

(19)



(11)

EP 3 409 416 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.12.2018 Patentblatt 2018/49

(51) Int Cl.:
B23Q 7/02 (2006.01) **B24B 7/04** (2006.01)
B24B 41/00 (2006.01) **B24B 41/06** (2012.01)

(21) Anmeldenummer: **17173258.9**

(22) Anmeldetag: **29.05.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

• **WERNZ, Christoph**
73035 Göppingen (DE)
• **REIMSCHÜSSEL, Andreas**
34613 Treysa (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **Diskus Werke Schleiftechnik GmbH**
63128 Dietzenbach-Steinberg (DE)

(72) Erfinder:
• **PREIS, Josef**
35287 Amöneburg (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

(54) **SCHLEIFMASCHINE MIT WERKSTÜCKTRÄGEREINHEIT**

(57) Dargestellt und beschrieben ist eine Schleifmaschine (1,1') mit wenigstens einer Werkstückträgerereinheit (4) mit mehreren Werkstückträgern (5, 5', 5''), wobei die wenigstens zwei Werkstückträger (5, 5', 5'') um jeweils eine Werkstückträgerachse (X5) drehbar gelagert sind, und wobei die Werkstückträgerereinheit (4) um eine Werkstückträgerereinheitachse (X4) drehbar gelagert ist. Um eine reibungsarme und präzise Lagerung der Werkstückträger (5, 5', 5'') zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die Werkstückträger (5, 5', 5'') wälzgelagert sind.

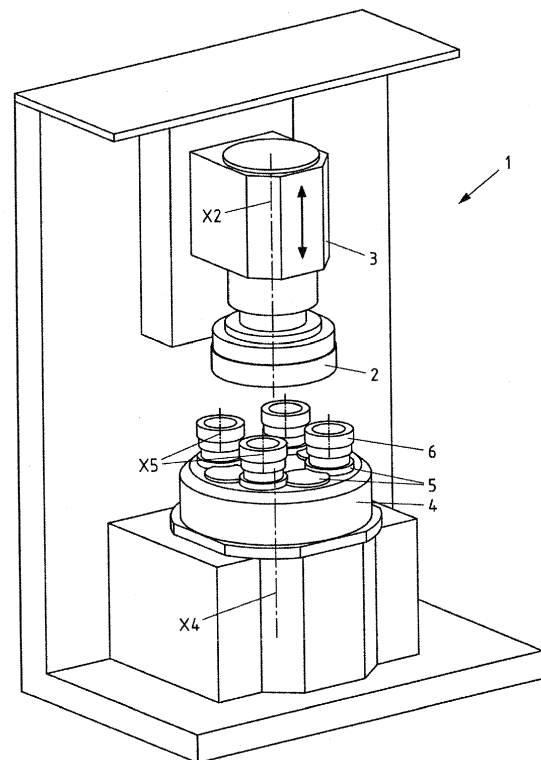


Fig.1A

EP 3 409 416 A1

Beschreibung

[0001] Beschrieben ist ein Schleifverfahren zur Bearbeitung der Oberfläche von Werkstücken, umfassend die folgenden Schritte: a) Bereitstellen einer Schleifmaschine mit wenigstens einem Schleifwerkzeug, wobei das Schleifwerkzeug um eine Schleifwerkzeugachse drehbar gelagert ist, b) Bereitstellen von wenigstens zwei zu bearbeitenden Werkstücken, c) Anordnen der Werkstücke auf einem von wenigstens zwei Werkstückträgern einer Werkstückträgerereinheit, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert sind, und wobei die Werkstückträgerereinheit um eine Werkstückträgerereinheitachse drehbar gelagert ist, und d) Schleifen der Werkstückoberflächen der Werkstücke, wobei das Schleifwerkzeug um die Schleifwerkzeugachse rotiert, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse rotieren, und wobei die Werkstückoberflächen von wenigstens zwei auf anderen Werkstückträgern angeordneten Werkstücken gleichzeitig bearbeitet werden.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Schleifmaschine mit wenigstens einer Werkstückträgerereinheit mit mehreren Werkstückträgern, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert sind, und wobei die Werkstückträgerereinheit um eine Werkstückträgerereinheitachse drehbar gelagert ist.

[0003] Unter "Schleifen" wird allgemein ein spanendes Fertigungsverfahren verstanden, bei dem überschüssiges Material in Form von Spänen abgetrennt wird. Die für das Schleifen eingesetzten Schleifwerkzeuge - beispielsweise Schleifscheiben - werden häufig hergestellt, indem ein Schüttgut, beispielsweise Korund, mit einem Bindemittel gebunden wird. Das Schleifen mit rotierendem Werkzeug - beispielsweise einer Schleifscheibe - ist zu unterscheiden von anderen Schleifverfahren, beispielsweise dem Bandschleifen.

[0004] Auf dem Gebiet der Schleiftechnik sind unterschiedliche Schleifverfahren und Schleifmaschinen bekannt. Bei vielen dieser Verfahren und Maschinen ist vorgesehen, dass die zu schleifenden Werkstücke auf einer Transporteinrichtung mit mehreren Werkstückaufnahmen angeordnet werden. Transporteinrichtungen mit mehreren Werkstückaufnahmen haben den Vorteil einer besonders effizienten Verfahrensführung, da die Dauer des Schleifvorgangs dazu genutzt werden kann, die freien Werkstückaufnahmen mit neuen, ungeschliffenen Werkstücken zu bestücken oder die bereits geschliffenen Werkstücke von ihren Werkstückaufnahmen zu entfernen. Ein weiterer Vorteil mehrerer Werkstückaufnahmen ist, dass mehrere Werkstücke gleichzeitig mit dem Werkstück in Eingriff bringbar sind.

[0005] Eine derartige Schleifmaschine ist beispielsweise aus der EP 0 941 803 B1 bekannt, dort in der Ausgestaltung einer Doppelpfanschleifmaschine mit zwei parallel zueinander zustellbaren Schleifscheiben und mit einer Transporteinrichtung mit drei Werkstückaufnah-

men.

[0006] Ein Nachteil derartiger Verfahren und Vorrichtungen ist jedoch die Eigenschaft, dass stets nur diejenige Werkstückaufnahme rotiert, auf der das aktuell bearbeitete Werkstück angeordnet ist bzw. auf der die aktuell bearbeiteten Werkstücke angeordnet sind. Die anderen Werkstückaufnahmen stehen derweil still, damit sie beladen bzw. entladen werden können. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass immer nur höhengleiche Werkstücke geschliffen werden können. Die bisher bekannten Verfahren zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Werkstücke mit ungespanntem Schleifen haben zudem den Nachteil, dass nur außen liegende Planflächen bearbeitet werden können und dass nur an außen liegenden Planflächen aufgelegt und dazu parallel geschliffen werden kann.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die eingangs beschriebene Schleifmaschine derart auszugestalten und weiterzubilden, dass unter Vermeidung der zuvor genannten Nachteile eine möglichst effizienter und präziser Schleifvorgang ermöglicht wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Schleifmaschine nach Patentanspruch 1 gelöst. Diese Schleifmaschine zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Werkstückträger wälzgelagert sind.

[0009] Beschrieben ist ein Schleifverfahren zur Bearbeitung der Oberfläche von Werkstücken, umfassend die folgenden Schritte: a) Bereitstellen einer Schleifmaschine mit wenigstens einem Schleifwerkzeug, wobei das Schleifwerkzeug um eine Schleifwerkzeugachse drehbar gelagert ist, b) Bereitstellen von wenigstens zwei zu bearbeitenden Werkstücken, c) Anordnen der Werkstücke auf einem von wenigstens zwei Werkstückträgern einer Werkstückträgerereinheit, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert sind, und wobei die Werkstückträgerereinheit um eine Werkstückträgerereinheitachse drehbar gelagert ist, und d) Schleifen der Werkstückoberflächen der Werkstücke, wobei das Schleifwerkzeug um die Schleifwerkzeugachse rotiert, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse rotieren, und wobei die Werkstückoberflächen von wenigstens zwei auf anderen Werkstückträgern angeordneten Werkstücken gleichzeitig bearbeitet werden.

[0010] Das Verfahren dient dazu, die Oberfläche von Werkstücken zu bearbeiten, insbesondere zu schleifen. Ein erster Schritt sieht vor, eine Schleifmaschine mit wenigstens einem Schleifwerkzeug bereitzustellen. Die Schleifmaschine kann auch zwei oder mehr Schleifwerkzeuge aufweisen. Bei den Schleifwerkzeugen kann es sich beispielsweise um Schleifscheiben handeln. Das Schleifwerkzeug ist um eine Schleifwerkzeugachse drehbar gelagert, es kann daher eine Rotationsbewegung ausführen. Ein weiterer Schritt sieht vor, dass wenigstens zwei zu bearbeitende Werkstücke bereitgestellt werden. Ein weiterer Schritt sieht vor, dass die Werkstücke auf einem von wenigstens zwei Werkstückträgern einer Werkstückträgerereinheit angeordnet werden. Dabei

sind die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert. Es können auch drei oder mehr Werkstückträger vorgesehen sein, in diesem Fall sind vorzugsweise alle Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert. Zudem ist die Werkstückträgereinheit um eine Werkstückträgereinheitachse drehbar gelagert. Ein weiterer Schritt sieht das Schleifen der Werkstückoberflächen der Werkstücke vor. Dabei rotiert das Schleifwerkzeug um die Schleifwerkzeugachse. Zudem rotieren die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse. Wenn drei oder mehr Werkstückträger vorgesehen sind, rotieren vorzugsweise alle Werkstückträger im jeweils eine Werkstückträgerachse. Die Werkstückoberflächen von wenigstens zwei auf anderen bzw. unterschiedlichen Werkstückträgern angeordneten Werkstücken werden gleichzeitig bearbeitet.

[0011] Indem vorgesehen ist, dass wenigstens zwei - vorzugsweise aber alle - Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse rotieren, können die Werkstückoberflächen von mehreren Werkstücken auch dann gleichzeitig bearbeitet werden, wenn die Werkstücke nicht auf demselben Werkstückträger angeordnet sind. Dies unterscheidet das beanspruchte Verfahren beispielsweise von der EP 0 941803 B1. Das gleichzeitige Schleifen mehrere Werkstücke hat zunächst den Vorteil einer effizienten Verfahrensführung. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass diejenigen Werkstücke, die gleichzeitig geschliffen werden, besonders präzise auf ein identisches Maß bzw. auf dasselbe Maß abgeschliffen werden können. Dies liegt darin begründet, dass der am weitesten vorstehende Punkt des Schleifwerkzeugs - also der tiefste Punkt - alle Werkstücke erreicht. Weitere Vorteile liegen darin, dass auch innenliegende Flächen bearbeitet werden können und dass bei "Mehrspindlern" (Schleifmaschinen mit mehreren rotierenden Schleifwerkzeugen) auch zylindrische Flächen bearbeitet werden können. Zudem ist vorteilhaft, dass zu innenliegenden bzw. zurückgesetzten Planflächen referenziert werden kann und dass zu einer gespannten Fläche (insbesondere Außenmantelfläche oder Bohrung) enge Lage-toleranzen (insbesondere Rechtwinkligkeit) eingehalten werden kann.

