

(19)



(11)

EP 2 298 495 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(51) Int Cl.:
B24B 1/00 (2006.01) B24B 19/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10176629.3**

(22) Anmeldetag: **14.09.2010**

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

(72) Erfinder:
• **Stroppel, Berthold**
72488 Sigmaringen (DE)
• **Mavro, Daniel**
83071 Stephanskirchen (DE)

(30) Priorität: **22.09.2009 DE 102009047913**

(74) Vertreter: **Witte, Weller & Partner**
Postfach 10 54 62
70047 Stuttgart (DE)

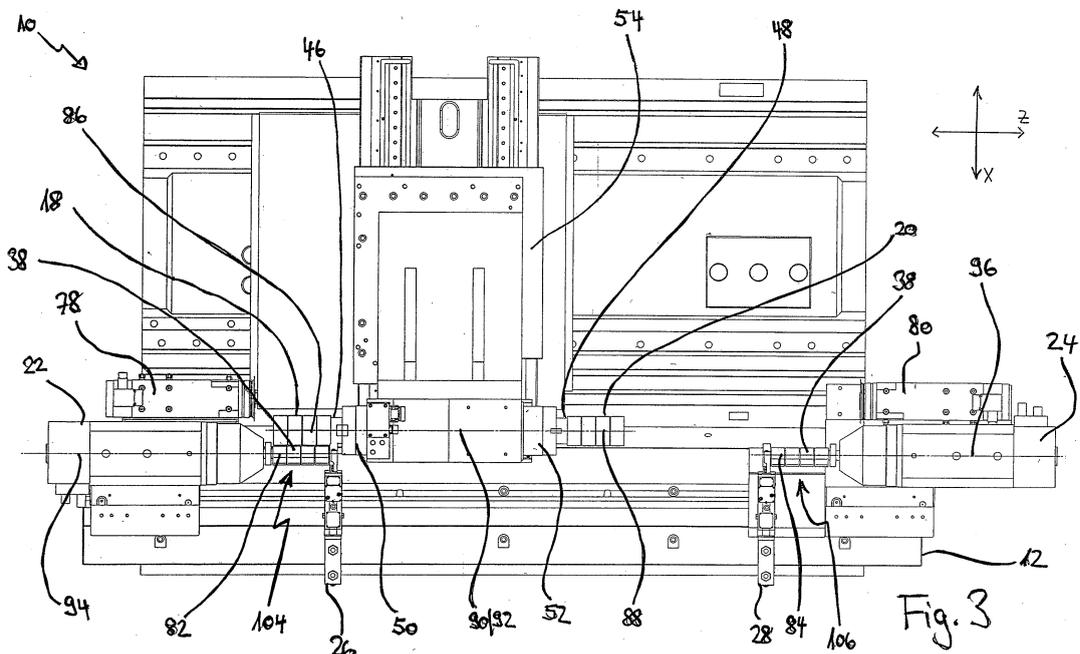
(71) Anmelder: **Schardt Mikrosa GmbH**
04179 Leipzig (DE)

(54) Schleifmaschine zum Schleifen von Nocken

(57) Die Erfindung betrifft eine Schleifmaschine zum Schleifen von Werkstücken (37), insbesondere Nocken (38), mit einem Maschinenbett (12), zumindest einer Schleifspindel (50, 52), zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48), an denen jeweils zumindest eine Schleifscheibe (18, 20) angeordnet ist und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen (86, 88) parallel zueinander ausgerichtet sind, und zwei Werkstückhaltervorrichtungen (14, 16), die jeweils einen Werkstückspindelstock (22,

24) und einen Setzstock (26, 28) aufweisen und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen (82, 84) parallel zueinander ausgerichtet sind, wobei jeder Werkstückspindelstock (22, 24) und der dazugehörige Setzstock (26, 28) zum dazwischen liegenden Anordnen einer separaten Werkstückaufnahme (30, 32) mit zu schleifenden Werkstücken (37) ausgebildet sind.

Ferner betrifft die Erfindung eine Schleifscheibenhalterung und ein Verfahren zum Schleifen von Nockensätzen mit einer solchen Schleifmaschine.



EP 2 298 495 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schleifmaschine zum Schleifen von Werkstücken, insbesondere Nocken, sowie eine Schleifscheibenhaltung und ein Verfahren zum Schleifen von Nockensätzen.

