöffnung 202 verbunden, so dass ein Kühlfluid von außerhalb der inneren Schleifkammer 16 und der äußeren Schleifkammer 17 über die Zuführöffnung 165 bis zur Ausströmöffnung 201 strömen kann. Die Ausströmöffnung 201 ist hier als ein Belüftungsschlitz entlang der ganzen Länge der Türunterkante 183 ausgeführt. Die Ausströmöffnung 201 könnte aber auch beispielsweise als Düse oder eine Vielzahl von Düsen ent-

lang der Türunterkante 183 oder an beliebigen anderen Positionen der Türinnenfläche 181 ausgeführt sein. Es wäre auch denkbar, die innere Schleifkammertür 18 so zu gestalten, dass die Ausströmöffnung 201 in die innere Schleifkammer 16 hineinragt, um einen geringeren Abstand zur Umfangskontur 212 des Ladetellers 11 zu erzielen. Hier ist der Leitungsabschnitt 203 als vertikales Rohr ausgeführt, das auf der Außenseite der inneren Schleifkammertür 18 verläuft. Es könnte aber ebenso gut auf der Innenseite der inneren Schleifkammertür 18 angebracht sein, wobei dann die Zuführöffnung 165 in der oberen Begrenzungsfläche 162 der inneren Schleifkammer 16 ausgebildet sein müsste. Die innere Schleifkammertür 18 weist einen Verteilungskanal 204 auf, der dazu dient, die Kühlluft aus dem Leitungsabschnitt 203 gleichmäßig über die Ausströmöffnung 201 zu verteilen. Im geschlossenen Zustand G der inneren Schleifkammertür 18 strömt Kühlluft aus der Ausströmöffnung 201 in etwa auf der Höhe der Unterseite des Ladetellers 11 zwischen die untere Grundfläche 111 des Ladetellers 11 und die Oberfläche 101 des Drehtisches sowie in die untere der beiden Schleifzonen 15, um die Unterseiten der Werkstücke 12 zu kühlen.

[0095] Figur 1c zeigt vier Ausführungsformen der erfindungsgemäßen inneren Schleifkammertür 18, wobei die Seitenansicht jeweils die gleiche ist und Unterschiede im Profil in der Draufsicht auf einen Schnitt entlang der Linie Y-Y dargestellt sind. Die Abmessungen der inneren Schleifkammertür 18 sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt. Insbesondere kann die innere Schleifkammertür 18 von einer rechteckigen Grundform abweichen, beispielsweise durch abgeschrägte Kanten, einen gerundeten Umriss, oder einen uneben geformten Türflügel 182. Der Türflügel 182 ist um die Schwenkachse D drehbar und könnte beispielsweise über Scharniere, ein Türband oder Zapfen, in Begrenzungswandelementen 164, einer Außenwand 174 oder unteren bzw. oberen Begrenzungen der inneren oder äußeren Schleifkammer 16, 17 schwenkbar gelagert sein. Es kann ein Antrieb (nicht gezeigt) zum Öffnen in den geöffneten Zustand O und/oder Schließen in den geschlossenen Zustand G vorgesehen sein. Die innere Schleifkammertür könnte ringsum, also entlang der Türoberkante 184, der Türvorderkante 185, der Türunterkante 183 und entlang der Schwenkachse D, oder abschnittsweise gegen Austritt von Schleifstaub oder Abluft abgedichtet sein, beispielsweise mit Dichtungslippen aus Gummi. Der Leitungsabschnitt 203 der ersten Kühlvorrichtung 20 erstreckt sich in Form eines kreisrunden Rohrs entlang der Vorderkante 184 des Türflügels 182, das in einen Verteilerkanal 204 mündet, der das einströmende Kühlfluid entlang der Ausströmöffnung 201 verteilt. Der Leitungsabschnitt 203 kann als separates Rohrelement mit dem Türflügel 182 verbunden sein, könnte aber auch in den Türflügel 182 integriert sein, und beliebig anderes, insbesondere nicht geradlinig oder an dem Türflügel anliegend zwischen der Einstromöffnung 202 und der Ausströmöffnung 201 verlaufen. Um sich

dem von der Mündungsstelle des Leitungsabschnitts 203 bis zur Schwenkachse D abnehmenden Volumenstrom abzuspannen, nimmt die Tiefe des Verteilungskanals 204 kontinuierlich ab, wie in allen vier gezeigten Varianten in Figur 1c dargestellt. Diese Varianten sind lediglich Beispiele. Insbesondere könnten der Leitungsabschnitt 203 und der Verteilungskanal 204 auch auf der Türinnenseite verlaufen. Es könnten statt einem auch mehrere Belüftungsschlitze übereinander, insbesondere auch Düsen, insbesondere mit Einstelleinrichtungen, beispielsweise Lamellen oder Kugeldüsen, vorgesehen sein, um die Ausströmrichtung des Kühlfluidstroms genau einstellen zu können. Dies könnte auch automatisch mittels einer Stellvorrichtung (nicht gezeigt) geschehen, beispielsweise auf die Geometrie eines bestimmten Ladetellers oder der geladenen Werkstücke angepasst. Durch einen gekrümmten Türflügel 182 kann sich die Türinnenfläche 181 enger an den Ladeteller 11 anschmiegen. Durch die Ausbildung eines Knicks im Profil des Türflügels 182, lässt sich erreichen, dass die Türinnenfläche 181 im geschlossenen Zustand G der innern Schleifkammertür 18 gegenüber der Schwenkachse D näher an der Schleifzone 15 liegt. Insbesondere durch die Kombination beider Maßnahmen kann die Kühlung des Ladetellers 11 und/oder der Schleifzone 15 besonders effektiv erfolgen, weil durch den geringeren Abstand zwischen Ausströmöffnung 201 und Werkstück 12 die Konvektion am zu kühlenden Werkstück 12 stärker ist.

[0096] Figuren 2a und 2b zeigen eine Schleifmaschine, die in Figur 2a in einer Seitenansicht und in Figur 2b in einer Teildraufsicht dargestellt ist. Die detaillierte Beschreibung der mit Bezugszeichen gekennzeichneten Teile und ihrer Funktionsweise, die bereits im Zusammenhang mit Figur 1a und 1b erläutert wurden, werden nicht wiederholt und gelten für die Figuren 2a und 2b entsprechend.

[0097] Eine zweite Kühlvorrichtung 21 ist an einem Gehäuse 24 angebracht. Die Schleifeinheit 13 kann in dem Gehäuse 24 gelagert sein oder in einem anderen Teil der Schleifmaschine 1. Das Gehäuse 24 könnte mit der Lagerstelle der Drehachse A des Drehtisches 10 verbunden sein oder als separates Gehäuse ausgeführt sein. Das Gehäuse 24 kann mehrteilig ausgeführt sein. Die Kühlvorrichtung 21 ist höhenverstellbar ausgebildet, wobei mindestens die Höhe der Ausströmvorrichtung 21 einstellbar ist. Die zweite Kühlvorrichtung 21 ist über ein Zuleitungssystem 28 an eine Kühlluftversorgungseinheit 27, beispielsweise ein Lüfter oder ein Gebläse, angeschlossen. Das Zuleitungssystem 28 kann Rohre und/oder Schläuche oder andere Kanäle beliebigen Querschnitts umfassen und auch innerhalb des Gehäuses 24 angebracht sein. Die Kühlluftversorgungseinheit 27 ist hier als unabhängige Einheit dargestellt, ist aber vorzugsweise außen an dem Gehäuse 24 angebracht, wobei sie auch in dem Gehäuse 24 aufgenommen sein könnte. Die zweite Kühlvorrichtung 21 ist hier als ein zweiteiliges Teleskoprohr 213 mit einem ersten Zuführungsrohr 214 und einem zweiten Zuführungsrohr 215

ausgeführt. Die zweite Kühlvorrichtung 21 könnte aber auch ein vierteiliges Teleskoprohr, ein elastischer Schlauch oder eine andere längenveränderliche, insbesondere zusammen- und auseinanderschließbare Struktur sein. Die Teleskoprohrleitung 213 kann einen beliebigen Querschnitt, insbesondere kreisrunde, elliptische oder rechteckige Leitungsquerschnitte haben. Hier weist das erste Zuführungsrohr 214 einen geringfügig größeren Durchmesser als das zweite Zuführungsrohr 215 auf, so dass das zweite Zuführungsrohr 215 von unten in das erste Zuführungsrohr 214 eingeschoben werden kann. Das Querschnittsverhältnis von erstem zu zweitem Zuführungsrohr (214, 215) könnte aber auch umgekehrt sein. Das erste Zuführungsrohr 214 ist über ein erstes Befestigungselement 217, beispielsweise eine Rohrschelle oder ein geschraubtes Flanschverbindungselement, fest mit dem Gehäuse 24 verbunden. Das zweite Zuführungsrohr 215 ist über ein zweites Befestigungselement 218, beispielsweise eine Rohrschelle oder ein geschraubtes Flanschverbindungselement, fest mit einem Schlitten 26 verbunden. Der Schlitten 26 ist höhenverstellbar, also verschieblich in Richtung der Drehachse B des Ladetellers 11 an den Gehäuse 24 geführt. Der Schlitten 26 könnte beispielsweise in seitlichen, vertikalen Führungsschienen 35 geführt sein. Die Position des Schlittens 26 ist über eine Höheneinstelleinrichtung 25, die beispielsweise einen hydraulischen, pneumatischen oder elektromotorischen Antrieb 32, vorzugsweise einen Linearmotor, umfasst, veränderbar, insbesondere einstellbar.

[0098] Die Ausströmvorrichtung 211 kann zwischen einer oberen Position OP und einer unteren Position UP verfahren werden. In der unteren Position UP befindet sich die Unterkante 219 der Ausströmvorrichtung 211 unterhalb der Werkstückoberkante 121 der Werkstücke 12, während sie sich in einer oberen Position OP darüber befindet. Auf diese Weise wird erreicht, dass der mit Werkstücken 12 bestückte Ladeteller 11 unter der zweiten Kühlvorrichtung 21 hindurchfahren kann, wenn diese sich in der oberen Position OP befindet. In der unteren Position UP befindet sich die Ausströmöffnung 212 in etwa auf Höhe der Schleifzone 15. Insbesondere kann die Ausströmöffnung 212 so tief liegen, dass die Unterkante 219 der Ausströmvorrichtung 211 in dem Bereich der Bewegungsbahn des Ladetellers 11 eindringt. In einer solchen Position UP kann Kühlluft in die Schleifzone 15, also zwischen die Grundfläche 141 der Schleifscheibe 14 und die Grundfläche 111 des Ladetellers 11 eingeblasen werden, um die Werkstücke 12 sowie die Schleifscheiben 14 zu kühlen. Vorzugsweise wird die Ausströmvorrichtung 211 in der unteren Position so positioniert, dass Ausströmöffnung 212 auf Höhe der Werkstückoberkante 121 liegt, also zwischen der Unterseite der oberen Schleifscheibe 14 und der Oberseite des Ladetellers 11. Die obere Position OP ist hier knapp oberhalb der Oberkante der Werkstücke 12 gezeigt. Sie kann sich aber auch weiter oben befinden, insbesondere, um einen Sicherheitsabstand zur Werkstückoberkante 121

einzuhalten. Gegebenenfalls könnte die obere Position OP so weit oben gewählt werden, bis beispielsweise das zweite Zuführungsrohr 215 beim Hineinschieben in das zweite Zuführungsrohr 215 zu einem Anschlagpunkt in dem ersten Zuführungsrohr 214 kommt, oder der Schlitten 26 einen oberen Anschlagpunkt erreicht. Die untere Position UP könnte soweit unten gewählt werden, bis die Unterkante 219 der Ausströmvorrichtung 211 mit der Oberfläche 311 der Platte 31 bzw. der Oberfläche 101 des Drehtisches 10 kollidieren würde, oder der Schlitten 26 zu einem unteren Anschlagpunkt erreicht.

[0099] Die zweite Kühlvorrichtung 21 ist so positioniert, dass die Ausströmvorrichtung 221 radial außerhalb der Umfangskontur 112 des Ladetellers 11, der sich in einer Schleifposition S befindet, angeordnet ist. Die Ausströmvorrichtung 211 weist eine Düse 216 auf, die auf die Schleifzone 15 ausgerichtet ist. Die Düse 216 kann verschiedene Mündungsquerschnitte, beispielsweise einen rechteckigen oder elliptischen Querschnitt haben. Die Düse 216 kann um die Längsachse der zweiten Kühlvorrichtung 21 manuell oder automatisch drehbar ausgebildet sein, beispielsweise um die Düse 216 ausrichten zu können. Weiterhin kann die Düse 216 Verstellelemente, beispielsweise kippbare Lamellen, aufweisen, mit denen der Ausströmwinkel des Kühlfluids eingestellt werden kann.

[0100] Figuren 3a und 3b zeigen eine Schleifmaschine, die in Figur 3a in einer Seitenansicht und in Figur 3b in einer Teildraufsicht dargestellt ist. Die detaillierte Beschreibung der mit Bezugszeichen gekennzeichneten Teile und ihrer Funktionsweise, die bereits im Zusammenhang mit den Figuren 1a, 1b, 2a und 2b erläutert wurden, werden nicht wiederholt und gelten für die Figuren 3a und 3b entsprechend.