[0012] Nach einer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Werkstückträgereinheit vollständig um die Werkstückträgereinheitachse rotiert. Unter einer vollständigen Rotation wird eine Drehung von mehr als 360° verstanden. Eine kontinuierliche Rotation, also eine Rotation mit gleichbleibender Rotationsrichtung hat beispielsweise gegenüber einer oszillierenden Bewegung den Vorteil, dass die Werkstückträgereinheit nicht gebremst und beschleunigt werden muss. Vorzugsweise rotiert die Werkstückträgereinheit mit konstanter Rotationsgeschwindigkeit.

[0013] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die Werkstückträgereinheit um die Werkstückträgereinheitachse oszilliert. Unter einer Oszillation wird eine Drehbewegung verstanden, bei der die Rota-

tionsrichtung wechselt, also eine Hin- und Herbewegung. Eine oszillierende Bewegung hat den Vorteil, dass die Werkstücke, die auf den Werkstückträgern der Werkstückträgereinheit angeordnet sind, nur innerhalb eines begrenzten Bereichs bewegt werden. Dies erlaubt beispielsweise das Schleifen von Innenflächen der Werkstücke, wozu die Schleifwerkzeuge in die Werkstücke eingeführt werden müssen.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Werkstücke an einer Außenfläche geschliffen werden. Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass die Werkstücke an einer Innenfläche geschliffen werden. Das Schleifen der Außenflächen hat den Vorteil, dass mehrere Werkstücke von demselben Schleifwerkzeug geschliffen werden können. Dies ist beim Schleifen von Innenflächen nicht möglich, da hierzu die Schleifwerkzeuge ("Innenspindeln") in das Werkstück eingeführt werden müssen - beispielsweise in das Innerer eines Zylinderrings. Auch beim Schleifen von Innenflächen können mehrere Werkstücke gleichzeitig geschliffen werden, wenn mehrere Schleifwerkzeuge vorhanden sind. Durch die Fähigkeit sowohl Außenflächen als auch Innenflächen schleifen zu können, kann beispielsweise ein definiertes Maß zwischen einer außenliegenden Planfläche und einer innenliegenden Fläche, beispielsweise einer innenliegenden Schulter, erzeugt werden.

[0015] In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Schleifwerkzeugachse und die Werkstückträgereinheitachse parallel, insbesondere kollinear verlaufen. Durch einen parallelen Verlauf der Achsen wird erreicht, dass der Abstand zwischen dem Schleifwerkzeug und der Werkstückträgereinheit in jeder Drehstellung konstant ist. Zudem wird durch parallele Drehachsen ermöglicht, dass das rotierende Schleifwerkzeug nicht mit seiner Umfangsfläche ("Umfangsschleifen"), sondern mit einer seiner Seitenflächen ("Seitenschleifen") mit dem Werkstück in Kontakt kommt. Ein derartiges Schleifverfahren wird auch als "Seiten-Plan-schleifen" bezeichnet. Wenn die Schleifwerkzeugachse und die Werkstückträgereinheitachse nicht nur parallel, sondern sogar kollinear angeordnet sind, wird erreicht, dass das Schleifwerkzeug zentral oberhalb der Werkstückträgereinheit angeordnet ist und auf diese Weise einen möglichst großen Bereich der Werkstückträgereinheit abdecken kann. Dies erlaubt die gleichzeitige Bearbeitung möglichst vieler Werkstücke. Zudem ermöglicht die symmetrische Anordnung des Schleifwerkzeugs zentral oberhalb der Werkstückträgereinheit einen Schleifvorgang auch bei stillstehender Werkstückträgereinheit, sofern die Werkstückträger und das Schleifwerkzeug rotieren. Eine parallele Anordnung der Achsen ist in den meisten Fällen ausreichend, eine kollineare Anordnung ist nur in Sonderfällen erforderlich. Bei "Mehrspindlern" kann vorgesehen sein, dass die Schleifwerkzeuge individuell in axialer Richtung zugestellt werden können, um individuelle Maßkorrekturen zu ermöglichen.

[0016] Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfah-

rens ist vorgesehen, dass wenigstens eine Werkstückträgerachse parallel zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Es kann vorgesehen sein, dass alle Werkstückträgerachsen parallel zu der Werkstückträgereinheitachse verlaufen. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann in weiterer Ausgestaltung vorgesehen sein, dass wenigstens eine Werkstückträgerachse geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Es kann vorgesehen sein, dass alle Werkstückträgerachsen geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse verlaufen. Durch einen parallelen Verlauf der Achsen kann eine besonders gute Ebenheit, erkennbar am Kreuzschliffbild, sowie eine gute Rechtwinkligkeit der geschliffenen Flächen zur Werkstückrotationsachse erreicht werden. Durch eine Neigung der Werkstückträger können hingegen Bauteile mit einer definierten plan/hohl-Form gefertigt werden. Die Werkstückträger können in radialer Richtung der Werkstückträgereinheit geneigt sein, und zwar radial nach innen oder radial nach außen. Alternativ oder zusätzlich können die Werkstückträger in Umfangsrichtung bzw. in Tangentialrichtung der Werkstückträgereinheit verschränkt sein, und zwar in Drehrichtung oder gegen die Drehrichtung der Werkstückträgereinheit. Durch eine Verschränkung kann das Schliffbild beeinflusst werden. Wenn der Verschränkungswinkel auf 0° eingestellt ist, kann eine perfekte Ebenheit erreicht werden, was am Kreuzschliff erkennbar ist. Durch die Einstellung eines gezielten Verschränkungswinkels (ungleich 0° , also größer 0° oder kleiner 0°) kann hingegen ein gerichtetes Schliffbild erzeugt werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass unterschiedlich hohe Werkstücke gleichzeitig geschliffen werden. Unter unterschiedlich hohen Werkstücken werden insbesondere Werkstücke verstanden, die sich von dem Werkstückträger ausgehend unterschiedlich weit in Richtung des Schleifwerkzeugs erstrecken. Diese Vorgehensweise kann beispielsweise dadurch ermöglicht werden, dass einige oder alle der Werkstücke beim Schleifen auf Auflagen angeordnet werden. Indem zwischen dem Werkstückträger und der Werkstück eine Auflage angeordnet wird, können Höhenunterschiede ausgeglichen werden. Hierzu können unterschiedlich dicke bzw. unterschiedlich hohe Auflagen verwendet werden. Auch können Höhenunterschiede durch spezifische Werkzeugträger ausgeglichen werden.

[0018] Nach einer weiteren Ausbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Werkstückträger unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Werkstückträgereinheit einstellbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Rotationsrichtung der Werkstückträger unabhängig von der Rotationsrichtung der Werkstückträgereinheit einstellbar ist. Vorzugsweise ist sowohl die Rotationsgeschwindigkeit und/oder die Rotationsrichtung jedes Werkstückträgers unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit und/oder der Rotationsrichtung der Werk-

stückträgereinheit einstellbar. Auf diese Weise kann das Schleifverfahren optimal auf die Art der Werkstücke und auf das zu erzielende Schleifergebnis eingestellt werden. Bevorzugt rotieren die Werkstückträger beim Schleifvorgang mit einer anderen Winkelgeschwindigkeit als die Werkstückträgereinheit. Es kann vorgesehen sein, dass die Werkstückträger mit einer höheren Winkelgeschwindigkeit oder mit einer niedrigeren Winkelgeschwindigkeit als die Werkstückträgereinheit rotieren; bevorzugt ist jedoch, dass die Werkstückträger mit einer höheren Winkelgeschwindigkeit als die Werkstückträgereinheit rotieren.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Schleifwerkzeug zylindrisch geformt ist und in axialer Richtung und/oder in radialer Richtung relativ bewegbar gelagert ist. Durch die zylindrische Form können ebene Flächen geschliffen werden (durch die Stirnfläche bzw. Seitenfläche des Schleifwerkzeugs) und es können gekrümmte Flächen geschliffen werden (durch die Umfangsfläche bzw. Mantelfläche des Schleifwerkzeugs). Die axiale Beweglichkeit ermöglicht ein Aufsetzen des Schleifwerkzeugs auf das Werkstück und ein Abheben des Schleifwerkzeugs von dem Werkstück. Die Beweglichkeit in radialer Richtung hat insbesondere beim Schleifen von Innenflächen Vorteile, da das Schleifwerkzeug zunächst in das Werkstückeingeführt werden kann und danach - durch radiale Verschiebung - an die zu schleifende Fläche angestellt werden kann. Wenn mehrere Schleifwerkzeuge vorhanden sind, kann vorgesehen sein, dass jedes Schleifwerkzeug zylindrisch geformt ist und in axialer Richtung und/oder in radialer Richtung relativ - insbesondere relativ zu der Werkstückträgereinheit und/oder zu dem Werkstück - bewegbar gelagert ist. Gekrümmte Flächen können durch Schleifmaschinen mit mehreren Schleifwerkzeugen ("Mehrspindler") geschliffen werden, da bei Mehrspindlern die inneren und äußeren gekrümmten Mantelflächen des Werkstücks mit den relativ kleinen Werkzeugen gut erreichbar sind. Eine Zustellbewegung ist durch geringfügiges Schwenken der Werkstückträgereinheit erzeugbar.

[0020] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Schleifmaschine mit wenigstens einer Werkstückträgereinheit mit mehreren Werkstückträgern, wobei die wenigstens zwei Werkstückträger um jeweils eine Werkstückträgerachse drehbar gelagert sind, und wobei die Werkstückträgereinheit um eine Werkstückträgereinheitachse drehbar gelagert ist. Die Schleifmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückträger wälzgelagert sind. Mit der Werkstückträgereinheit (auch "Rundtisch" genannt) kann das zuvor beschriebene Schleifverfahren ausgeführt werden.