[0002] Schleifmaschinen dieser Art sind z.B. aus dem Prospekt "CamGrind - Produktionslösungen für das Schleifen von Nockenwellen" der Firma Studer Schaudt GmbH, Stuttgart vom Oktober 2006 bekannt. Hierbei weist z.B. das Modell "CamGrind S" eine Schleifvorrichtung auf, die aus einer großen und einer kleinen Schleifscheibe besteht und vor allem zum Schleifen von Nockenwellen konzipiert ist. Mit der großen Schleifscheibe werden dabei zunächst mittels hoher Leistung die Nocken vorgeschliffen und die Lagersitze bearbeitet, während die kleine Schleifscheibe zum Fertigschleifen der Nockenformen oder auch zum Schleifen der Lagersitze dient. Für die Bearbeitung der Nockenwelle ist diese an einer Werkstückhaltevorrichtung angeordnet, die auf der einen Seite einen Werkstückspindelstock aufweist, der die Nockenwelle in die gewünschte Rotation um ihre Längsachse versetzt, und auf der anderen Seite einen Reitstock aufweist, der dafür sorgt, dass die Nockenwelle während der Bearbeitung stets ausgerichtet und zentriert ist. Gegenüber diesen in der Regel stationären Bauteilen der Werkstückhaltevorrichtung sind die Schleifscheiben bzw. die entsprechenden Schleifspindeln innerhalb der x-z-Ebene relativ zu der Nockenwelle beweglich.

[0003] Wenn bisher oder im Folgenden von den Achsen bzw. Richtungen x und z die Rede ist, sind damit immer die zwei Achsen gemeint, die die Ebene aufspannen, die das Maschinenbett bildet. Dabei erstreckt sich die z-Achse parallel zur Längserstreckung des Werkstücks, hier z.B. der Nockenwelle, und die x-Achse als dazu senkrechte Achse, die also einer Bewegung eines Werkzeugs auf das entsprechende Werkstück von der Seite zu oder fort entspricht. Eine zu der x- und z-Achse senkrechte Richtung wird ferner als y-Achse bzw. -Richtung bezeichnet. Sie verläuft folglich senkrecht zum Maschinenbett.

[0004] Das Schleifen der Nocken direkt auf der Welle wird zum Zwecke der Genauigkeit durchgeführt, damit die Nocken exakt in Bezug auf die Welle geformt sind. Gegenüber dieser etablierten Produktionsmethode findet das Schleifen von Einzelnocken immer mehr Anwendung, da es den Herstellern der Nockenwellen mittlerweile gelingt, die Einzelnocken sehr exakt auf eine Welle fügen zu können. Das exakte Schleifen der Einzelnocken geschieht dabei einzeln oder als Gruppen von mehreren Nocken, die zumeist auf einer Werkstückaufnahme, in der Regel einem Spanndorn in einer Schleifmaschine bearbeitet werden.

[0005] Da die bisherigen Schleifmaschinen zum Bearbeiten von bereits vorgefertigten kompletten Nockenwellen konstruiert und optimiert wurden, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine an das Werkstück der Einzelnocken angepasste und optimierte Schleifmaschine,

eine Schleifscheibenhaltung und ein Verfahren zum Schleifen von Nockensätzen bereitzustellen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Schleifmaschine zum Schleifen von Werkstücken, insbesondere Nocken, mit einem Maschinenbett, zumindest einer Schleifspindel, zwei Schleifscheibenhaltungen, an denen jeweils zumindest eine Schleifscheibe angeordnet ist und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen parallel zueinander ausgerichtet sind, und zwei Werkstückhaltevorrichtungen, die jeweils einen Werkstückspindelstock und einen Setzstock aufweisen und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen parallel zueinander ausgerichtet sind, wobei jeder Werkstückspindelstock und der dazugehörige Setzstock zum dazwischen liegenden Anordnen einer separaten Werkstückaufnahme mit zu schleifenden Werkstücken ausgebildet sind und vorzugsweise die Setzstöcke längs der z-Achse zwischen den Werkstückspindelstöcken angeordnet sind.

[0007] Hierbei umfasst die Bezeichnung "zumindest eine Schleifspindel" sowohl entsprechend dem Zusammenhang eine einzige Schleifspindel, an die zwei Schleifscheibenhaltungen mit Schleifscheiben angeordnet werden können, als auch zwei separate Schleifspindeln, die zur Aufnahme dieser Schleifscheibenhaltungen dienen.