[0101] Eine dritte Kühlvorrichtung 22 ist über ein Drehwandelement 102, das fest mit dem Drehtisch 10 verbunden ist, relativ zum Drehtisch 10 fest, also mit ihm mitdrehend, angebracht. Die dritte Kühlvorrichtung 22 umfasst einen Leitungsabschnitt 223, eine Einströmöffnung 222 und eine Ausströmvorrichtung 221, die eine Ausströmöffnung 224 aufweist. Die dritte Kühlvorrichtung 22 befindet sich in einer äußeren Schleifkammer 17, die den Ladeteller 11 in der Schleifposition S und die Schleifeinheit 13 umgibt. Die äußere Schleifkammer 17 ist durch die Außenwand 174, das Drehwandelement 102 sowie eine äußere Schleifkammertür 19 seitlich begrenzt. Das Begrenzungsdeckenelement 176 schließt die äußere Schleifkammer 17 nach oben ab und weist eine Zuführöffnung 175 auf. Bei der vorliegenden Schleifmaschine sind zwei Paare von Kühlvorrichtungen 22 vorgesehen, die symmetrisch zum Drehwandelement 102 auf dem Drehtisch 10 angeordnet sind. Das Drehwandelement 102 verläuft in radialer Richtung des Drehtisches 10 durch die Drehachse A. Die Zuführöffnung 175 fällt immer mit einer Einströmöffnung 222 zusammen, wenn sich die Ladeteller 11 in einer Schleifposition S oder einer Ladeposition L befinden. Während der Drehtisch 10 rotiert, bewegen sich die dritten Kühlvorrichtungen 22 auf

Kreisbahnen um die Drehachse A des Drehtisches 10. Über die Zuführöffnung 175 kann ein Kühlfluid durch das Zuleitungssystem 28 aus einer Kühlluftversorgungseinheit 27 in den Leitungsabschnitt 223 einströmen, wenn sich die Einströmöffnung 222 dieses Leitungsabschnitts mit der Zuführöffnung 175 in Deckung befindet.

[0102] Das untere Ende des Leitungsabschnitts 223, also das dem Drehtisch 10 zugewandte Ende, mündet in eine Ausströmvorrichtung 221, die eine Düse 225 mit einer Ausströmöffnung 224 umfasst, die auf den Ladeteller 15, insbesondere in Richtung der Schleifzone 15, ausgerichtet ist. Die Düse 225 kann verschiedene Mündungsquerschnitte, beispielsweise einen rechteckigen oder elliptischen Querschnitt haben. Die Düse 225 kann um die Längsachse der dritten Kühlvorrichtung 22 manuell oder automatisch drehbar ausgebildet sein, beispielsweise um die Düse 225 ausrichten zu können. Weiterhin kann die Düse 225 Verstellelemente, beispielsweise Lamellen, aufweisen, mit denen der Ausströmwinkel des Kühlfluids eingestellt werden kann. Der Leitungsabschnitt 223 ist als ein vertikales Rohr mit kreisförmigem Querschnitt ausgeführt, könnte aber beliebige andere Querschnitte annehmen, solange die Form der Einströmöffnung 222 mit der der Zuführöffnung 175 übereinstimmt. Es ist denkbar, Dichtungselemente, beispielsweise Dichtungslippen, an der Einströmöffnung 222 oder der Zuführöffnung 275 anzubringen, um einen verbleibenden Spalt zwischen dem Leitungsabschnitt 223 und dem Begrenzungsdeckenelement 176 gegen den Austritt von Kühlfluid abzudichten. Der Leitungsabschnitt 223 ist mit Befestigungselementen 226, beispielsweise Rohrschellen oder Flanschelemente mit Schraub- oder Schweißverbindung, mit dem Drehwandelement 102 fest verbunden. Die dritte Kühlvorrichtung 22 könnte aber beispielsweise auch direkt auf der Oberfläche 101 des Drehtisches 10, beispielsweise mit der Unterseite der Ausströmvorrichtung 221, befestigt sein.

[0103] Figuren 4a bis 4c zeigen eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine, die in Figur 4a in einer Draufsicht auf den Innenraum im Schnitt Y-Y, in Figur 4b in einer Draufsicht und in Figur 4c in einer Seitenschnittansicht durch die Ebene M dargestellt ist. Diese Ausführungsform vereint viele der Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schleifmaschine. Die detaillierte Beschreibung der mit Bezugszeichen gekennzeichneten Teile und ihrer Funktionsweise, die bereits im Zusammenhang mit Figuren 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 3a und 3b erläutert wurden, werden nicht wiederholt und gelten für die Figuren 4a bis 4c entsprechend. Unterschiede oder Ergänzungen dazu werden im Folgenden beschrieben.

[0104] Die Schleifmaschine 1 ist symmetrisch zur Mittelebene M aufgebaut. Erste, zweite, dritte und vierte Kühlvorrichtungen 20, 21, 22, 23 sind in einer einzigen Ausführungsform kombiniert, wobei auch Unterkombinationen möglich wären, sofern die erste Kühlvorrichtung 20 vorhanden ist. Es sind jeweils symmetrisch angeordnete Paare von Kühlvorrichtungen vorgesehen. Es sind

zwei verschiedene Kühlluftversorgungseinheiten 27 gezeigt, die aber auch zu einer einzigen zusammengelegt sein könnten, oder jeweils einer einzelnen Kühlvorrichtung zugeordnet sein könnten. Dabei ist das Zuleitungssystem 28 zur Kühlvorrichtung 21 (in Figur 4b nicht dargestellt) mit regelbaren Kühlluftzufuhrklappen 30 oder Ventilen ausgestattet und führt durch das Gehäuse 24 zu einer außen, beispielsweise seitlich am Gehäuse 24, angebrachten Kühlluftversorgungseinheit 27. Das Zuleitungssystem 28 zu den Kühlvorrichtungen 20 und 22 ist mit regelbaren Kühlluftzufuhrklappen 30, oder Ventilen, und einem Verzweigungsrohrelement 29 ausgestattet, das jeder der Zuführöffnungen 165 und 175 Kühlluft zuleitet. Die Einströmöffnungen 202 und 222, bzw. die Querschnitte der daran angeschlossenen Leitungsabschnitte 203 und 223, können beispielsweise im Durchmesser und/oder der Form unterschiedlich sein. Das erste Drehwandelement 103 ist gekrümmt und folgt in etwa der Umfangskontur des Drehtisches 10. Das zweite Drehwandelement 104 ist hier als Schiebetür 105 mit zwei in radiale Richtung des Drehtisches 10 auseinander schiebbare, oder mittels eines Antriebs fahrbare, Schiebetürelemente ausgeführt. Die Schiebetür 105 kann in den Bereich auf der Innenseite der äußeren Schleifkammertüren 19 einfahren. Es wäre auch denkbar das zweite Drehwandelement 104 als schwenkbare Türen zu gestalten. Die äußere Schleifkammer 17 hat eine zylindrische Grundform. Das Begrenzungsdeckenelement 176 bildet eine gemeinsame Decke der äußeren Schleifkammer 17 und der inneren Schleifkammer 16 mit entsprechenden oberen Begrenzungsflächen 172 und 162. Die Höhe der beiden Schleifkammern 16, 17 könnte auch variieren. Die Türflügelräume 173 sind so ausgebildet, dass die inneren Schleifkammertüren 18 (gestrichelt angedeutet) ausreichend weit geöffnet werden können. Innere Schleifkammertüren 18 sind gekrümmt gestaltet, entlang den Schwenkachsen D, beispielsweise mit Türangeln, drehbar gelagert, vorzugsweise über Motoren (nicht gezeigt) betätigbar und mit den seitlichen Begrenzungsflächen 163 der inneren Schleifkammer 16 dicht abschließend. Vierte Kühlvorrichtungen sind außen an der Außenwand 174 vorgesehen und haben Ausströmöffnungen 231 auf der Innenseite der Außenwand 174 auf Höhe der unteren Begrenzungsflächen 171 der äußeren Schleifkammer 17, die über Verteilungskanäle mit Kühlluft versorgt werden. Von dritten Kühlvorrichtungen 22 sind genau zwei Paare mit je einer ersten Einströmöffnung 222a und einer zweiten Einströmöffnung 222b vorgesehen, wobei jeweils die beiden ersten Einströmöffnungen 222a und die beiden zweiten Einströmöffnungen 222b punktsymmetrisch zur Drehachse A des Drehtisches 10 angeordnet sind. Insbesondere sind die Kühlvorrichtungspaare 22 symmetrisch zum zweiten Drehwandelement 104 angeordnet. Es fallen immer die Einströmöffnungen 222a, 222b eines Paares von Kühlvorrichtungen 22 mit den Zuführöffnungen 175 zusammen, wenn sich einer der beiden Ladeteller 11 in einer Schleifposition S befindet. Dadurch kann eine Versorgung mit

Kühlluft über die Zuführöffnungen 175 immer desjenigen Kühlvorrichtungspaares 22 sichergestellt sein, das auf der Seite des Drehtisches 10 angeordnet ist, deren Ladeteller 11 sich gerade in der Schleifposition S befindet. Nach einer Drehung des Drehtisches 10 um 180° kommt das jeweils andere Kühlvorrichtungspaar 22 mit seinen Einströmöffnungen 222a, 222b mit den Zuführöffnungen 175 in Deckung.

[0105] Insofern sind Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine denkbar, bei denen die Ausführungsform gemäß den Figuren 1a bis 1c kombiniert mit Merkmalen der Schleifmaschine gemäß den Figuren 2a und 2b, die Ausführungsform gemäß den Figuren 1a bis 1c kombiniert mit Merkmalen der Schleifmaschine gemäß den Figuren 3a und 3b oder die Ausführungsform der Erfindung gemäß den Figuren 1a bis 1c kombiniert mit Merkmalen der Schleifmaschinen gemäß den Figuren 2a, 2b und 3a, 3b realisiert sind.

[0106] Figur 5 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Das Verfahren beginnt mit dem Bestücken 1000 des Ladetellers 11 mit Werkstücken 12, die in der Schleifmaschine 1 geschliffen werden sollen. Dieses Bestücken 1000 kann manuell, beispielsweise durch einen Bediener der Schleifmaschine 1, oder automatisiert, beispielsweise mittels eines Roboters, geschehen. Der Ladeteller 11 ist auf einem Drehtisch 10 exzentrisch drehbar gelagert und befindet sich zum Bestücken 1000 in einer Ladeposition L. Anschließend findet ein Verfahren 1001 des Ladetellers 11 in eine äußere Schleifkammer 17 in eine Schleifposition S statt, indem der Drehtisch 10 gedreht wird. Dabei fährt der Ladeteller 11 durch eine geöffnete äußere Schleifkammertür 19 hindurch und weiter an einer geöffneten schwenkbaren inneren Schleifkammertür 18 entlang seiner vorgegebenen Bewegungsbahn vorbei. Die äußere Schleifkammertür 19 kann nun geschlossen werden. Durch Schließen 1002 dieser inneren Schleifkammertür 18, beispielsweise durch Verschwenken um ihre Schwenkachse D mittels eines Antriebs, wird eine innere Schleifkammer 16 von der äußeren Schleifkammer 17 räumlich abgetrennt. Auf diese Weise wird der Raum um die Schleifzone 15, in der das Schleifen 1003 der Werkstücke 12 durch die Schleifeinheit 13 stattfindet, verkleinert. Das Schleifen 1003 kann in einen Grobschliffschritt 1003a und einen Feinschliffschritt 1003b unterteilt werden, wobei mögliche Parameter, um eine gröbere oder feinere Schliffoberfläche auf dem Werkstück 12 zu erzeugen, eine unterschiedlich große Zustellgeschwindigkeit der Schleifscheiben 14, und damit mehr oder weniger Abrieb an den Werkstücken 12, und/oder Drehgeschwindigkeiten des Ladetellers 11 und/oder Schleifscheiben 14 umfassen. Zu Beginn des Grobschliffschritts 1003a könnte die Kühlluftzufuhr zu ersten Kühlvorrichtungen 20, die an oder in inneren Schleifkammertüren 18 vorgesehen sein können, vorzugsweise durch Öffnen von Kühlluftzufuhrklappen 30 im Zuleitungssystem, d.h. durch Steuern bzw. Regeln des Anstellwinkels der Klappen relativ zur vorgesehenen Strömungsrichtung des Kühlluftfluids, einge-

schaltet oder erhöht werden. Insbesondere während eines Grobschleifschritts 1003a entwickelt sich viel Schleifstaub, der zusammen mit Abluft und Funken im Wesentlichen innerhalb der inneren Schleifkammer 16 verbleibt. Von dort kann er zusammen mit eingeblasener Kühlluft durch eine Absaugöffnung 33 aus der Schleifmaschine 1 abgeführt werden. Die beim Schleifen 1003, insbesondere während des Grobschleifschritts 1003a, entstehende Reibungswärme erhitzt die Werkstücke 12, die, insbesondere über Belüftungsschlitze in den geschlossenen inneren Schleifkammertüren 18 der ersten Kühlvorrichtung 20, gekühlt werden können. Durch das Schleifen 1003 der Werkstücke 12 in der abgetrennten inneren Schleifkammer 16, wird die Ausbreitung von Schleifstaub und/oder Abluft und/oder Funken und/oder Wärme und/oder Lärm räumlich, nämlich im Wesentlichen auf den Bereich innerhalb der inneren Schleifkammer 16, begrenzt, oder wird zumindest reduziert. Am Ende des Grobschleifschritts 1003a kann die Kühlluftzufuhr zu Kühlvorrichtungen, insbesondere zu ersten Kühlvorrichtungen 20 der inneren Schleifkammertüren 18, ausgeschaltet oder reduziert werden, vorzugsweise durch Schließen von Kühlluftzufuhrklappen 30, sodass während des Feinschleifschritts 1003b keine überflüssige Kühlung stattfindet. Während des Feinschleifschritts 1003b kann bereits ein Öffnen 1004 der schwenkbaren inneren Schleifkammertüren 18 stattfinden (Variante A, Figur 5). Dadurch, dass äußere Schleifkammertüren 19 zu diesem Zeitpunkt geschlossen sein können, ist die Arbeitssicherheit insofern gegeben, dass die Schleifzone 15, insbesondere rotierende Teile wie Ladeteller 11 und/oder Schleifscheiben 14, nicht frei von außerhalb der Schleifmaschine 1 zugänglich sind. Auch Schleifstaub oder Funken können bei geschlossenen äußeren Schleifkammertüren 19 kaum nach außen dringen. Es ist aber auch möglich, das Öffnen 1004 der inneren Schleifkammertüren 18 erst nach Beendigung des Feinschleifschritts 1003b durchzuführen (Variante B, Figur 5). Nach Beenden des Schleifens 1003, insbesondere des Feinschleifschritts 1003b, kann ein Verfahren 1005 des Ladetellers 11 mit den geschliffenen Werkstücken 12 an der geöffneten inneren Schleifkammertür 18 vorbei und durch eine geöffnete äußere Schleifkammertür 19 hindurch in eine Ladeposition L durch Drehung des Drehtisches 10 erfolgen. In der Ladeposition L kann das Entladen 1006 der Werkstücke 12 aus dem Ladeteller 11, wiederum manuell oder maschinell, erfolgen.