[0021] Indem die Werkstückträger wälzgelagert sind, können sie besonders reibungsarm angetrieben werden. Zudem kann durch Wälzlager eine sehr präzise und nahezu spielfreie Lagerung der Werkstückträger erreicht werden. Vorzugsweise weisen die Werkstückträger ein

Gehäuse und eine Welle auf, wobei die Welle gegenüber dem Gehäuse wälzgelagert ist. Die Welle jedes Werkstückträgers kann daher individuell angetrieben werden. Zudem kann durch Auswahl geeigneter Wälzlager (z.B. Pendelrollenlager) eine Winkelbeweglichkeit erreicht werden, wodurch die Welle relativ zu dem Gehäuse geringfügig geneigt werden kann.

[0022] Die Schleifmaschine weist neben der Werkstückträgereinheit wenigstens ein Schleifwerkzeug auf, wobei das Schleifwerkzeug um eine Schleifwerkzeugachse drehbar gelagert ist. Mit der Schleifmaschine kann das zuvor beschriebene Schleifverfahren ausgeführt werden. Bei Schleifmaschinen mit mehreren Schleifwerkzeugen ("Mehrspindler") ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Werkzeugspindeln zur Erzeugung definierter Werkstückmaße individuell zustellbar sind.

[0023] Die Schleifmaschine kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung ergänzt werden durch wenigstens einen Greifer zur Beladung und/oder zur Entladung der Werkstückträger. Durch einen, zwei oder mehr Greifer können die Werkstückträger der Werkstückträgereinheit mit Werkstücken beladen und entladen werden, wodurch eine automatisierte und effiziente Verfahrensführung möglich wird.

[0024] Zu dieser Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der wenigstens eine Greifer als Wendegreifer ausgestaltet ist. Unter einem Wendegreifer wird ein Greifer verstanden, der um wenigstens 180°, vorzugsweise aber um 360° drehbar ist. So kann der Greifer Werkstücke wenden, beispielsweise um eine Bearbeitung der Werkstücke auf unterschiedlichen Seiten der Werkstücke zu ermöglichen.

[0025] Bei der Bewegung der Werkstücke durch die Greifer findet die wesentliche Bewegung (längster Weg) der Werkstücke vorzugsweise quer zur Längsrichtung der Werkstücke statt, also quer zur Richtung der Werkstückachse.

[0026] Nach einer Ausgestaltung der Schleifmaschine ist vorgesehen, dass die Werkstückträgereinheit und die Werkstückträger unabhängig voneinander antreibbar sind, insbesondere gleichzeitig antreibbar sind. Unter unabhängigen Antrieben wird insbesondere verstanden, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Werkstückträger unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Werkstückträgereinheit einstellbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Rotationsrichtung der Werkstückträger unabhängig von der Rotationsrichtung der Werkstückträgereinheit einstellbar ist. Vorzugsweise ist sowohl die Rotationsgeschwindigkeit und/oder die Rotationsrichtung jedes Werkstückträgers unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit und/oder der Rotationsrichtung der Werkstückträgereinheit einstellbar. Auf diese Weise kann die Werkstückträgereinheit optimal auf die Art der Werkstücke und auf das zu erzielende Schleifergebnis eingestellt werden. Die Unabhängigkeit der Antriebe schließt jedoch nicht aus, dass die Rotationsbewegung der Werkstückträgereinheit und die Rotationsbewegung der Werkstückträger aufeinander abge-

stimmt sind, beispielsweise gemäß einer besonders einfachen Ausführung gekoppelt sind (ähnlich einem Planetengetriebe).

[0027] Nach einer Ausgestaltung der Werkstückträgereinheit ist vorgesehen, dass wenigstens eine Werkstückträgerachse parallel zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Es kann vorgesehen sein, dass alle Werkstückträgerachsen parallel zu der Werkstückträgereinheitachse verlaufen. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine Werkstückträgerachse geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Es kann vorgesehen sein, dass alle Werkstückträgerachsen geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse verlaufen. Durch einen parallelen Verlauf der Achsen kann eine besonders gute Ebenheit, erkennbar am Kreuzschliffbild, sowie eine gute Rechtwinkligkeit der geschliffenen Flächen zur Werkstückrotationsachse erreicht werden. Durch eine Neigung der Werkstückträger können hingegen Bauteile mit einer definierten plan/hohl-Form gefertigt werden. Die Werkstückträger können in radialer Richtung der Werkstückträgereinheit geneigt sein, und zwar radial nach innen oder radial nach außen. Alternativ oder zusätzlich können die Werkstückträger in Umfangsrichtung bzw. in Tangentialrichtung der Werkstückträgereinheit verschränkt sein, und zwar in Drehrichtung oder gegen die Drehrichtung der Werkstückträgereinheit. Durch eine Verschränkung kann das Schliffbild beeinflusst werden. Wenn der Verschränkungswinkel auf 0° eingestellt ist, kann eine perfekte Ebenheit erreicht werden, was am Kreuzschliff erkennbar ist. Durch die Einstellung eines gezielten Verschränkungswinkels (ungleich 0°, also größer 0° oder kleiner 0°) kann hingegen ein gerichtetes Schliffbild erzeugt werden.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausbildung der Werkstückträgereinheit kann vorgesehen sein, dass wenigstens einer der Werkstückträger neigbar und/oder verschränkbar gelagert ist. Vorzugsweise sind alle Werkstückträger neigbar und/oder verschränkbar gelagert. Durch eine neigbare oder verschränkbare Lagerung kann die Lage der Werkstückträgerachse verändert werden. Auf diese Weise können die Werkstückträger unterschiedliche Stellungen einnehmen. Beispielsweise kann die Werkstückträgerachse so eingestellt werden, dass sie parallel zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Alternativ hierzu kann die Werkstückträgerachse so eingestellt werden, dass sie schräg, also geneigt oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse verläuft. Die Lagerung der Werkstückträger kann derart gestaltet sein, dass die Werkstückträger in radialer Richtung der Werkstückträgereinheit neigbar sind (radial nach innen oder radial nach außen). Alternativ oder zusätzlich kann die Lagerung der Werkstückträger derart gestaltet sein, dass die Werkstückträger in Umfangsrichtung der Werkstückträgereinheit verschränkbar sind (in Drehrichtung oder gegen die Drehrichtung der Werkstückträgereinheit). Die Lagerung der Werkstückträger kann beispielsweise als Kalottenlagerung, vorzugsweise

als feststellbare Kalottenlagerung ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann die Neigung bzw. die Verschränkung durch elastische Materialverformung bestimmter Bereiche des Werkstückträgers erreicht werden. Der Werkstückträger weist beispielsweise eine rotierende Welle, ein Gehäuse und Lager (insb. Wälzlager) auf. Entscheidend für die Schrägstellung der Achse eines Werkstückträgers ist die Verkipfung der Lagerung des Werkstückträgers. Dies geschieht, indem das (ein- oder mehrteilige Gehäuse mit den Lagersitzen als Ganzes verkippt wird oder aber in Bereichen elastisch verformt wird. Alternativ kann die Achse verstellt werden, wenn nur eines der beiden Lager geringfügig verstellt wird. Zur Reduktion der erforderlichen Verformungskraft ist es hilfreich, wenn das Gehäuse gezielt geschwächt ist.

[0029] Eine weitere Ausbildung der Werkstückträgerereinheit sieht vor, dass wenigstens einer der Werkstückträger in einer geneigten und/oder verschränkten Stellung fixiert werden kann. Hierzu wird weiter vorgeschlagen, dass wenigstens einer der Werkstückträger zur Fixierung der geneigten und/oder verschränkten Stellung einen fixierbaren Stellring aufweist. Zur Einstellung der Neigung und Verschränkung kann vorgesehen sein, dass wenigstens einer der Werkstückträger Stellschrauben zum Justieren seiner Neigung und/oder Verschränkung aufweist. Sowohl der Neigungswinkel als auch der Verschränkungswinkel sollen justierbar und in der justierten Position fixierbar sein. Die Neigung bzw. Verschränkung kann durch eine geeignete Lagerung (z.B. Kalottenlagerung) oder durch elastische Deformation des Gehäuses erreicht werden. Die Fixierung kann beispielsweise durch einen Stellring erfolgen, der vorzugsweise durch axiale Feststellschrauben fixiert wird. Eine besonders präzise Justierung kann durch Stellschrauben erreicht werden.

[0030] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Werkstückträgerereinheit ist vorgesehen, dass die Werkstückträger unterschiedliche Werkstückaufnahmen aufweisen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Werkstückträger unterschiedlich hohe Werkstückaufnahmen aufweisen. Unter unterschiedlich hohen Werkstückaufnahmen werden insbesondere Werkstückaufnahmen verstanden, die sich von der Werkstückträgerereinheit ausgehend unterschiedlich weit in Richtung des Schleifwerkzeugs erstrecken. Auf diese Weise können unterschiedliche hohe Werkstücke gleichzeitig von demselben Schleifwerkzeug geschliffen werden. Die Werkstückaufnahmen können integral - also als Teil der Werkstückträger - gestaltet sein oder als separates Bauteil gestaltet sein, beispielsweise als Auflage, die zwischen dem Werkstückträger und der Werkstück angeordnet wird. Es kann sich um spannende Werkstückaufnahmen, formschlüssige Werkstückaufnahmen und/oder reibschlüssige Werkstückaufnahmen handeln.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausbildung der Werkstückträgerereinheit ist vorgesehen, dass die Werkstücke kraftschlüssig auf die Werkstückträger gespannt werden. Hierzu weisen die Werkstückträger vorzugsweise

Spannmittel auf, mit denen eine kraftschlüssige Einspannung der Werkstücke möglich ist. Beim Feinschleifen kommen beispielsweise rotierende Werkstückträger-scheiben zum Einsatz, bei denen es sich um einfach geformte Bleche handeln kann. Diese Bleche können Bohrungen enthalten, welche die Werkstücke direkt aufnehmen können. Alternativ hierzu können schwimmend gelagerte Werkstückträger vorgesehen sein, die ebenfalls als einfache Bleche gestaltet sein können. Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass sie keine eigensteife Lagerung darstellt. Diesem Nachteil kann durch eine kraftschlüssige Einspannung der Werkstücke begegnet werden.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer lediglich ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1A: eine erste Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine in einer perspektivischen Ansicht,
- Fig. 1B: das Schleifwerkzeug und die Werkstückträgerereinheit der Schleifmaschine aus Fig. 1A in einer Vorderansicht,
- Fig. 1C: die Werkstückträgerereinheit der Schleifmaschine aus Fig. 1A in einer Draufsicht,
- Fig. 2A: eine zweite Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine in einer perspektivischen Ansicht,
- Fig. 2B: die Schleifwerkzeuge und die Werkstückträgerereinheit der Schleifmaschine aus Fig. 2A in einer Vorderansicht,
- Fig. 2C: die Werkstückträgerereinheit der Schleifmaschine aus Fig. 2A in einer Draufsicht,
- Fig. 3A: eine alternative Ausgestaltung einer Werkstückträgerereinheit in einer Draufsicht,
- Fig. 3B: die Werkstückträgerereinheit aus Fig. 3A in einer geschnittenen Ansicht entlang der in Fig. 3A eingezeichneten Schnittebene A-A,
- Fig. 3C: die Werkstückträgerereinheit aus Fig. 3A in einer geschnittenen Ansicht entlang der in Fig. 3A eingezeichneten Schnittebene B-B,
- Fig. 4A: den Werkstückträger aus Fig. 3A in einer vergrößerten Ansicht, und
- Fig. 4B: eine alternative Ausgestaltung des Werkstückträgers aus Fig. 4A.

[0033] Fig. 1A zeigt eine erste Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine 1 in einer perspektivischen Ansicht. Bei der dargestellten Schleifmaschine 1 handelt es sich um eine so genannte Planschleifmaschine, genauer: um eine Seiten-Planschleifmaschine. Die Schleifmaschine 1 umfasst ein Schleifwerkzeug 2, das um eine Schleifwerkzeugachse X2 drehbar gelagert ist. Die Schleifwerkzeugachse X2 ist senkrecht bzw. vertikal ausgerichtet ("Senkrechte Spindel"). Bei dem Schleifwerkzeug 2 handelt es sich um eine Schleifscheibe, die etwa zylindrisch geformt ist. Das Schleifwerkzeug 2 wird durch einen Antrieb 3 angetrieben und kann in

wenigstens vertikaler Richtung - also in Richtung der Schleifwerkzeugachse X2 - verschoben werden.

[0034] Die in Fig. 1 gezeigte Schleifmaschine 1 umfasst zudem eine Werkstückträgereinheit 4 mit acht umlaufend angeordneten Werkstückträgern 5. Auf jedem zweiten Werkstückträger 5 - also auf insgesamt vier der acht Werkstückträger 5 - sind zu bearbeitende Werkstücke 6 angeordnet. Die Werkstückträgereinheit 4 ist um eine Werkstückträgereinheitachse X4 drehbar gelagert. Die Werkstückträgereinheitachse X4 ist senkrecht bzw. vertikal ausgerichtet. Zudem verläuft die Werkstückträgereinheitachse X4 kollinear zur Schleifwerkzeugachse X2. Die Werkstückträger 5 sind ebenfalls drehbar gelagert, und zwar um jeweils eine Werkstückträgerachse X5. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausgestaltung der Schleifmaschine 1 sind die Werkstückträgerachsen X5 etwa senkrecht bzw. vertikal ausgerichtet und parallel zur Werkstückträgereinheitachse X4 angeordnet. Alternativ hierzu könnten die Werkstückträgerachse X5 jedoch auch relativ zur Werkstückträgereinheitachse X4 geneigt angeordnet sein. Dies wird nachfolgend im Zusammenhang mit einer anderen Ausgestaltung der Schleifmaschine diskutiert.

[0035] Das Schleifen der Werkstücke 6 erfolgt auf der in Fig. 1 gezeigten Schleifmaschine 1, indem das Schleifwerkzeug 2 um die Schleifwerkzeugachse X2 rotiert. Zudem rotiert die Werkstückträgereinheit 4 um die Werkstückträgereinheitachse X4 und die Werkstückträger 5 rotieren um ihre Werkstückträgerachsen X5. Nachdem das Schleifwerkzeug 2 auf die zu bearbeitenden Werkstücke 6 abgesenkt wurde, werden die Oberflächen mehrerer Werkstücke 6, insbesondere aller Werkstücke 6 - vorzugsweise gleichzeitig - von dem Schleifwerkzeug 2 erfasst und geschliffen. Das Schleifwerkzeug 2 und sein Antrieb 3 können in vertikaler Richtung verschoben werden, um das Schleifwerkzeug 2 auf die Werkstücke 6 aufsetzen und wieder abheben zu können (in Fig. 1A durch einen Doppelpfeil dargestellt).

[0036] In Fig. 1B sind das Schleifwerkzeug 2 und die Werkstückträgereinheit 4 der Schleifmaschine 1 aus Fig. 1A in einer Vorderansicht gezeigt. Diejenigen Bereiche der Schleifmaschine 1, die bereits im Zusammenhang mit Fig. 1A beschrieben wurden, sind in Fig. 1B - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Das Schleifwerkzeug 2 weist eine ebene Schleiffläche 7 auf und die Werkstücke 6 weisen eine zu bearbeitende Oberfläche 8 auf. Die ebene Schleiffläche 7 des Schleifwerkzeugs 2 verläuft etwa rechtwinklig zur Schleifwerkzeugachse X2 und die zu bearbeitenden Oberflächen 8 der Werkstücke 6 verlaufen etwa rechtwinklig zu den Werkstückträgerachsen X5. Erkennbar verlaufen die Schleifwerkzeugachse X2 und die Werkstückträgereinheitachse X4 kollinear, während die Werkstückträgerachsen X5 parallel versetzt zu diesen beiden Achsen X2, X4 verlaufen. Gezeigt ist in Fig. 1B eine Maschinenstellung vor Beginn des Schleifvorgangs; zu diesem Zeitpunkt existiert zwischen der Schleiffläche 7 des Schleifwerkzeugs 2 und den zu bearbeitenden Oberflä-

chen 8 der Werkstücke 6 in vertikaler Richtung noch ein Abstand 9. Die vertikale Verschiebbarkeit des Schleifwerkzeugs 2 und seines Antriebs 3 sind in Fig. 1B durch einen geraden Doppelpfeil dargestellt; die Rotationsbewegungen sind aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit hingegen nicht mit Pfeilen gekennzeichnet.

[0037] Fig. 1C zeigt die Werkstückträgereinheit 4 der Schleifmaschine 1 aus Fig. 1A in einer Draufsicht. Diejenigen Bereiche der Schleifmaschine 1, die bereits im Zusammenhang mit Fig. 1A oder Fig. 1B beschrieben wurden, sind in Fig. 1C - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. In der Draufsicht ist besonders gut erkennbar, dass das Schleifwerkzeug 2 alle vier zu bearbeitenden Werkstücke 6 erfasst. Aufgrund der Rotation der Werkstücke 6 um die Werkstückträgerachsen X5 werden alle zu schleifenden Bereiche der Werkstücke 6 von dem Schleifwerkzeug 2 erfasst, obgleich der Durchmesser D2 des Schleifwerkzeugs 2 geringer ist als der Durchmesser D4 der Werkstückträgereinheit 4 und obgleich die Werkstücke 6 mit ihrem Außendurchmesser D6 in radialer Richtung teilweise außerhalb des Schleifwerkzeugs 2 angeordnet sind. Dies wird dadurch erreicht, dass der Abstand der Werkstückträgerachsen X5 von der Schleifwerkzeugachse X2 geringer ist als der halbe Durchmesser D2 (also der Radius) des Schleifwerkzeugs 2. Die Rotation des Schleifwerkzeugs 2 und die Rotation der Werkstücke 6 sind in Fig. 1C durch gekrümmte Pfeile dargestellt; es ist erkennbar, dass das Schleifwerkzeug 2 und die Werkstücke 6 dieselbe Rotationsrichtung aufweisen, nämlich im Uhrzeigersinn. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Werkstückträgereinheit 4 um ihre Werkstückträgereinheitachse X4 rotiert.

[0038] Fig. 2A zeigt eine zweite Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schleifmaschine 1' in einer perspektivischen Ansicht. Diejenigen Bereiche der Schleifmaschine 1', die bereits im Zusammenhang mit Fig. 1A bis Fig. 1C beschrieben wurden, sind in Fig. 2A - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Ein Unterschied zwischen der ersten Ausgestaltung der Schleifmaschine 1 (Fig. 1A bis Fig. 1C) und der zweiten Ausgestaltung der Schleifmaschine 1' (Fig. 2A bis Fig. 2C) liegt darin, dass die zweite Ausgestaltung der Schleifmaschine 1' vier Schleifwerkzeuge 2' aufweist, die um jeweils eine Schleifwerkzeugachse X2' drehbar gelagert sind.

[0039] In Fig. 2B sind die Schleifwerkzeuge 2' und die Werkstückträgereinheit 4 der Schleifmaschine 1' aus Fig. 2A in einer Vorderansicht dargestellt. Diejenigen Bereiche der Schleifmaschine 1', die bereits im Zusammenhang mit Fig. 2A beschrieben wurden, sind in Fig. 2B - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Die Schleifwerkzeuge 2' weisen jeweils eine Schleiffläche 7' auf, die etwa rechtwinklig zur jeweiligen Schleifwerkzeugachse X2' verläuft. Die zu bearbeitenden Werkstücke 6 sind auf jeweils einem Werkstückträger 5 angeordnet, wobei es sich bei den zu bearbeitenden Oberflächen 8 der Werkstücke 6 diesmal

um innenliegende Oberflächen 8 handelt. Die Werkstückträger 5 weisen Werkstückträgerachsen X5 auf, die parallel versetzt zur Werkstückträgerereinheitachse X4 verlaufen. Die Schleifwerkzeugachse X2 und die Werkstückträgerereinheitachse X4 verlaufen kollinear. Die vertikale Verschiebbarkeit der Schleifwerkzeuge 2' und ihres Antriebs 3 sind in Fig. 2B durch einen geraden Doppelpfeil dargestellt. Die Schleifwerkzeuge 2' sind zudem in radialer Richtung verschiebbar (parallele Verschiebung der Schleifwerkzeugachsen X2'), was aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit jedoch nicht durch Pfeile gekennzeichnet ist.