[0107] Figur 6 zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zusätzlichen Verfahrensschritten. Dabei sind auch innere Schleifkammertüren 18 vorgesehen. Nach dem Verfahren 1001 des Ladetellers 11 in eine Schleifposition S, kann durch Absenken 1007 einer zweiten Kühlvorrichtung 21, insbesondere einer Düse 216 für Kühlluft, in eine untere Position UP im Bereich der Höhe des Ladetellers 11, eine verbesserte Kühlung der Werkstücke 12 erreicht werden. Nach dem Schleifen 1003 der Werkstücke 12, wobei ein Grobschleifschritt 1003a und ein Feinschleifschritt 1003b vorgese-

hen sein könnten, erfolgt ein Anheben 1008 der Kühlvorrichtung 21 in eine obere Position OP. In dieser Position der zweiten Kühlvorrichtung 21 kann der Ladeteller 11 mit Werkstücken 12, insbesondere einer Werkstückoberkante 121, an einem unteren Ende der Kühlvorrichtung 21, insbesondere deren Unterkante 219 der Ausströmvorrichtung 211, vorbeifahren, weil die Ausströmvorrichtung 211 sich in einer oberen Position OP nicht in der Bewegungsbahn des Ladeteller 11 befindet. Dadurch kann weder beim Verfahren 1005 in eine Ladeposition L, noch beim Verfahren 1001 eine Schleifposition S der Ladeteller 11 einer zweiten Kühlvorrichtung 21 kollidieren.

[0108] Figur 7 zeigt eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zusätzlichen Verfahrensschritten. Nach dem Bestücken 1000 des Ladetellers 11 mit Werkstücken 12 in einer Ladeposition L, kommt der Ladeteller 11 nach dem Verfahren 1001 durch Drehung des Drehtisches 10 in eine Schleifposition S. In dieser Position fallen die Einströmöffnungen 222 einer dritten Kühlvorrichtung 22, die am Drehtisch 10 angebracht ist, mit Zuführöffnungen 175 in einer äußeren Schleifkammer zusammen. Dadurch ergibt sich ein durchgehender Leitungskanal für Kühlluft aus einer Kühlluftversorgungseinrichtung 27 bis zu Ausströmöffnungen 224 der dritten Kühlvorrichtungen 22. Aufgrund einer Erhöhung 1009 der Kühlluftzufuhr zu den Kühlvorrichtungen 22, vorzugsweise durch Öffnen von Kühlluftzufuhrklappen 30, wird ein mit Werkstücken 12 bestückter Ladeteller 11, insbesondere durch Düsen 225 für Kühlluft, die in den Ausströmöffnungen 224 vorgesehen sein können, gekühlt. Nach dem Schleifen 1003 der Werkstücke kann mit einer Reduktion 1010 der Kühlluftzufuhr zu der Kühlvorrichtung 22, vorzugsweise durch Schließen von Kühlluftzufuhrklappen 30, verhindert werden, dass sich beim Verfahren 1005 des Ladetellers 11 mit den geschliffenen Werkstücken 12 in eine Ladeposition L Kühlluft überflüssigerweise aus den Zuführöffnungen 175 in äußere oder innere Schleifkammern 16, 17 geblasen wird. Während des Verfahrens 1001, 1005 des Ladetellers 11, also einer Drehung des Drehtisches 10, befinden sich die Einströmöffnungen 222 nicht mit Zuführöffnungen 175 in Deckung.

45 Bezugszeichenliste

[0109]

| | |
|----|-------------------------|
| 1 | Schleifmaschine |
| 10 | Drehtisch |
| 11 | Ladeteller |
| 12 | Werkstück |
| 13 | Schleifeinheit |
| 14 | Schleifscheibe |
| 15 | Schleifzone |
| 16 | innere Schleifkammer |
| 17 | äußere Schleifkammer |
| 18 | innere Schleifkammertür |

| | | | |
|-----|---|---------|--|
| 19 | äußere Schleifkammertür | 218 | zweites Befestigungselement |
| 20 | erste Kühlvorrichtung | 219 | Unterkannte |
| 21 | zweite Kühlvorrichtung | 221 | Ausströmvorrichtung |
| 22 | dritte Kühlvorrichtung | 222 | Einströmöffnung |
| 23 | vierte Kühlvorrichtung | 5 223 | Leitungsabschnitt |
| 24 | Gehäuse | 222a | erste Einströmöffnung |
| 25 | Höheneinstelleinrichtung | 222b | zweite Einströmöffnung |
| 26 | Schlitten | 223 | Leitungsabschnitt |
| 27 | Kühlluftversorgungseinheit | 224 | Ausströmöffnung |
| 28 | Zuleitungssystem | 10 225 | Düse |
| 29 | Verzweigungsrohrelement | 226 | Befestigungselement |
| 30 | Kühlluftzufuhrklappen | 231 | Ausströmöffnung |
| 31 | Platte | 311 | Oberfläche der Platte |
| 32 | Antrieb | 312 | Ausnehmung |
| 33 | Absaugöffnung | 15 A | Drehachse des Drehtisches |
| 34 | Werkstückaufnahmevorrichtung | B | Drehachse des Ladetellers |
| 35 | Führungsschiene | C | Drehachse der Schleifscheibe |
| 101 | Oberfläche des Drehtisches | D | Schwenkachse der inneren Schleifkammertür |
| 102 | Drehwandelement | M | Mittelebene der Schleifmaschine |
| 103 | erstes Drehwandelement | 20 L | Ladeposition des Ladetellers |
| 104 | zweites Drehwandelement | S | Schleifposition des Ladetellers |
| 105 | Schiebetür | G | geschlossener Zustand der inneren Schleifkammertür |
| 111 | Grundfläche des Ladetellers | O | geöffneter Zustand der inneren Schleifkammertür |
| 112 | Umfangskontur des Ladetellers | 25 UP | untere Position |
| 121 | Werkstückoberkante | OP | obere Position |
| 141 | Grundfläche der Schleifscheibe | 1000 | Bestücken des Ladetellers mit Werkstücken |
| 161 | untere Begrenzungsfläche der inneren Schleifkammer | 1001 | Verfahren des Ladetellers in eine Schleifposition |
| 162 | obere Begrenzungsfläche der inneren Schleifkammer | 30 1002 | Schließen der inneren Schleifkammertür |
| 163 | seitliche Begrenzungsfläche der inneren Schleifkammer | 1003 | Schleifen der Werkstücke |
| 164 | Begrenzungswandelement | 1003a | Grobschliffschritt |
| 165 | Zuführöffnung | 1003b | Feinschliffschritt |
| 171 | untere Begrenzungsfläche der äußeren Schleifkammer | 35 1004 | Öffnen der inneren Schleifkammertür |
| 172 | obere Begrenzungsfläche der äußeren Schleifkammer | 1005 | Verfahren des Ladetellers in eine Ladeposition |
| 173 | Türflügelraum | 1006 | Entladen des Ladetellers |
| 174 | Außenwand | 1007 | Absenken der Kühlvorrichtung |
| 175 | Zuführöffnung | 1008 | Anheben der Kühlvorrichtung |
| 176 | Begrenzungsdeckenelement | 40 1009 | Erhöhung der Kühlluftzufuhr |
| 181 | Türinnenfläche | 1010 | Reduktion der Kühlluftzufuhr |
| 182 | Türflügel | | |
| 183 | Türunterkante | 45 | |
| 184 | Türoberkante | | |
| 185 | Türvorderkante | | |
| 201 | Ausströmöffnung | | |
| 202 | Einströmöffnung | | |
| 203 | Leitungsabschnitt | 50 | |
| 204 | Verteilungskanal | | |
| 211 | Ausströmvorrichtung | | |
| 212 | Ausströmöffnung | | |
| 213 | Teleskoprohrlleitung | | |
| 214 | erstes Zuführungsrohr | 55 | |
| 215 | zweites Zuführungsrohr | | |
| 216 | Düse | | |
| 217 | erstes Befestigungselement | | |

Patentansprüche

1. Schleifmaschine (1), insbesondere Federendenschleifmaschine, umfassend:

- einen um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Drehtisch (10),
- mindestens einen Ladeteller (11) zur Bestückung mit Werkstücken (12), insbesondere Schraubenfedern,

◦ der exzentrisch in dem Drehtisch (10) um eine Drehachse (B) drehbar gelagert ist,
◦ wobei die Drehachsen (A,B) des Drehtisches (10) und des Ladetellers (11) parallel

zueinander sind und

- der Ladeteller (11) durch Drehung des Drehtisches (10) von einer Ladeposition (L) in eine Schleifposition (S) verfahrbar ist,

- eine Schleifeinheit (13) mit zwei um je eine Drehachse (C) drehbar gelagerten Schleifscheiben (14),

- wobei die Drehachsen (C) der Schleifscheiben (14) im Wesentlichen parallel zur Drehachse (B) des Ladetellers (11) sind oder eine Drehachse (C) der Schleifscheiben (14) verkippt zur Drehachse (B) des Ladetellers (11) ausgeführt ist, und
- wobei die Schleifscheiben (14) mit mindestens einem Werkstück (12) in einer Schleifzone (15) in Schleifkontakt kommen, wenn sich der mit Werkstücken bestückte Ladeteller (11) in einer Schleifposition (S) befindet,

- eine innere Schleifkammer (16), die die Schleifzone (15) einschließt, wobei die innere Schleifkammer (16) mindestens eine innere Schleifkammertür (18) aufweist;

die Schleifmaschine (1) ist **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine äußere Schleifkammer (17) die innere Schleifkammer (16) zumindest teilweise umschließt,

wobei die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) in einem geschlossenen Zustand (G) die äußere Schleifkammer (17) von der Schleifzone (15) trennt, wobei die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) eine erste Kühlvorrichtung (20) aufweist, die mindestens eine Ausströmöffnung (201) für ein Kühlfluid aufweist, die in Richtung der Schleifzone (15) ausgerichtet ist.

2. Schleifmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) schwenkbar ist, wobei deren Schwenkachse (D) vorzugsweise parallel zur Drehachse (A) des Drehtisches (10) ist.

3. Schleifmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Schleifkammertür (18) eine Türunterkante (183) aufweist, die mit unteren Begrenzungsflächen (161) der inneren Schleifkammer (16) bündig abschließt, und/oder eine Türoberkante (184) aufweist,

die mit oberen Begrenzungsflächen (162) der inneren Schleifkammer (16) bündig abschließt.

4. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine untere Begrenzungsfläche (161) der inneren Schleifkammer (16), insbesondere ein Teil der unteren Begrenzungsfläche, durch eine Oberfläche (101) des Drehtisches (10) gebildet wird.

5. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

zwei schwenkbare innere Schleifkammertüren (18) vorgesehen sind, die vorzugsweise zu einer Mittelebene (M) der Schleifmaschine (1) symmetrisch angeordnet sind.

6. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

seitliche Begrenzungsflächen (163) der inneren Schleifkammer (16) durch Türinnenflächen (181) zweier innerer Schleifkammertüren (18) gebildet werden, die im geschlossenen Zustand (G) aneinander oder an weitere Begrenzungswandelemente (164) der inneren Schleifkammer (16) bündig anschließen.

7. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

seitliche Begrenzungsflächen (163) der inneren Schleifkammer (16) durch Seitenflächen von Drehwandelementen (102) gebildet werden, die auf dem Drehtisch (10) relativ zum Drehtisch (10) fest angebracht sind, insbesondere durch Seitenflächen von in Umfangsrichtung des Drehtisches (10) ausgerichteten ersten Drehwandelementen (103) und/oder in Radialrichtung des Drehtisches (10) ausgerichteten zweiten Drehwandelementen (104), die insbesondere als radial verschiebbliche Schiebetüren (105) ausgeführt sind.

8. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Ladeteller (11) und die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) so angeordnet und aufeinander abgestimmt sind, dass im geöffneten Zustand (O) der mindestens einen inneren Schleifkammertür (18) ein Ladeteller (11) an der inneren Schleifkammertür (18) vorbei

- aus einer Ladeposition (L) außerhalb der inneren Schleifkammer (16) in eine Schleifposition (S) innerhalb der inneren Schleifkammer (16),

- und/oder
- aus einer Schleifposition (S) innerhalb der inneren Schleifkammer (16), in eine Ladeposition (L) außerhalb der inneren Schleifkammer (16), verfahrbar ist.
9. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die äußere Schleifkammer (17) mindestens einen Türflügelraum (173) aufweist, in den der Türflügel (182) einer schwenkbaren inneren Schleifkammertür (18) im geöffneten Zustand (O) einschwenken kann.
10. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die äußere Schleifkammer (17), vorzugsweise schwenkbare, äußere Schleifkammertüren (19) aufweist,
an denen, im geöffneten Zustand dieser äußeren Schleifkammertüren (19), ein Ladeteller (11) an einer äußeren Schleifkammertür (19) vorbei
- aus einer Ladeposition (L) außerhalb der äußeren Schleifkammer (17) in eine Schleifposition (S) innerhalb der äußeren Schleifkammer (17), und/oder
- aus einer Schleifposition (S) innerhalb der äußeren Schleifkammer (17) in eine Ladeposition (L) außerhalb der äußeren Schleifkammer (17) verfahrbar ist.
11. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Kühlvorrichtung (20) eine Einströmöffnung (202) für ein Kühlfluid, vorzugsweise Kühlluft, aufweist, die im geschlossenen Zustand (G) der inneren Schleifkammertür (18) mit einer Zuführöffnung (165) für das Kühlfluid, die in einer oberen oder unteren Begrenzungsfläche (161, 162) der inneren Schleifkammer (16) ausgebildet ist, zusammenfällt.
12. Schleifmaschine (1) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einströmöffnung (202) bündig mit der Türoberkante (184) der inneren Schleifkammertür (18) ausgebildet ist.
13. Schleifmaschine (1) nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausströmöffnung (201) mit der Einströmöffnung (202) über einen in die innere Schleifkammertür (18) integrierten Leitungsabschnitt (203), insbesondere
- ein parallel zur Schwenkachse (D) der inneren Schleifkammertür (18) verlaufendes Rohr, verbunden ist.
14. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausströmöffnung (201) an oder entlang der Türunterkante (183) der inneren Schleifkammertür (18), insbesondere als Belüftungsschlitz entlang der inneren Türunterkante (183) ausgebildet ist.
15. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) einen Türflügel (182) aufweist, der zur Schleifzone (15) hin gekrümmt ist und/oder in Richtung senkrecht zur Schwenkachse (D) einen Knick aufweist.
16. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
vierte Kühlvorrichtungen (23) mit Ausströmöffnungen (231) in die Außenwand (174) der äußeren Schleifkammer (17) integriert sind, wobei die Ausströmöffnungen (231) als Belüftungsschlitze ausgeführt sind, die insbesondere entlang einer unteren Begrenzungsfläche (171) der äußeren Schleifkammer (17) verlaufen, über die der äußeren Schleifkammer (17) Kühlluft zugeführt wird.
17. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Zuführöffnungen (165) zu Kühlvorrichtungen, beispielsweise in inneren und/oder äußeren Schleifkammern (16, 17), über ein gemeinsames Zuleitungssystem (28), insbesondere mit Verzweigungsrohrelementen (29), mit Kühlluft aus einer Kühlluftversorgungseinheit (27) versorgt werden.
18. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Volumenstrom der Kühlluft durch die Ausströmöffnungen (201, 231), vorzugsweise über Kühlluftzufuhrklappen (30) im Zuleitungssystem (28) und/oder in den Leitungsabschnitten (203), weiter vorzugsweise für jede der Ausströmöffnungen (201, 231) individuell, einstellbar, insbesondere regelbar, ist.
19. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schleifzone (15) auf einen radialen Überlappungsbereich der, vorzugsweise kreiszylinderförmigen, Schleifscheiben (14) mit einem, vorzugsweise

kreiszyylinderförmigen, Ladeteller (11), der sich in einer Schleifposition (S) befindet, begrenzt ist.

20. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifzone (15) sich zwischen einer dem Ladeteller (11) zugewandten Grundfläche (141) der Schleifscheiben (14) und einer Grundfläche (111) eines Ladetellers (11) erstreckt.
21. Schleifmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schleifscheibe (14) entlang ihrer Drehachse (C) verschieblich gelagert, insbesondere in ihrem axialen Abstand zu einem Ladeteller (11) veränderlich einstellbar, insbesondere automatisch zustellbar, ist.
22. Verfahren zum Betrieb einer Schleifmaschine, insbesondere einer Federendenschleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21, folgende Schritte umfassend:
- a) Bestücken (1000) eines auf einem Drehtisch (10) exzentrisch drehbar gelagerten Ladetellers (11) mit Werkstücken (12) in einer Ladeposition (L),
 - b) Verfahren (1001) des Ladetellers (11) in eine äußere Schleifkammer (17) in eine Schleifposition (S) durch Drehung des Drehtisches (10), wobei die äußere Schleifkammer (17) eine innere Schleifkammer (16) zumindest teilweise umschließt und sich die Schleifposition (S) innerhalb der inneren Schleifkammer (16) befindet,
 - c) Schließen (1002) mindestens einer schwenkbaren oder translatorisch verschieblichen inneren Schleifkammertür (18), sodass eine innere Schleifkammer (16) von der äußeren Schleifkammer (17) räumlich abgetrennt wird, wobei die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) eine erste Kühlvorrichtung (20) aufweist, die mindestens eine Ausströmöffnung (201) für ein Kühlfluid aufweist, die in Richtung einer Schleifzone (15) ausgerichtet ist, wobei die innere Schleifkammer (16) die Schleifzone (15) einschließt,
 - d) Schleifen (1003) der Werkstücke (12) in der inneren Schleifkammer (16),
 - e) Öffnen (1004) der mindestens einen schwenkbaren oder translatorisch verschieblichen inneren Schleifkammertür (18),
 - f) Verfahren (1005) des Ladetellers (11) mit den geschliffenen Werkstücken (12) in eine Ladeposition (L) durch Drehung des Drehtisches (10),
 - g) Entladen (1006) der Werkstücke (12) aus

dem Ladeteller (11).

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifen (1003) der Werkstücke in mehreren nacheinander geschalteten Schleifschritten durchgeführt wird, wobei

- während eines Grobschliffschritts (1003a) die mindestens eine innere Schleifkammertür (18) geschlossen ist und
- während eines Feinschliffschritts (1003b), in dem beispielsweise weniger Schleifstaub anfällt als im Grobschliffschritt (1003a), bereits geöffnet wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23 zum Betrieb einer Schleifmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- zu Beginn des Grobschliffschritts (1003a) die Kühlluftzufuhr zu ersten Kühlvorrichtungen (20) der inneren Schleifkammertüren (18), vorzugsweise durch Öffnen von Kühlluftzufuhrklappen (30), eingeschaltet oder erhöht wird und
- am Ende des Grobschliffschritts (1003a) die Kühlluftzufuhr zu ersten Kühlvorrichtungen (20) der inneren Schleifkammertüren (18), vorzugsweise durch Schließen von Kühlluftzufuhrklappen (30), ausgeschaltet oder reduziert wird.

Claims

1. Grinding machine (1), in particular spring end grinding machine, comprising:

- a turntable (10) mounted to rotate about an axis of rotation (A),
- at least one loading plate (11) for loading workpieces (12), in particular coil springs,

- which is rotatably mounted eccentrically in the turntable (10) about an axis of rotation (B),
- wherein the axes of rotation (A, B) of the turntable (10) and the loading plate (11) are parallel to each other and
- the loading plate (11) can be moved from a loading position (L) to a grinding position (S) by rotating the turntable (10),

- a grinding unit (13) having two grinding wheels (14) each mounted to rotate about an axis of rotation (C),

- wherein the axes of rotation (C) of the grinding wheels (14) are substantially parallel to the axis of rotation (B) of the loading plate (11) or one axis of rotation (C) of the

grinding wheels (14) is designed tilted relative to the axis of rotation (B) of the loading plate (11), and

◦ wherein the grinding wheels (14) come into grinding contact with at least one workpiece (12) in a grinding zone (15) when the loading plate (11) loaded with workpieces is in a grinding position (S),

- an inner grinding chamber (16) enclosing the grinding zone (15), wherein the inner grinding chamber (16) has at least one inner grinding chamber door (18);

the grinding machine (1) is **characterized in that**

- an outer grinding chamber (17) at least partially encloses the inner grinding chamber (16),

wherein the at least one inner grinding chamber door (18) separates the outer grinding chamber (17) from the grinding zone (15) in a closed state (G),

wherein the at least one inner grinding chamber door (18) has a first cooling device (20), which has at least one outflow opening (201) for a cooling fluid, which is aligned in the direction of the grinding zone (15).

2. Grinding machine (1) according to claim 1, **characterized in that**

the at least one inner grinding chamber door (18) is pivotable, wherein its pivot axis (D) is preferably parallel to the axis of rotation (A) of the turntable (10).

3. Grinding machine (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that**

the inner grinding chamber door (18) has a lower door edge (183) which is flush with lower boundary surfaces (161) of the inner grinding chamber (16), and/or has an upper door edge (184) which is flush with upper boundary surfaces (162) of the inner grinding chamber (16).

4. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

a lower boundary surface (161) of the inner grinding chamber (16), in particular a part of the lower boundary surface, is formed by a surface (101) of the turntable (10).

5. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

two pivotable inner grinding chamber doors (18) are provided, which are preferably arranged symmetrically with respect to a central plane (M) of the grind-

ing machine (1).

6. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

lateral boundary surfaces (163) of the inner grinding chamber (16) are formed by inner door surfaces (181) of two inner grinding chamber doors (18) which, in the closed state (G), are flush with one another or with further boundary wall elements (164) of the inner grinding chamber (16).

7. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

lateral boundary surfaces (163) of the inner grinding chamber (16) are formed by lateral surfaces of rotary wall elements (102) which are fixedly mounted on the turntable (10) relative to the turntable (10), in particular by lateral surfaces of first rotary wall elements (103) aligned in the circumferential direction of the turntable (10) and/or second rotary wall elements (104) aligned in the radial direction of the turntable, which are designed in particular as radially displaceable sliding doors (105).

8. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

the loading plate (11) and the at least one inner grinding chamber door (18) are arranged and matched to one another in such a way that, in the open state (O) of the at least one inner grinding chamber door (18), a loading plate (11) is movable to bypass the inner grinding chamber door (18)

- from a loading position (L) outside the inner grinding chamber (16) to a grinding position (S) inside the inner grinding chamber (16), and/or
- from a grinding position (S) inside the inner grinding chamber (16) to a loading position (L) outside the inner grinding chamber (16).

9. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

the outer grinding chamber (17) has at least one door leaf chamber (173), into which the door leaf (182) of a pivotable inner grinding chamber door (18) can pivot in the open state (O).

10. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

the outer grinding chamber (17) has, preferably pivotable, outer grinding chamber doors (19), along which, in the open state of these outer

- grinding chamber doors (19), a loading plate (11) is movable to bypass an outer grinding chamber door (19)
- from a loading position (L) outside the outer grinding chamber (17) to a grinding position (S) inside the outer grinding chamber (17), and/or
 - from a grinding position (S) inside the outer grinding chamber (17) to a loading position (L) outside the outer grinding chamber (17).
11. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the first cooling device (20) has an inflow opening (202) for a cooling fluid, preferably cooling air, which, in the closed state (G) of the inner grinding chamber door (18), coincides with a supply opening (165) for the cooling fluid, which is formed in an upper or lower boundary surface (161, 162) of the inner grinding chamber (16).
12. Grinding machine (1) according to claim 11,
characterized in that
the inflow opening (202) is formed flush with the upper door edge (184) of the inner grinding chamber door (18).
13. Grinding machine (1) according to one of claims 11 or 12,
characterized in that
the outflow opening (201) is connected to the inflow opening (202) via a line section (203) integrated into the inner grinding chamber door (18), in particular a pipe extending parallel to the pivot axis (D) of the inner grinding chamber door (18).
14. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the outflow opening (201) is formed at or along the lower door edge (183) of the inner grinding chamber door (18), in particular as a ventilation slot along the inner lower door edge (183).
15. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the at least one inner grinding chamber door (18) has a door leaf (182) which is curved towards the grinding zone (15) and/or has a kink in the direction perpendicular to the pivot axis (D).
16. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
fourth cooling devices (23) with outflow openings (231) are integrated into the outer wall (174) of the outer grinding chamber (17), wherein the outflow openings (231) are designed as ventilation slots which extend in particular along a lower boundary surface (171) of the outer grinding chamber (17), via which cooling air is supplied to the outer grinding chamber (17).
17. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
supply openings (165) to cooling devices, for example in inner and/or outer grinding chambers (16, 17), are supplied with cooling air from a cooling air supply unit (27) via a common supply system (28), in particular with branching pipe elements (29).
18. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the volume flow of the cooling air through the outflow openings (201, 231), preferably via cooling air supply flaps (30) in the supply system (28) and/or in the line sections (203), is further preferably individually adjustable, in particular controllable, for each of the outflow openings (201, 231).
19. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the grinding zone (15) is limited to a radial overlapping region of the, preferably circular cylindrical, grinding wheels (14) with a, preferably circular cylindrical, loading plate (11), which is located in a grinding position (S).
20. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the grinding zone (15) extends between a base surface (141) of the grinding wheels (14) facing the loading plate (11) and a base surface (111) of a loading plate (11).
21. Grinding machine (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
at least one grinding wheel (14) is mounted so as to be displaceable along its axis of rotation (C), in particular its axial distance from a loading plate (11) can be adjusted variably, in particular automatically.
22. Method for operating a grinding machine, in particular a spring end grinding machine according to one of claims 1 to 21, comprising the following steps of:
- a) loading (1000) of workpieces (12) in a loading position (L) on a loading plate (11) mounted ec-

centrically and rotatably on a turntable (10),
 b) displacing (1001) the loading plate (11) into an outer grinding chamber (17) into a grinding position (S) by rotation of the turntable (10), wherein the outer grinding chamber (17) at least partially encloses an inner grinding chamber (16) and the grinding position (S) is located within the inner grinding chamber (16),
 c) closing (1002) of at least one pivotable or translationally displaceable inner grinding chamber door (18), so that an inner grinding chamber (16) is spatially separated from the outer grinding chamber (17), wherein the at least one inner grinding chamber door (18) has a first cooling device (20), which has at least one outflow opening (201) for a cooling fluid, which is aligned in the direction of a grinding zone (15), wherein the inner grinding chamber (16) encloses the grinding zone (15),
 d) grinding (1003) of the workpieces (12) in the inner grinding chamber (16),
 e) opening (1004) of the at least one pivotable or translationally displaceable inner grinding chamber door (18),
 f) displacing (1005) the loading plate (11) with the ground workpieces (12) into a loading position (L) by rotating the turntable (10),
 g) unloading (1006) of the workpieces (12) from the loading plate (11).