[0040] Fig. 2C zeigt die Werkstückträgerereinheit 4 der Schleifmaschine 1' aus Fig. 2A in einer Draufsicht. Diejenigen Bereiche der Schleifmaschine 1', die bereits im Zusammenhang mit Fig. 2A oder Fig. 2B beschrieben wurden, sind in Fig. 2C - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. In der Draufsicht ist besonders gut erkennbar, dass jedem der vier Werkstücke 6 ein eigenes Schleifwerkzeug 2' zugeordnet ist. Da der Außendurchmesser D2' der Schleifwerkzeuge 2' kleiner ist als der Innendurchmesser D6i der Werkstücke 6, können die Schleifwerkzeuge 2' in die Werkstücke 6 eingeführt werden und auf diese Weise innen liegende Flächen der Werkstücke 6 schleifen. Die Rotation der Schleifwerkzeuge 2' und die Rotation der Werkstücke 6 sind in Fig. 2C durch gekrümmte Pfeile dargestellt. Da die Schleifwerkzeuge 2' in die Werkstücke 6 eingeführt sind, kann die Werkstückträgerereinheit 4 keine vollständig umlaufende Rotationsbewegung um die Werkstückträgerereinheitachse X4 machen; stattdessen macht die Werkstückträgerereinheit 4 eine oszillierende Rotationsbewegung (dargestellt durch einen gekrümmten Doppelpfeil).

[0041] In Fig. 3A ist eine alternative Ausgestaltung einer Werkstückträgerereinheit 4 in einer Draufsicht gezeigt. Diejenigen Bereiche der Werkstückträgerereinheit 4, die bereits zuvor beschrieben wurden, sind in Fig. 3A - und in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Die dritte Ausgestaltung der Werkstückträgerereinheit 4 unterscheidet sich insbesondere dadurch von der zuvor beschriebenen Ausgestaltung, dass Werkstückträger 5' mit einer neigbaren bzw. verschränkbaren Lagerung vorgesehen sind. Hierauf wird im Zusammenhang mit Fig. 3B und Fig. 3C detaillierter eingegangen.

[0042] Fig. 3B zeigt die Werkstückträgerereinheit aus Fig. 3A in einer geschnittenen Ansicht entlang der in Fig. 3A eingezeichneten Schnittebene A-A und in Fig. 3C ist die Werkstückträgerereinheit aus Fig. 3A in einer geschnittenen Ansicht entlang der in Fig. 3A eingezeichneten Schnittebene B-B dargestellt. Diejenigen Bereiche der Werkstückträgerereinheit 4, die bereits zuvor beschrieben wurden, sind in Fig. 3B und in Fig. 3C - wie auch in allen weiteren Figuren - mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. In Fig. 3B ist erkennbar, dass der Werkstückträger 5' eine Kipplagerung 10 aufweist, auf die nachfolgend noch detaillierter eingegangen wird. Die Kipplage-

rung 10 erlaubt sowohl eine Schwenkbewegung bzw. Kippbewegung des Werkstückträgers 5' in radialer Richtung der Werkstückträgerereinheit 4 - also entlang der Schnittebene A-A in Fig. 3A (gekrümmter Doppelpfeil in Fig. 3B; "Neigung") als auch in Umfangsrichtung bzw. in tangentialer Richtung der Werkstückträgerereinheit 4 - also entlang der Schnittebene B-B in Fig. 3A (gekrümmter Doppelpfeil in Fig. 3C; "Verschränkung"). Durch Kombination der beiden dargestellten - rechtwinklig zueinander verlaufenden - Schwenkrichtungen kann der Werkstückträger 5' in jede Richtung geneigt bzw. verschränkt werden. Dies hat zur Folge, dass die Werkstückträgerachse X5 nicht mehr zwingend parallel zur Werkstückträgerereinheitachse X4 verlaufen muss sondern - je nach Stellung des Werkstückträgers 5' - geneigt oder verschränkt sein kann.

[0043] In Fig. 4A ist der Werkstückträger 5' aus Fig. 3A in einer vergrößerten Ansicht gezeigt. Fig. 4B zeigt eine alternative Ausgestaltung des Werkstückträgers 5' aus Fig. 4A. Diejenigen Bereiche der Werkstückträger 5', 5", die bereits zuvor beschrieben wurden, sind in Fig. 4A und in Fig. 4B mit entsprechenden Bezugszeichen versehen. Der Werkstückträger 5', 5" ist in beiden Ausgestaltungen relativ zu der Werkstückträgerereinheit 4 drehbar gelagert, wozu der Werkstückträger 5' aus Fig. 4A ebenso wie der Werkstückträger 5" aus Fig. 4B Wälzlager 12 aufweist, mit denen eine rotierende Welle 13 drehbar in einem Gehäuse 14 gelagert ist. Zudem ist der Werkstückträger 5', 5" in beiden Ausgestaltungen schwenkbar gelagert. Dies wird bei dem Werkstückträger 5' aus Fig. 4A über eine Kipplagerung 10 erreicht, die als Kalottenlagerung ausgestaltet ist. Der Werkstückträger 5' weist einen fixierbaren Stellring 15 auf, der um das Gehäuse 14 herum verläuft. Die Lage des Stellrings 15 - und somit auch die Neigungslage bzw. Verschränkungslage des Werkstückträgers 5' - kann über Stell-schrauben 16 präzise justiert werden. Bei dem in Fig. 4A gezeigten Beispiel ist eine radiale Stellschraube 16A und eine axiale Stellschraube 16B vorhanden. Im Anschluss an die Justierung kann die Position des Werkstückträgers 5' über Feststellschrauben 17 in jeder beliebigen Neigungslage bzw. Verschränkungslage festgestellt werden. Bei dem Werkstückträger 5" aus Fig. 4B funktioniert die Kipplagerung 10' hingegen durch eine elastische Verformung bestimmter Bereiche des Werkstückträgers 5". Die für die elastische Verformung bestimmten Bereiche können beispielsweise besonders dünn ausgebildet sein. Die in Fig. 4B gezeigte Kipplagerung 10' ist nur für kleinere Kippwinkel geeignet, für größere Kippwinkel wird die in Fig. 4A dargestellte Kipplagerung 10 bevorzugt.

Bezugszeichenliste:

[0044]

1,1':	Schleifmaschine
2,2':	Schleifwerkzeug

3:	Antrieb (des Schleifwerkzeugs 2,2')	
4:	Werkstückträgereinheit	
5,5',5":	Werkstückträger	
6:	Werkstück	
7, 7':	Schleiffläche (des Schleifwerkzeugs 2,2')	5
8:	Oberfläche (des Werkstücks 6)	
9:	Abstand (zwischen Schleifwerkzeug 2, 2' und Werkstück 6)	
10,10':	Kipplagerung	10
12:	Wälzlager (des Werkstückträgers)	
13:	Welle (des Werkstückträgers)	
14:	Gehäuse (des Werkstückträgers)	
15:	Stelling	
16, 16A, 16B:	Stellschraube	15
17:	Feststellschraube	

D2, D2':	Außendurchmesser (des Schleifwerkzeugs 2,2')	
D4:	Außendurchmesser (der Werkstückträgereinheit 4)	20
D6:	Außendurchmesser (der Werkstücke 6)	
D6i:	Innendurchmesser (der Werkstücke 6)	
X2, X2':	Schleifwerkzeugachse	
X4:	Werkstückträgereinheitachse	25
X5:	Werkstückträgerachse	

Patentansprüche

1. Schleifmaschine (1,1') mit wenigstens einer Werkstückträgereinheit (4) mit mehreren Werkstückträgern (5, 5', 5"),
 - wobei die wenigstens zwei Werkstückträger (5, 5', 5") um jeweils eine Werkstückträgerachse (X5) drehbar gelagert sind, und
 - wobei die Werkstückträgereinheit (4) um eine Werkstückträgereinheitachse (X4) drehbar gelagert ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstückträger (5, 5', 5") wälzgelagert sind.
2. Schleifmaschine (1,1') nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
 wenigstens einen Greifer zur Beladung und/oder zur Entladung der Werkstückträger (5, 5', 5").
3. Schleifmaschine (1,1') nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der wenigstens eine Greifer als Wendegreifer ausgestaltet ist.
4. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstückträgereinheit (4) und die Werkstück-

träger (5, 5', 5") unabhängig voneinander antreibbar sind, insbesondere gleichzeitig antreibbar sind.

5. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens eine Werkstückträgerachse (X5) parallel zu der Werkstückträgereinheitachse (X4) verläuft.
6. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens eine Werkstückträgerachse (X5) geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse (X4) verläuft.
7. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5") neigbar und/oder verschränkbar gelagert ist.
8. Schleifmaschine (1,1') nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5") in einer geneigten und/oder verschränkten Stellung fixiert werden kann.
9. Schleifmaschine (1,1') nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5") zur Fixierung der geneigten und/oder verschränkten Stellung einen fixierbaren Stelling (15) aufweist.
10. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5") Stellschrauben (16A, 16B) zum Justieren seiner Neigung und/oder Verschränkung aufweist.
11. Schleifmaschine (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstückträger (5,5',5") unterschiedliche Werkstückaufnahmen aufweisen.
12. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstücke (6) kraftschlüssig auf die Werkstückträger (5, 5', 5") gespannt werden.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Schleifmaschine (1, 1') mit wenigstens einer Werkstückträgereinheit (4) mit mehreren Werkstückträgern (5, 5', 5''),

- wobei die wenigstens zwei Werkstückträger (5, 5', 5'') um jeweils eine Werkstückträgerachse (X5) drehbar gelagert sind,
 - wobei die Werkstückträgereinheit (4) um eine Werkstückträgereinheitachse (X4) drehbar gelagert ist, und
 - wobei die Werkstückträger (5, 5', 5'') wälzgelagert sind,
gekennzeichnet durch
 wenigstens einen Greifer zur Beladung und/oder zur Entladung der Werkstückträger (5, 5', 5''), wobei der wenigstens eine Greifer als Wendegreifer ausgestaltet ist.
2. Schleifmaschine (1, 1') nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstückträgereinheit (4) und die Werkstückträger (5, 5', 5'') unabhängig voneinander antreibbar sind, insbesondere gleichzeitig antreibbar sind.
3. Schleifmaschine (1, 1') nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens eine Werkstückträgerachse (X5) parallel zu der Werkstückträgereinheitachse (X4) verläuft.
4. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens eine Werkstückträgerachse (X5) geneigt und/oder verschränkt zu der Werkstückträgereinheitachse (X4) verläuft.
5. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5'') neigbar und/oder verschränkbar gelagert ist.
6. Schleifmaschine (1, 1') nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5'') in einer geneigten und/oder verschränkten Stellung fixiert werden kann.
7. Schleifmaschine (1, 1') nach Anspruch 5 oder Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5'') zur Fixierung der geneigten und/oder verschränkten Stellung einen fixierbaren Stellring (15) aufweist.
8. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens einer der Werkstückträger (5', 5'') Stellschrauben (16A, 16B) zum Justieren seiner Neigung und/oder Verschränkung aufweist.
9. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstückträger (5, 5', 5'') unterschiedliche Werkstückaufnahmen aufweisen.
10. Schleifmaschine (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Werkstücke (6) kraftschlüssig auf die Werkstückträger (5, 5', 5'') gespannt werden.