23. Method according to claim 22, characterized in that the grinding (1003) of the workpieces is carried out in a plurality of successive grinding steps, wherein

- the at least one inner grinding chamber door (18) is closed during a coarse grinding step (1003a), and
- is already opened during a honing step (1003b), in which, for example, less grinding dust is produced than in the coarse grinding step (1003a).

24. Method according to claim 23 for operating a grinding machine, characterized in that

- at the beginning of the coarse grinding step (1003a), the cooling air supply to first cooling devices (20) of the inner grinding chamber doors (18) is switched on or increased, preferably by opening cooling air supply flaps (30), and
- at the end of the coarse grinding step (1003a), the cooling air supply to first cooling devices (20) of the inner grinding chamber doors (18) is switched off or reduced, preferably by closing cooling air supply flaps (30).

Revendications

1. Rectifieuse (1), en particulier rectifieuse pour ressorts, comprenant :

- une table tournante (10) supportée avec possibilité de rotation autour d'un axe de rotation (A),
- au moins un plateau de chargement (11) à garnir avec des pièces d'oeuvre (12), en particulier des ressorts hélicoïdaux,

- qui est supporté dans la table tournante (10) avec possibilité de rotation excentrique autour d'un axe de rotation (B),
- les axes de rotation (A, B) de la table tournante (10) et du plateau de chargement (11) étant parallèles l'un à l'autre et
- le plateau de chargement (11) pouvant être déplacé d'une position de chargement (L) à une position de rectification (S) par la rotation de la table tournante (10),

- une unité de rectification (13) avec deux meules (14) supportées chacune avec possibilité de rotation autour d'un axe de rotation (C),

- les axes de rotation (C) des meules (14) étant sensiblement parallèles à l'axe de rotation (B) du plateau de chargement (11) ou un axe de rotation (C) des meules (14) étant incliné vers l'axe de rotation (B) du plateau de chargement (11), et
- les meules (14) étant en contact de meulage avec au moins une pièce d'oeuvre (12) dans une zone de rectification (15) quand le plateau de chargement (11) garni de pièces d'oeuvre se trouve dans une position de rectification (S),

- une chambre de rectification intérieure (16) qui inclut la zone de rectification (15), laquelle chambre de rectification intérieure (16) comporte au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) ;

laquelle rectifieuse (1) est **caractérisée en ce que**

- une chambre de rectification extérieure (17) entoure au moins partiellement la chambre de rectification intérieure (16),

- l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) séparant la chambre de rectification extérieure (17) de la zone de rectification (15) dans un état fermé (G), l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) comportant un pre-

- mier dispositif de refroidissement (20) qui présente au moins un orifice d'écoulement (201) pour un fluide de refroidissement qui est orienté vers la zone de rectification (15).
2. Rectifieuse (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) est pivotante, son axe de pivotement (D) étant de préférence parallèle à l'axe de rotation (A) de la table tournante (10). 5
 3. Rectifieuse (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la porte de chambre de rectification intérieure (18) présente une arête inférieure de porte (183) qui vient en affleurement avec des surfaces de délimitation inférieures (161) de la chambre de rectification intérieure (16), et/ou une arête supérieure de porte (184) qui vient en affleurement avec des surfaces de délimitation supérieures (162) de la chambre de rectification intérieure (16). 10
 4. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une surface de délimitation inférieure (161) de la chambre de rectification intérieure (16), en particulier une partie de la surface de délimitation inférieure, est formée par une surface (101) de la table tournante (10). 15
 5. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** sont prévues deux portes de chambre de rectification intérieures (18) pivotantes qui sont de préférence disposées de façon symétrique par rapport à un plan médian (M) de la rectifieuse (1). 20
 6. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des surfaces de délimitation latérales (163) de la chambre de rectification intérieure (16) sont formées par des surfaces intérieures de porte (181) de deux portes de chambre de rectification intérieures (18) qui viennent en affleurement dans l'état fermé (G) l'une avec l'autre ou avec d'autres éléments de paroi de délimitation (164) de la chambre de rectification intérieure (16). 25
 7. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des surfaces de délimitation latérales (163) de la chambre de rectification intérieure (16) sont formées par des surfaces latérales d'éléments de paroi tournants (102) qui sont fixés sur la table tournante (10) par rapport à la table tournante (10), en particulier par des parois latérales de premiers éléments de paroi tournants (103) orientés dans le sens de la périphérie de la table tournante (10) et/ou de deuxièmes éléments de paroi tournants (104) orientés dans le sens radial de la table tournante, qui sont réalisés en particulier comme des portes coulissantes mobiles (105) dans le sens radial. 30
 8. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le plateau de chargement (11) et l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) sont disposés et ajustés l'un par rapport à l'autre de telle manière que, dans l'état ouvert (O) de l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18), un plateau de chargement (11) puisse être déplacé devant la porte de chambre de rectification intérieure (18)
 - d'une position de chargement (L) à l'extérieur de la chambre de rectification intérieure (16) à une position de rectification (S) à l'intérieur de la chambre de rectification intérieure (16) et/ou
 - d'une position de rectification (S) à l'intérieur de la chambre de rectification intérieure (16) à une position de chargement (L) à l'extérieur de la chambre de rectification intérieure (16). 35
 9. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de rectification extérieure (17) comporte au moins un espace pour vantail de porte (173) dans lequel le vantail (182) d'une porte de chambre de rectification intérieure (18) pivotante peut pivoter dans l'état ouvert (O). 40
 10. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de rectification extérieure (17) présente des portes de chambre de rectification extérieure (19), de préférence pivotantes, devant lesquelles, dans l'état ouvert de ces portes de chambre de rectification extérieures (19), un plateau de chargement (11) peut être déplacé devant une porte de chambre de rectification extérieure (19)
 - d'une position de chargement (L) à l'extérieur de la chambre de rectification extérieure (17) à une position de rectification (S) à l'intérieur de la chambre de rectification extérieure (17) et/ou
 - d'une position de rectification (S) à l'intérieur de la chambre de rectification extérieure (17) à une position de chargement (L) à l'extérieur de la chambre de rectification extérieure (17). 45
 11. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le premier dispositif de refroidissement (20) présente un orifice d'entrée (202) pour un fluide de refroidissement, de préférence de l'air de refroidissement, qui communique, dans l'état fermé (G) de la porte de chambre de rectification intérieure (18), avec un orifice d'arrivée (165) pour le fluide de refroidissement qui est disposé dans une surface de délimitation supérieure ou inférieure (161, 162) de la chambre de rectification 50

intérieure (16).

12. Rectifieuse (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** l'orifice d'entrée (202) est formé en affleurement avec l'arête supérieure de porte (184) de la porte de chambre de rectification intérieure (18). 5
13. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisée en ce que** l'orifice d'écoulement (201) communique avec l'orifice d'entrée (202) par une longueur de conduite (203) intégrée dans la porte de chambre de rectification intérieure (18), en particulier un tuyau parallèle à l'axe de pivotement (D) de la porte de chambre de rectification intérieure (18). 10 15
14. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'orifice d'écoulement (201) est formé sur ou le long de l'arête inférieure de porte (183) de la porte de chambre de rectification intérieure (18), en particulier sous la forme d'une fente d'aération le long de l'intérieur de l'arête inférieure de porte (183). 20
15. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'au moins une chambre de rectification intérieure (18) présente un vantail de porte (182) qui est incurvé en direction de la zone de rectification (15) et/ou présente une pliure dans une direction perpendiculaire à l'axe de pivotement (D). 25 30
16. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des quatrièmes dispositifs de refroidissement (23) munis d'orifices d'écoulement (231) sont intégrés dans la paroi extérieure (174) de la chambre de rectification extérieure (17), lesquels orifices d'écoulement (231) sont conformés comme des fentes d'aération qui suivent en particulier une surface de délimitation inférieure (171) de la chambre de rectification extérieure (17) et par lesquelles de l'air de refroidissement est amené à la chambre de rectification extérieure (17). 35 40 45
17. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des orifices d'arrivée (165) vers des dispositifs de refroidissement, par exemple dans les chambres de rectification intérieure et/ou extérieure (16, 17), sont alimentés en air de refroidissement provenant d'une unité d'alimentation en air de refroidissement (27) par un système de conduites d'arrivée (28) commun, en particulier avec des éléments de tuyau ramifiés (29). 50 55
18. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le débit volumique de l'air de refroidissement passant par les orifi-

ces d'écoulement (201, 231), peut de préférence être réglé, en particulier régulé, individuellement pour chacun des orifices d'écoulement (201, 231), de préférence à l'aide de clapets d'arrivée d'air de refroidissement (30) dans le système de conduites d'arrivée (28) et/ou dans les longueurs de conduite (203).

19. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la zone de rectification (15) est délimitée sur une zone de chevauement radial des meules (14), qui sont de préférence en forme de cylindre circulaire, avec un plateau de chargement (11), de préférence en forme de cylindre circulaire, qui se trouve dans une position de rectification (S). 10 15
20. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la zone de rectification (15) s'étend entre une surface de base (141) des meules (14) tournée vers le plateau de chargement (11) et une surface de base (111) d'un plateau de chargement (11). 20
21. Rectifieuse (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'au moins** une meule (14) est supportée avec possibilité de translation le long de son axe de rotation (C), en particulier réglable à une distance axiale variable d'un plateau de chargement (11), en particulier peut être amenée automatiquement. 25 30
22. Procédé de conduite d'une rectifieuse, en particulier d'une rectifieuse pour ressorts selon l'une des revendications 1 à 21, comprenant les étapes suivantes : 35 40 45 50 55
 - a) garnissage (1000) d'un plateau de chargement (11) supporté avec possibilité de rotation excentrique sur une table tournante (10) avec des pièces d'oeuvre (12) dans une position de chargement (L),
 - b) déplacement (1001) du plateau de chargement (11) dans une chambre de rectification extérieure (17) dans une position de rectification (S) par la rotation de la table tournante (10), la chambre de rectification extérieure (17) renfermant au moins partiellement une chambre de rectification intérieure (16) et la position de rectification (S) se trouvant à l'intérieur de la chambre de rectification intérieure (16),
 - c) fermeture (1002) d'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) capable de pivotement ou de translation, de telle manière qu'une chambre de rectification intérieure (16) est séparée dans l'espace de la chambre de rectification intérieure (17), l'au moins une chambre de rectification intérieure-

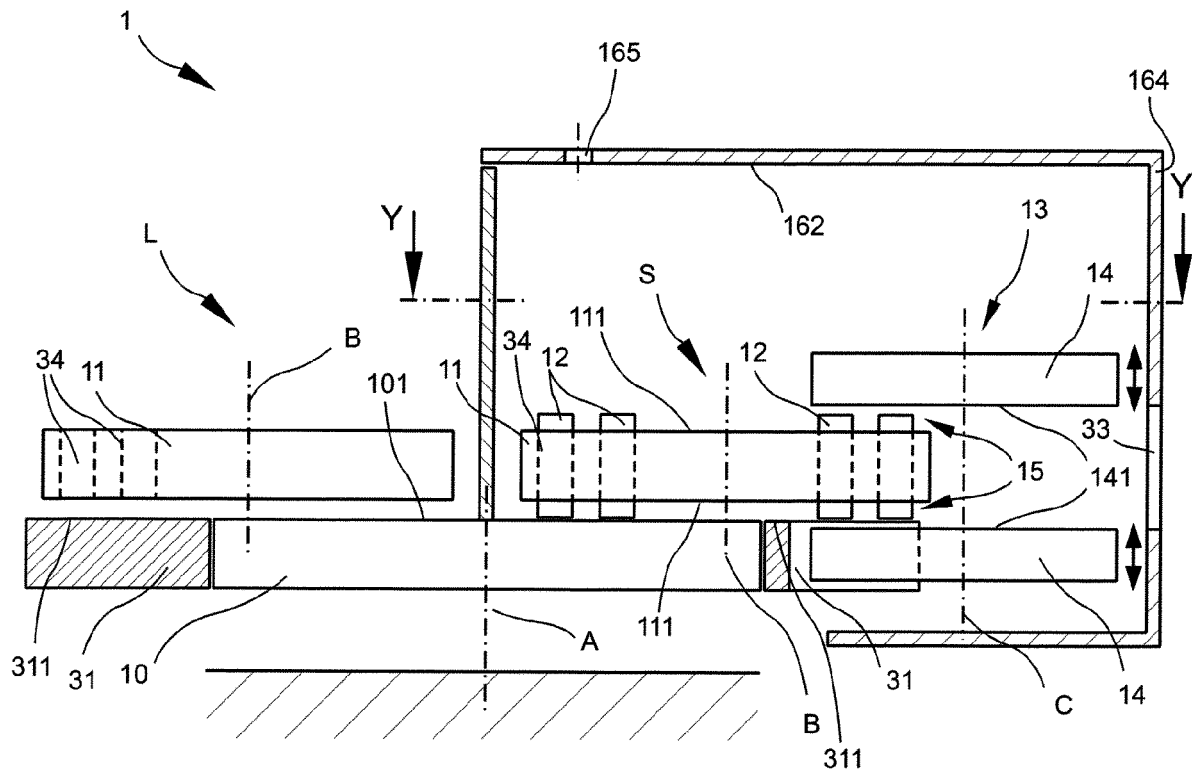
re (18) comportant un premier dispositif de refroidissement (20) qui comporte au moins un orifice d'écoulement (201) pour un fluide de refroidissement, qui est orienté vers une zone de rectification (15), la chambre de rectification intérieure (16) renfermant la zone de rectification (15),
 d) rectification (1003) des pièces d'oeuvre (12) dans la chambre de rectification intérieure (16),
 e) ouverture (1004) de l'au moins une porte de chambre de rectification intérieure (18) capable de pivotement ou de translation,
 f) déplacement (1005) du plateau de chargement (11) portant les pièces d'oeuvre (12) rectifiées dans une position de chargement (L) par la rotation de la table tournante (10),
 g) déchargement (1006) des pièces d'oeuvre (12) du plateau de chargement (11).

23. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la rectification (1003) des pièces d'oeuvre est effectuée en plusieurs étapes de rectification successives, au cours desquelles :

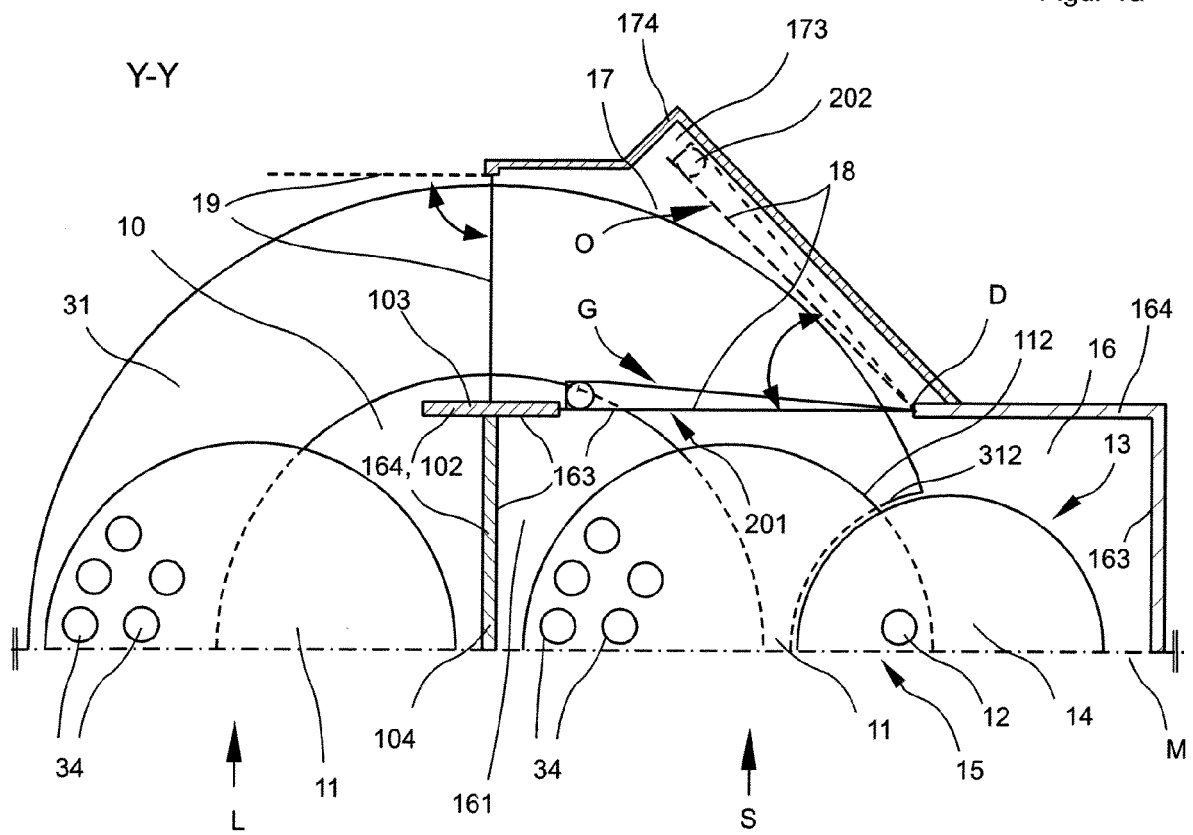
- l'au moins une chambre de rectification intérieure (18) est fermée pendant une étape de meulage grossier (1003a)
 - et elle est déjà ouverte pendant une étape de meulage fin (1003b) qui produit, par exemple, moins de poussière de meulage que l'étape de meulage grossier (1003a).

24. Procédé selon la revendication 23 pour la conduite d'une rectifieuse, **caractérisé en ce que**

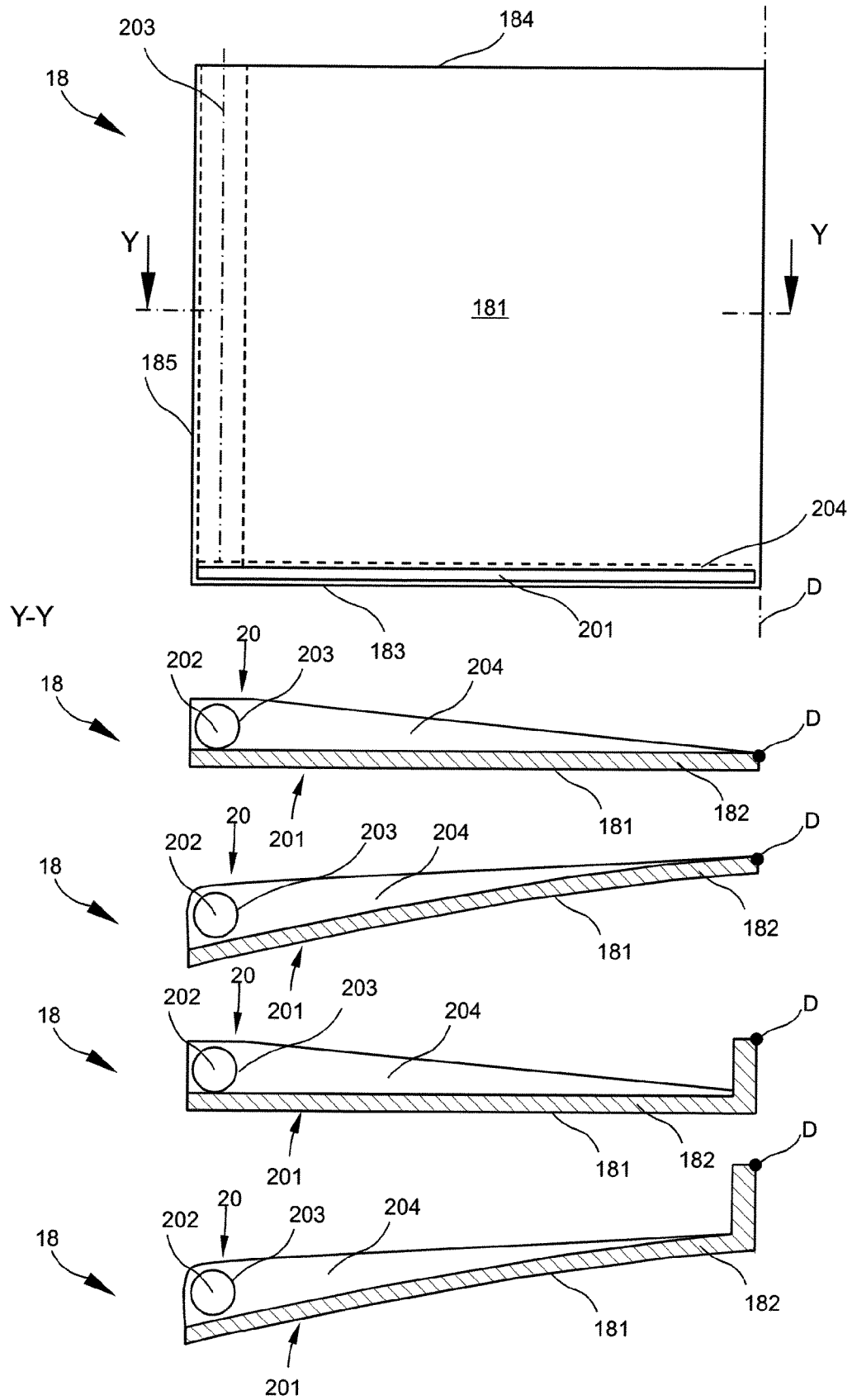
- au début de l'étape de meulage grossier (1003a), l'arrivée d'air de refroidissement vers les premiers dispositifs de refroidissement (20) des portes de chambre de rectification intérieures (18) est activé ou augmenté, de préférence par l'ouverture de clapets d'arrivée d'air de refroidissement (30), et
 - à la fin de l'étape de meulage grossier (1003a), l'arrivée d'air de refroidissement vers les premiers dispositifs de refroidissement (20) des portes de chambre de rectification intérieures (18) est désactivé ou réduit, de préférence par la fermeture de clapets d'arrivée d'air de refroidissement (30).