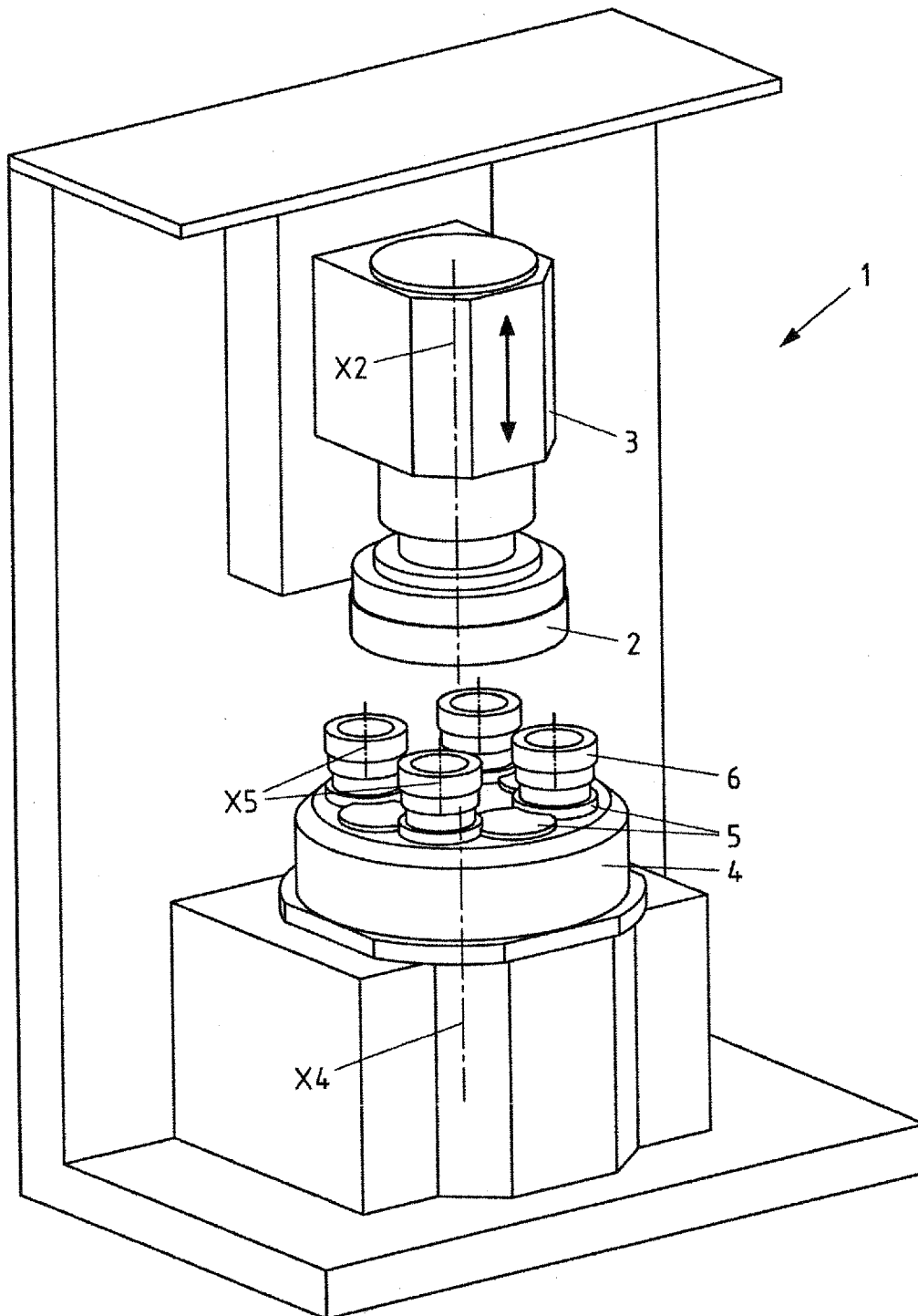


Fig.1A

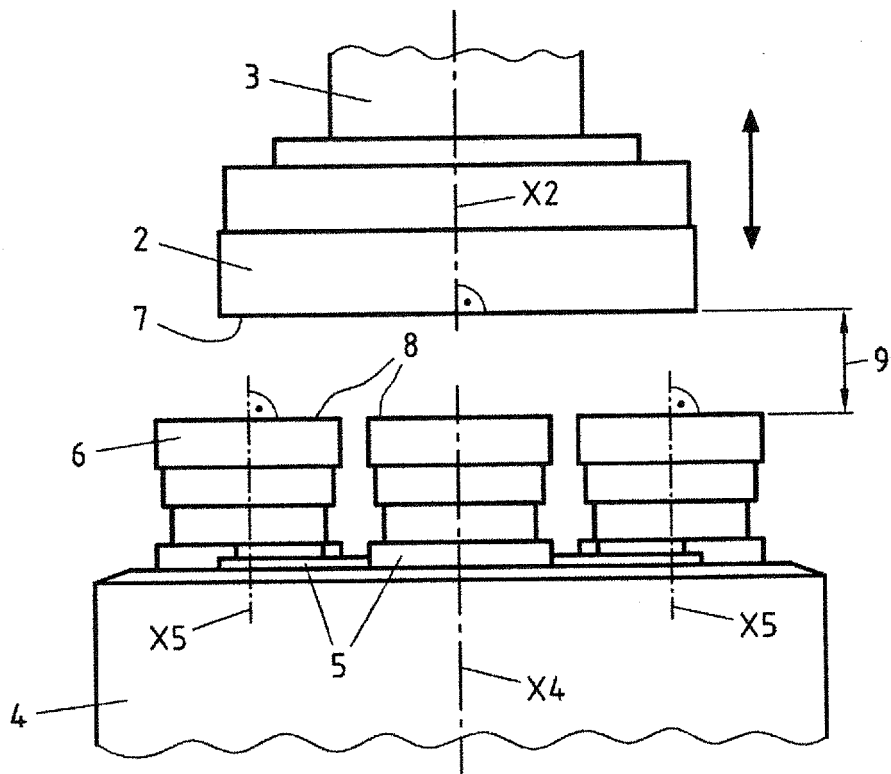


Fig. 1B

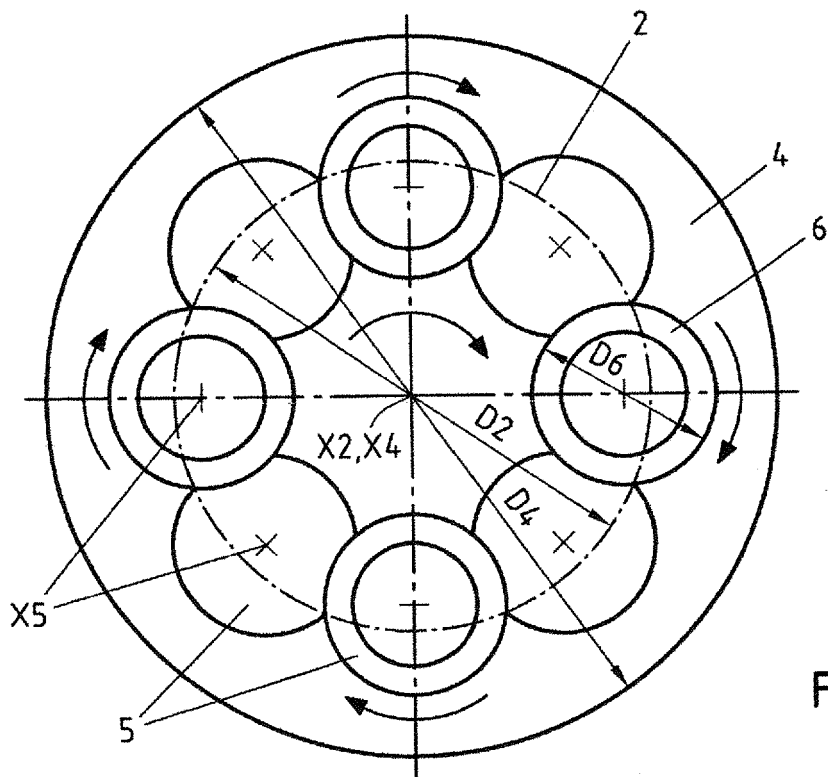


Fig. 1C

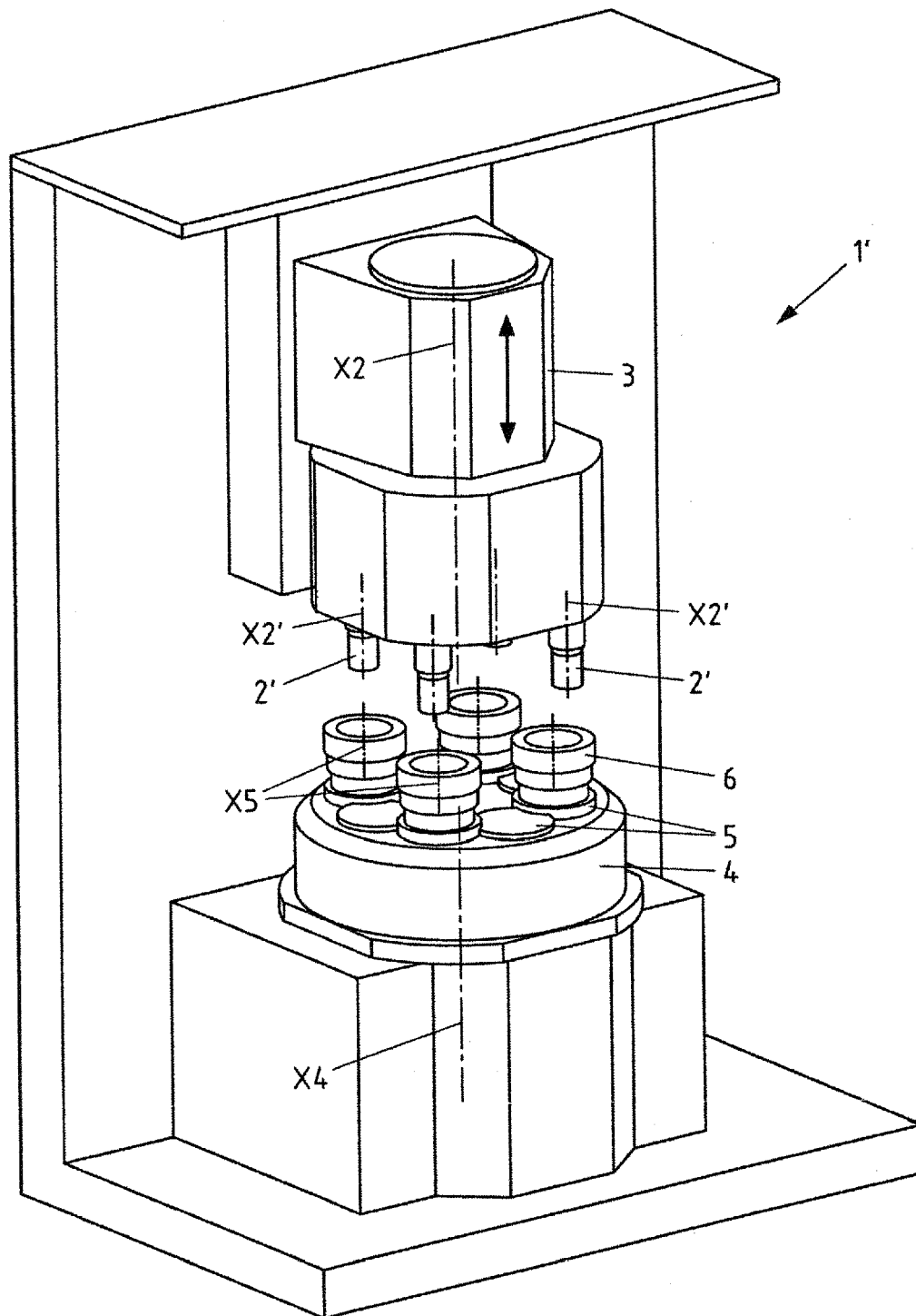


Fig.2A

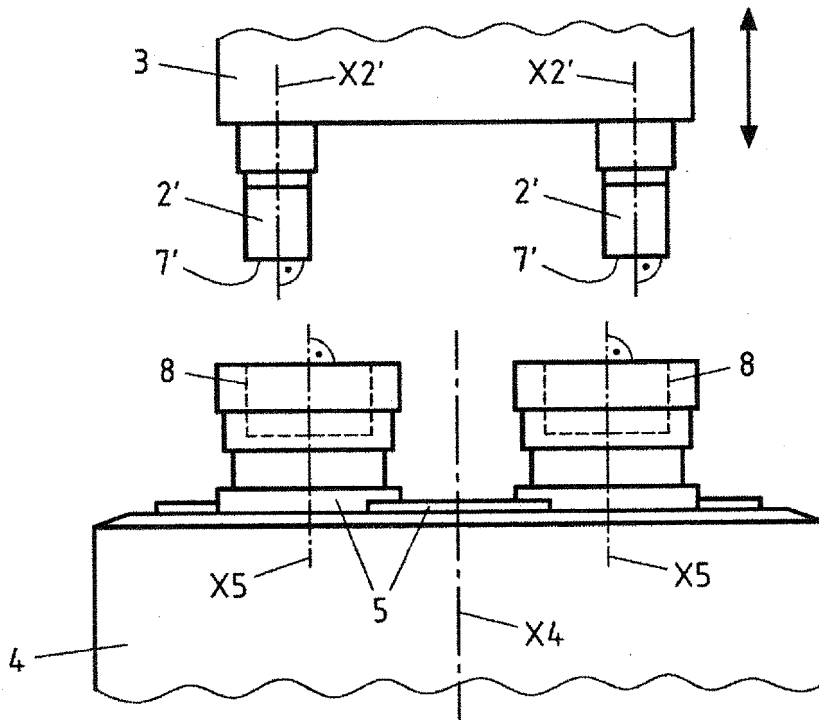


Fig.2B

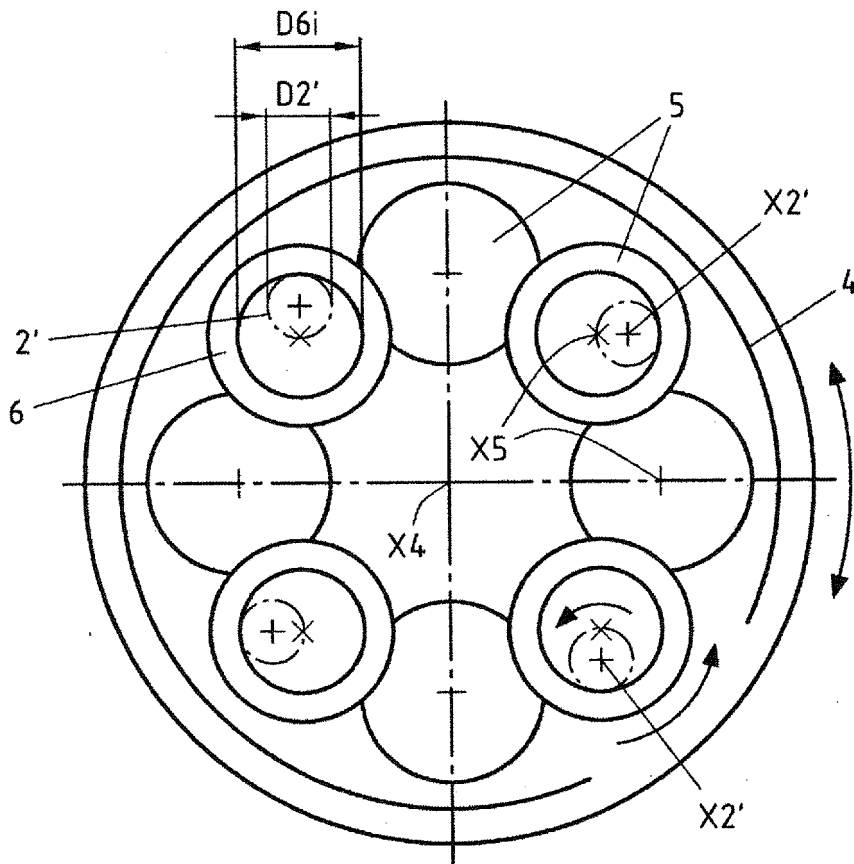


Fig.2C

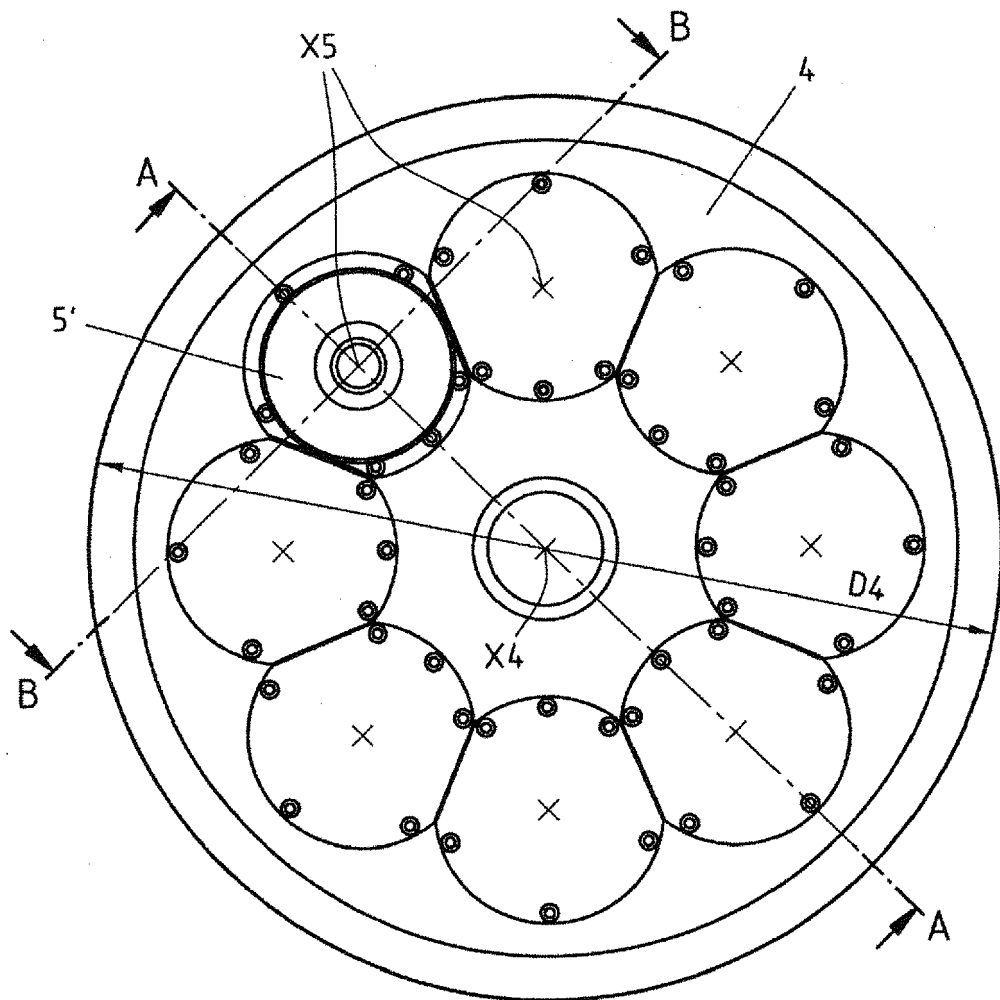


Fig.3A

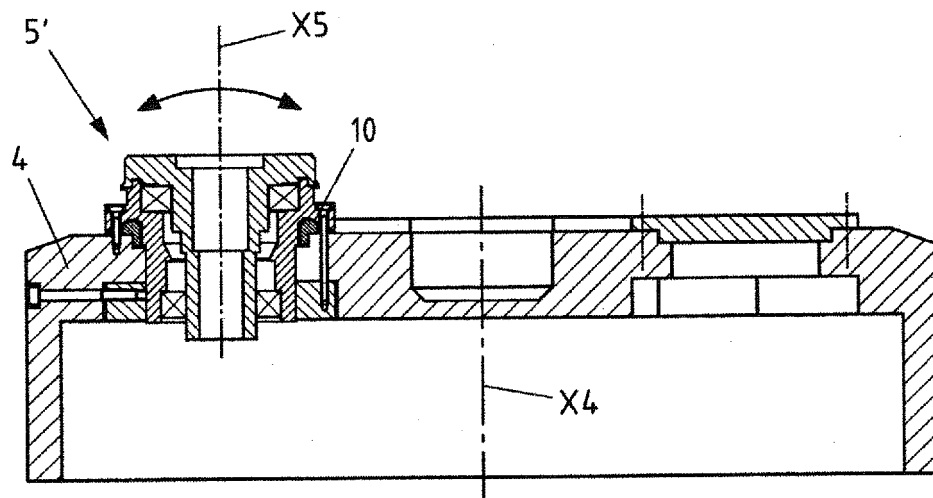


Fig.3B

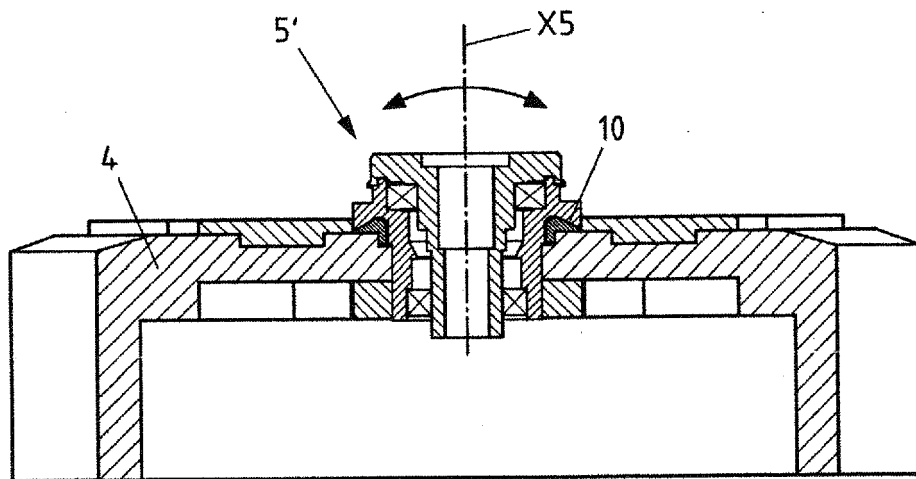


Fig.3C

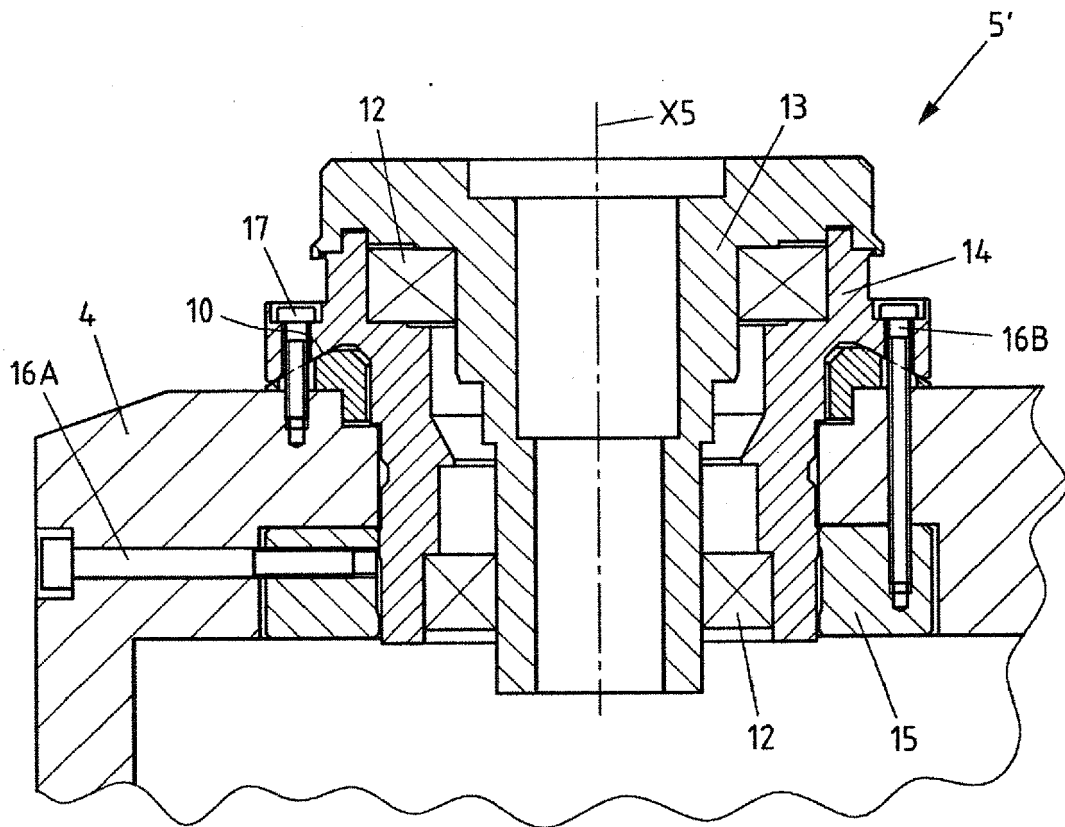


Fig.4A

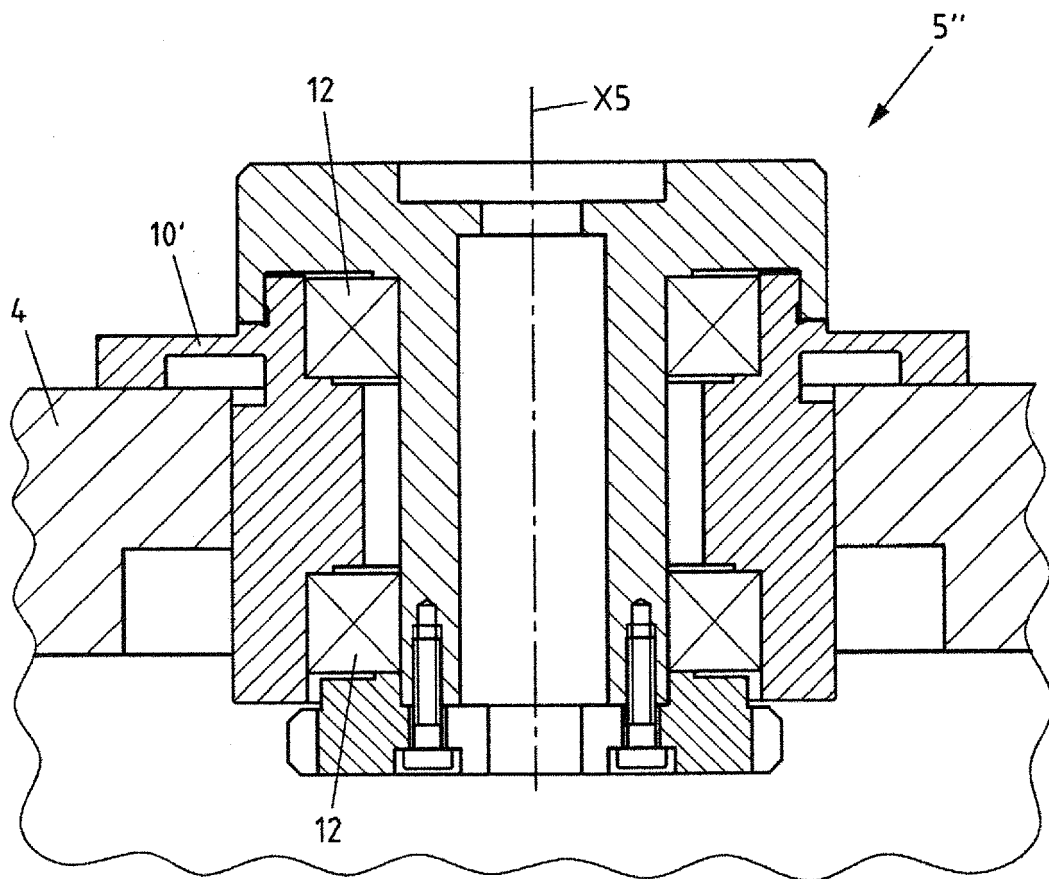


Fig.4B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 17 3258

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 107590 A1 (JTEKT CORP [JP]) 3. November 2016 (2016-11-03) * Absätze [0016] - [0018], [0030]; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *	1,4,5, 11,12	INV. B23Q7/02 B24B7/04 B24B41/00 B24B41/06
X	DE 101 06 189 A1 (KETTERER MASCHB GMBH [DE]) 15. November 2001 (2001-11-15) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *	1,4,6, 11,12	
X	DE 195 04 368 A1 (INDEX WERKE KG HAHN & TESSKY [DE]) 14. August 1996 (1996-08-14) * Spalte 4, Zeile 69 - Spalte 5, Zeile 19 * * Spalte 6, Zeile 42 - Spalte 7, Zeile 68 * * Abbildungen 1,2 *	1,4,6, 11,12	
X	DE 10 2007 050482 A1 (THIELENHAUS TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 23. April 2009 (2009-04-23)	1	
Y	* Absätze [0023] - [0028]; Abbildungen 1-3c * * Greifarm; Absatz [0012] *	2,3	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
Y	DE 10 2014 106915 A1 (FFG WERKE GMBH [DE]) 19. November 2015 (2015-11-19) * Wendegreifer; Absätze [0008], [0020], [0037], [0038] *	2,3	B23Q B24B
A	US 4 829 716 A (UEDA SHUJI [JP] ET AL) 16. Mai 1989 (1989-05-16) * das ganze Dokument *	1-10	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. September 2017	Prüfer Herrero Ramos, J
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 17 3258

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GB 1 539 499 A (MUELLER GEORG KUGELLAGER) 31. Januar 1979 (1979-01-31) * das ganze Dokument *	1-10	
A	JP S59 115137 A (HITACHI LTD; HITACHI ELECTR ENG) 3. Juli 1984 (1984-07-03) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. September 2017	Prüfer Herrero Ramos, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 17 3258

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016107590 A1	03-11-2016	CN 106078438 A	09-11-2016
		DE 102016107590 A1	03-11-2016
		JP 2016203357 A	08-12-2016
DE 10106189 A1	15-11-2001	KEINE	
DE 19504368 A1	14-08-1996	KEINE	
DE 102007050482 A1	23-04-2009	KEINE	
DE 102014106915 A1	19-11-2015	CN 105081890 A	25-11-2015
		DE 102014106915 A1	19-11-2015
		US 2015328735 A1	19-11-2015
US 4829716 A	16-05-1989	JP S6299065 A	08-05-1987
		US 4829716 A	16-05-1989
GB 1539499 A	31-01-1979	FR 2361195 A1	10-03-1978
		GB 1539499 A	31-01-1979
		IT 1206378 B	21-04-1989
		JP S5324198 A	06-03-1978
JP S59115137 A	03-07-1984	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0941803 B1 [0005] [0011]