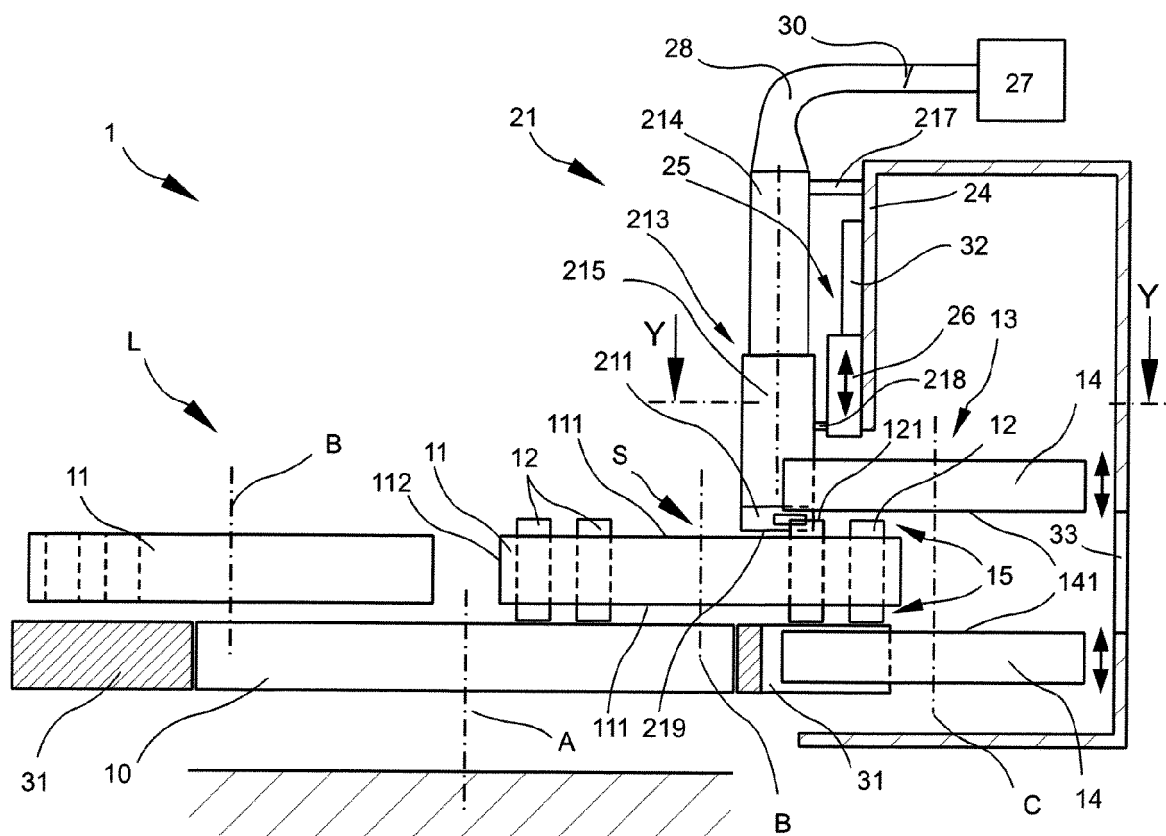
Figur 1a



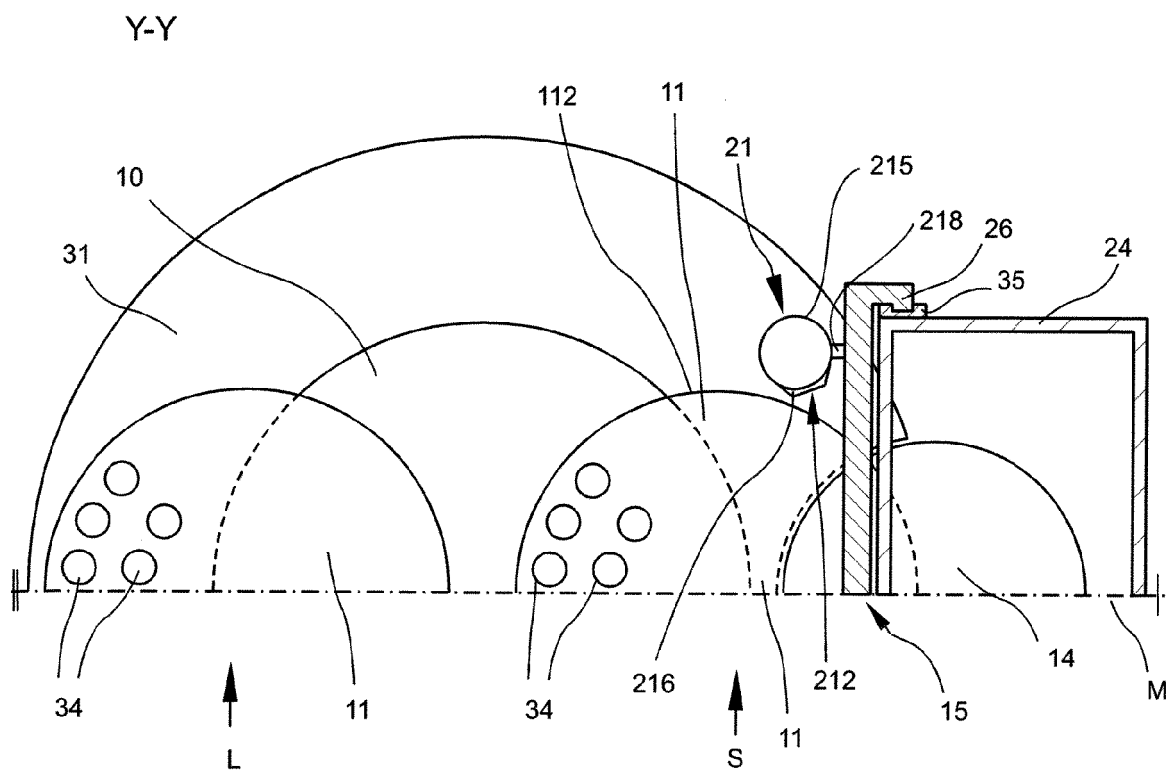
Figur 1b



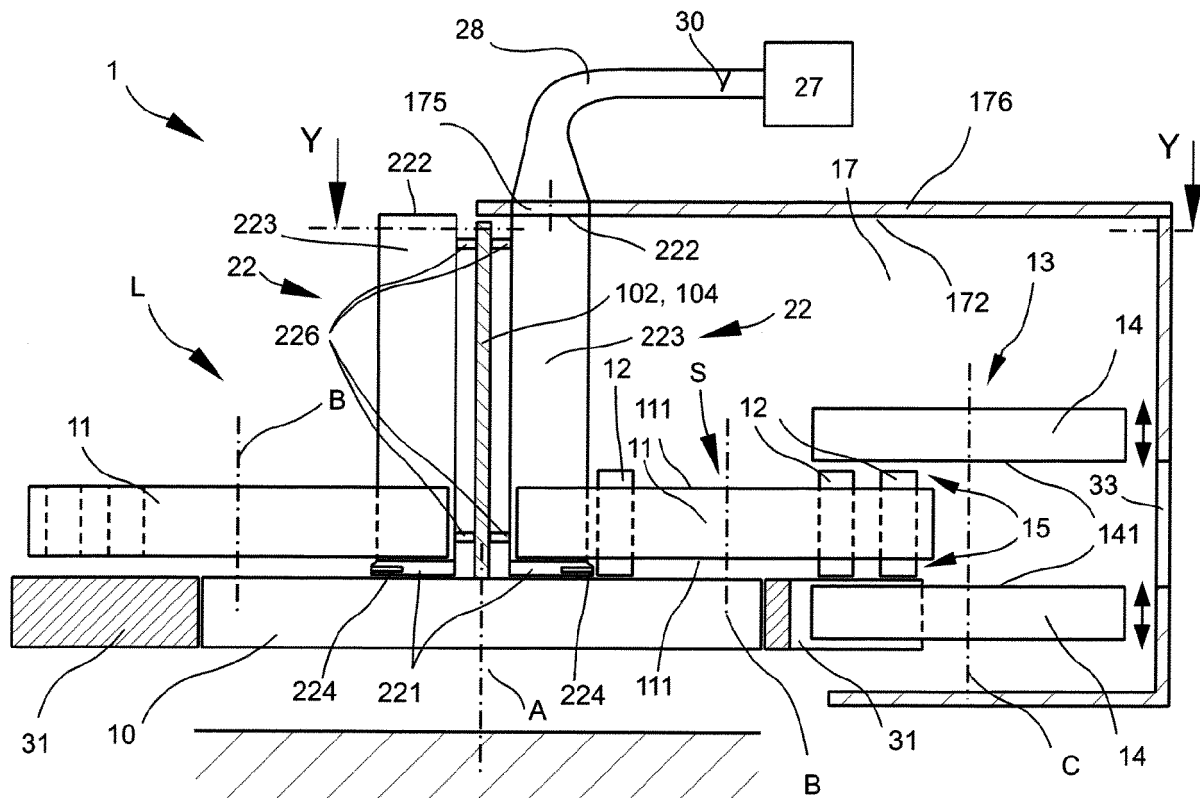
Figur 1c



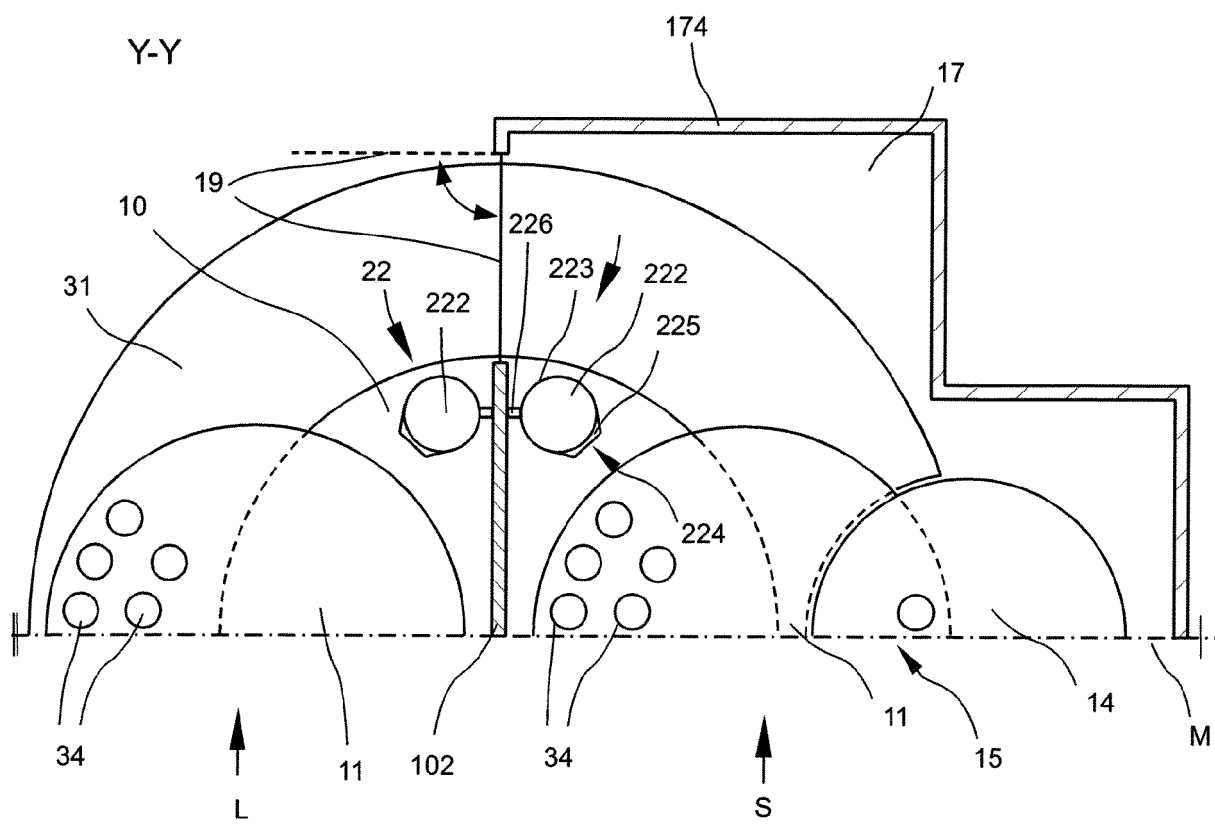
Figur 2a



Figur 2b

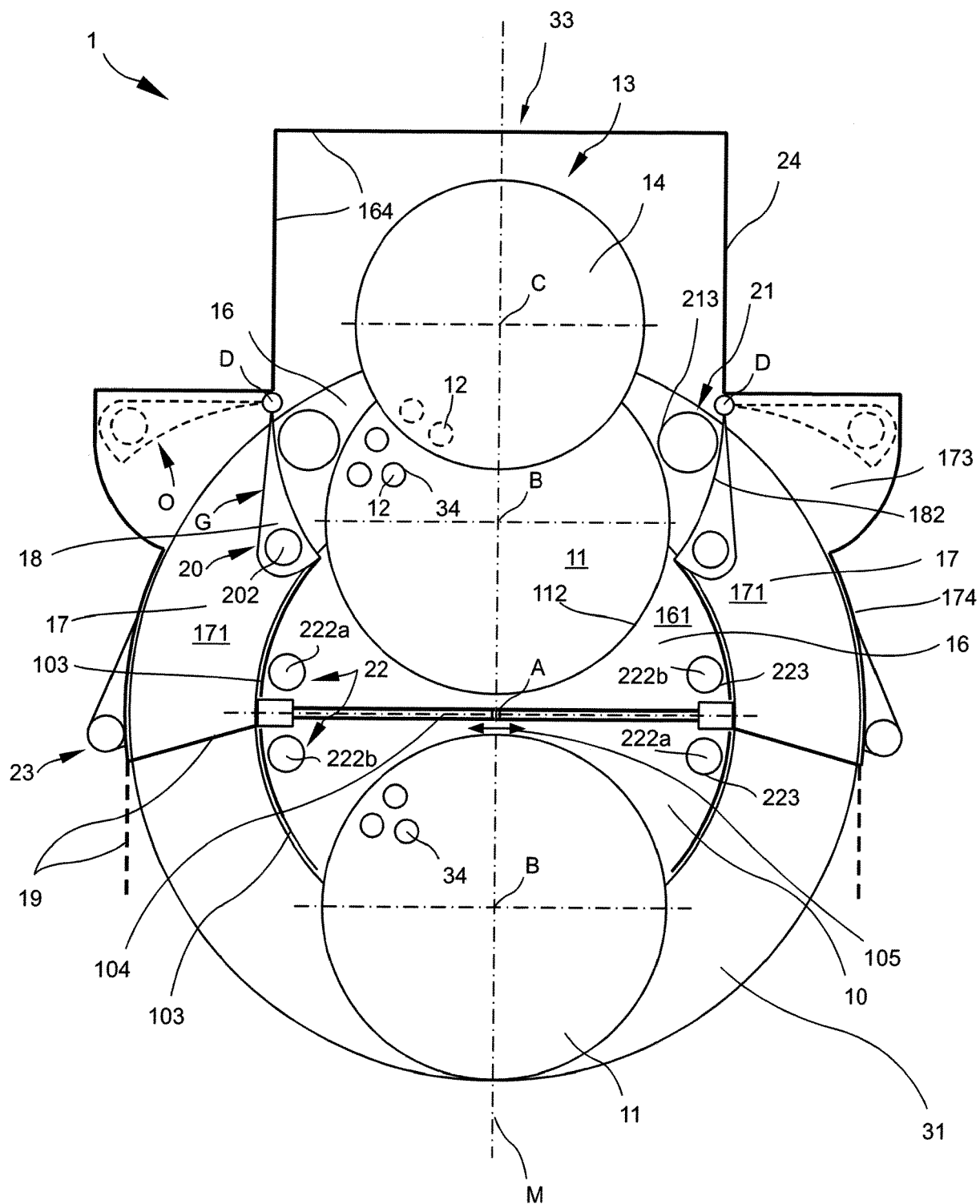


Figur 3a

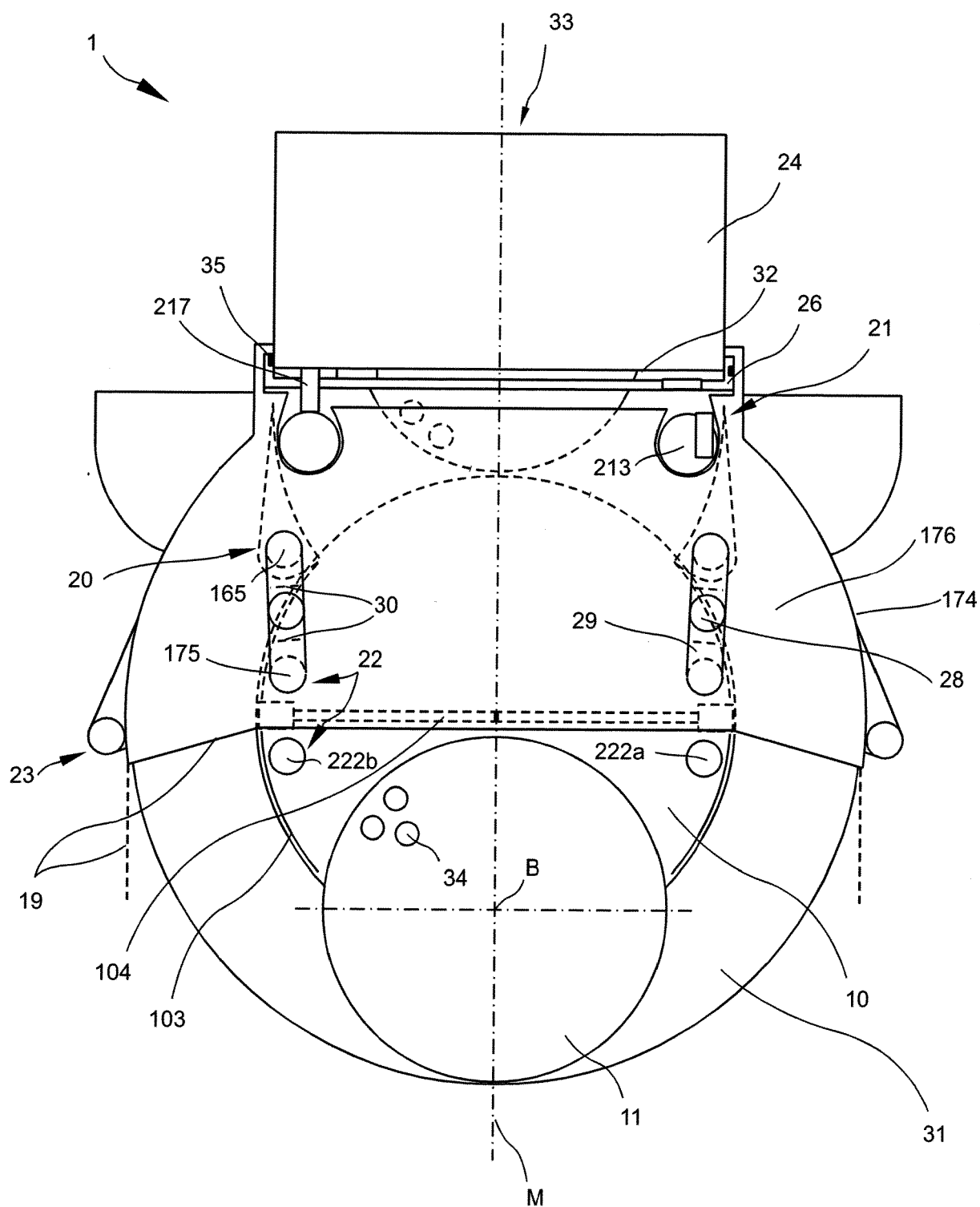


Figur 3b

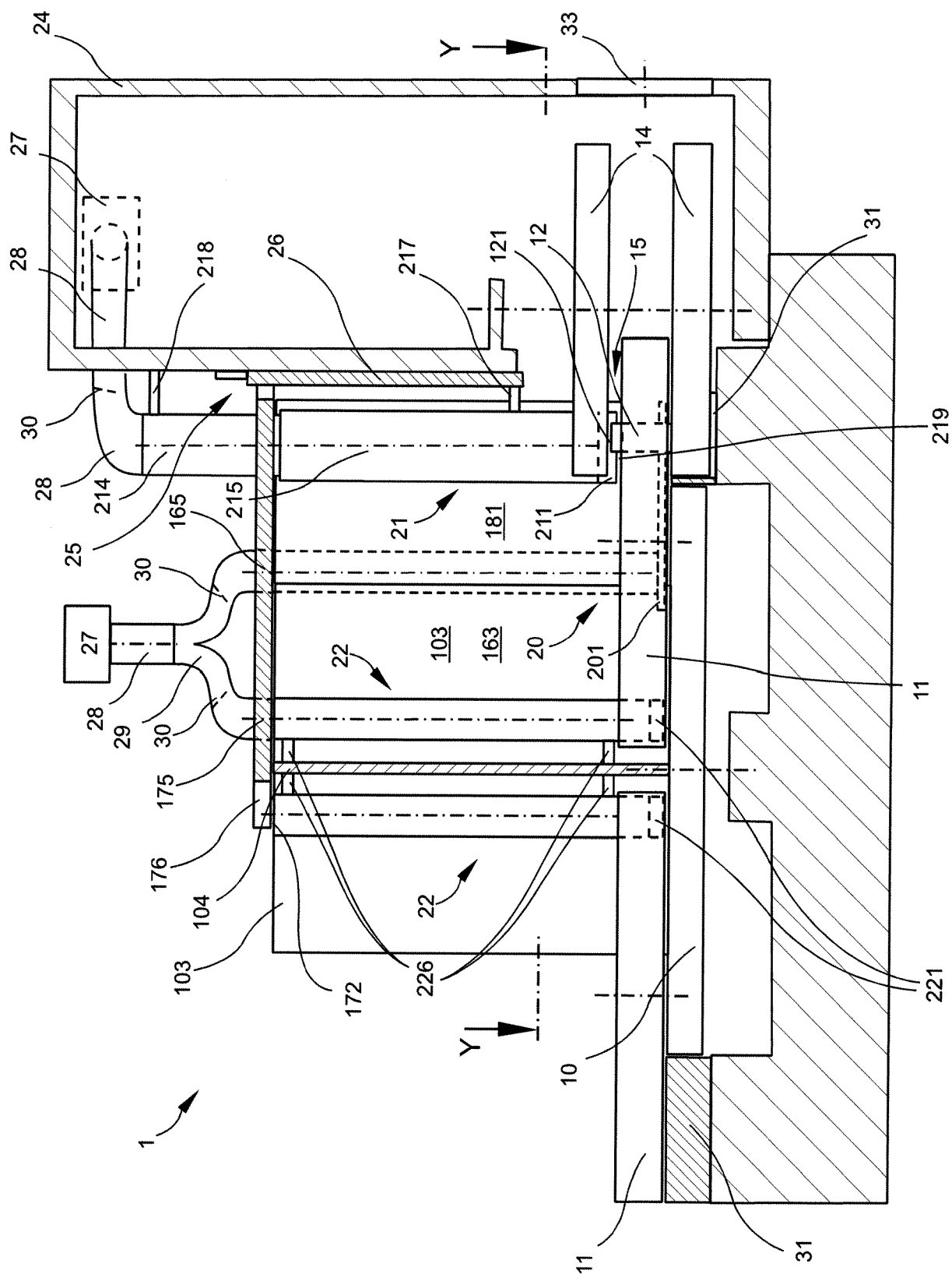
Y-Y



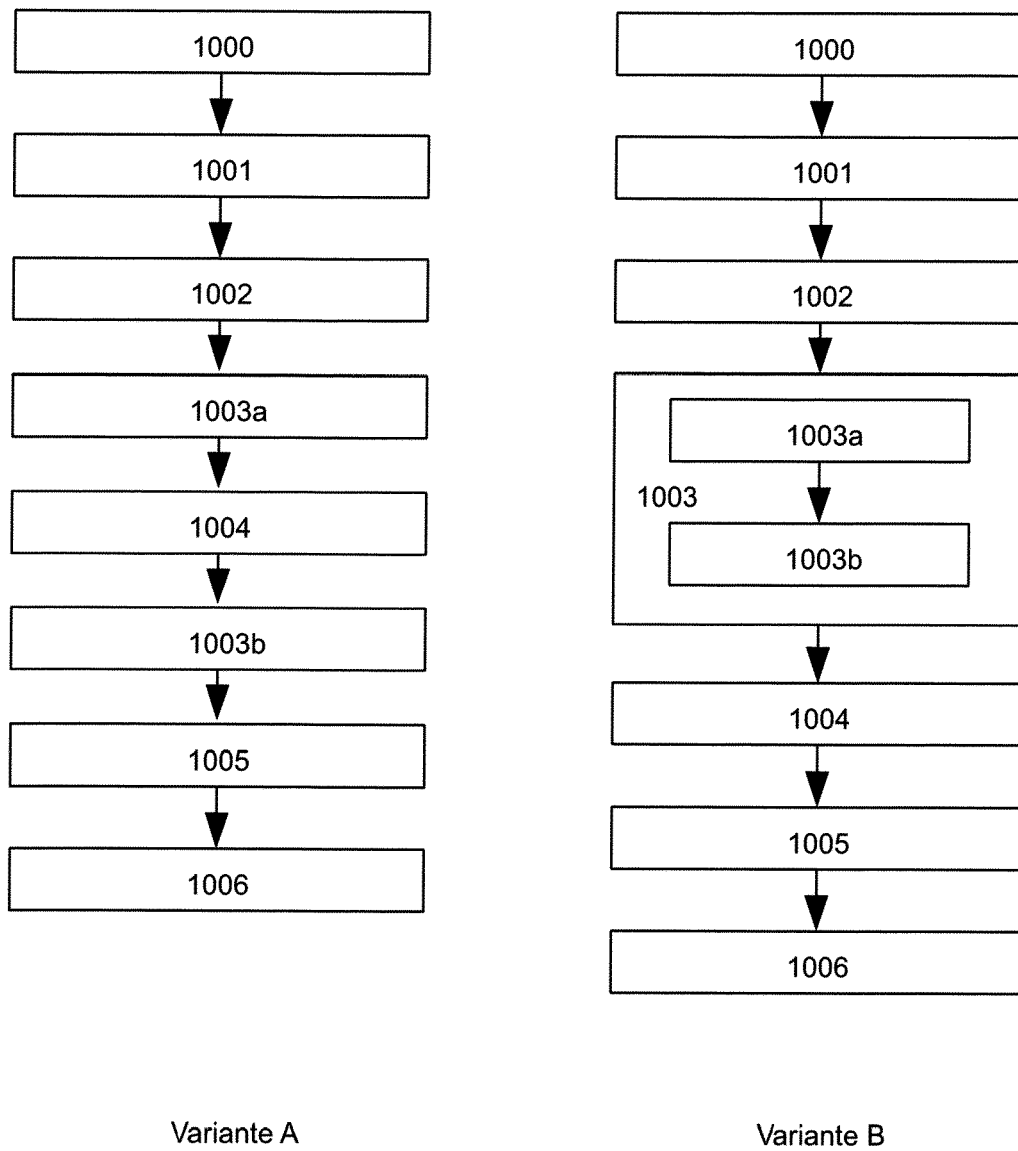
Figur 4a



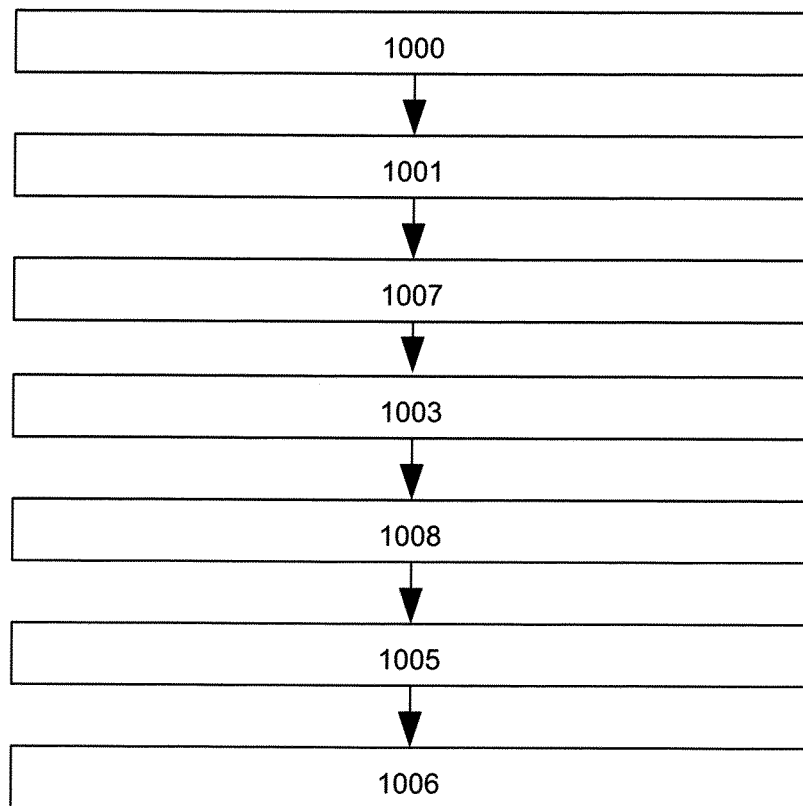
Figur 4b



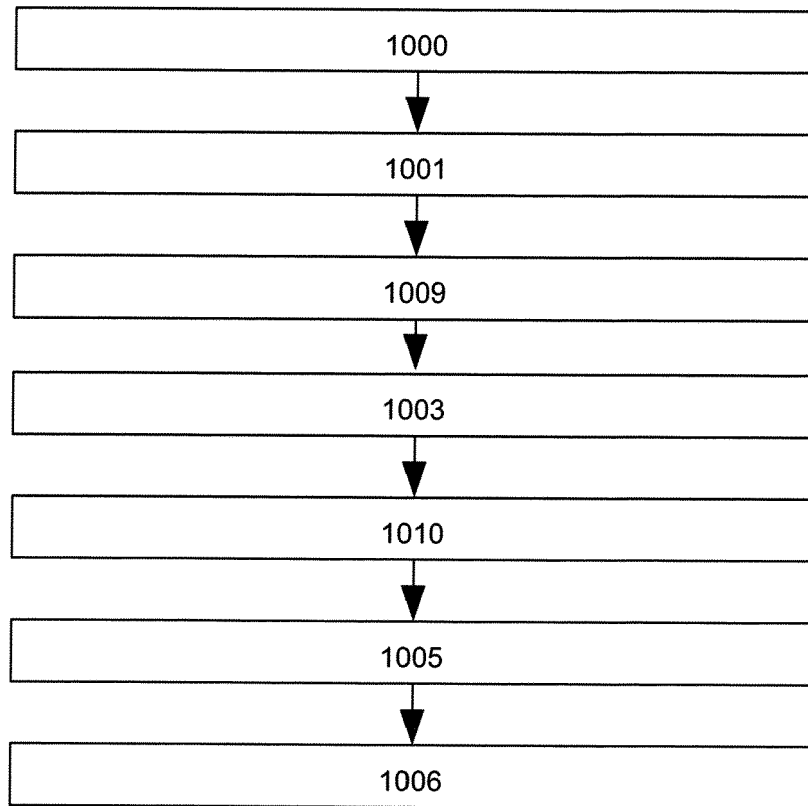
Figur 4c



Figur 5



Figur 6



Figur 7

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

- DE 102012201465 A1 [0007] [0008]
- US 5342156 A [0009]
- DE 202004020485 U1 [0010]
- DE 19907617 A1 [0011]
- CH 556217 A [0012]
- JP 2009279709 A [0013]