[0008] Die Ausbildung der Werkstückhaltevorrichtung in der Art, dass eine einzelne Werkstückaufnahme mit den zu schleifenden Werkstücken, hier insbesondere Nocken, zwischen einem Werkstückspindelstock und einem Setzstock angeordnet werden kann, hat den Vorteil, dass der verwendete Setzstock einen geringeren Raumanspruch als der bei den bekannten Schleifmaschinen für komplette Nockenwellen verwendete Reitstock hat. Die Möglichkeit, in der vorliegenden Erfindung einen Setzstock, eine Vorrichtung, die auch unter dem Namen Lünette bekannt ist, anstatt eines Reitstocks zu verwenden, ergibt sich dadurch, dass die Länge der verwendeten Werkstückaufnahmen deutlich geringer als eine komplette Nockenwelle ist.

[0009] Der geringere Raumbedarf des Setzstocks führt dazu, dass die parallel entlang der z-Achse neben diesem Setzstock entlang laufende Schleifspindel näher an diesen Setzstock entlang der x-Achse heranfahren kann. Dies hat ferner eine höhere Flexibilität bei der Verwendung der Schleifscheiben, die an der Schleifspindel angeordnet sind, zur Folge. Diese müssen nun nicht mehr eine bestimmte Mindestgröße haben, die darauf beruhte, dass die Schleifspindel eben nicht sehr nahe an die Nockenwelle gebracht werden kann, da der Reitstock hier maßgebend für den kleinsten Abstand zwischen Schleifspindel und Nockenwelle war.

[0010] Die Werkstückaufnahme wird hier bevorzugt durch einen Spanndorn gebildet. An diesem Spanndorn sind die zu bearbeitenden Werkstücke der Reihe nach angeordnet.

[0011] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung sind die zwei separaten Werkstückhaltevorrichtungen, die jeweils eine Werkstückaufnahme aufnehmen können. Somit ist es möglich, gleichzeitig zwei Werkstückaufnahmen mit zu bearbeitenden Werkstücken in der Schleifmaschine anzuordnen. So können, während an einer ersten Werkstückaufnahme die Werkstücke geschliffen werden, an der anderen zweiten Werkstückhaltevorrichtung die zuvor bereits bearbeiteten Werkstücke mit ihrer Werkstückaufnahme aus der Werkstückhaltevorrichtung entnommen und durch eine Werkstückaufnahme mit unbearbeiteten Werkstücken ausgetauscht werden. Ist der Schleifvorgang an den Werkstücken in der ersten Werkstückhaltevorrichtung beendet, kann die Schleifmaschine sofort den Schleifvorgang an den nun neu eingespannten Werkstücken in der zweiten Werkstückhaltevorrichtung fortsetzen. Dadurch werden Nebenzeiten, in denen die Schleifmaschine nicht mit Schleifvorgängen beschäftigt ist, auf ein Minimum reduziert.

[0012] Ein weiterer Vorteil in diesem Zusammenhang findet sich in der Ausrichtung der Schleifscheibenhaltungen und der Werkstückhaltevorrichtungen zueinander.

[0013] Durch die zueinander entgegengesetzte Anordnung der Werkstückhaltevorrichtungen mit gleichzeitiger paralleler Ausrichtung ihrer Längsachsen zueinander ist es möglich, dass die Werkstückaufnahme mit den zu bearbeitenden Werkstücken parallel, vorzugsweise in einer zur x-z-Ebene senkrechten Ebene, angeordnet werden können. Durch die weitere Ausrichtung der Setzstücke zwischen den Werkstückspindelstöcken zeigen die Werkstückaufnahmen in den Werkstückhaltevorrichtungen mit den Werkstücken im Wesentlichen nach innen, während die Werkstückspindelstöcke mit den Antrieben von dort aus gesehen nach außen zeigen. Dies ermöglicht, dass die Schleifscheiben, die z.B. zwischen den Werkstückaufnahmen zwischen den Schleifvorgängen hin und her bewegt werden, ebenfalls möglichst kurze Wege zu überwinden haben. Dadurch werden die zuvor genannten Nebenzeiten nochmals maßgeblich verringert.

[0014] Unterstützt wird dieser Vorteil ferner dadurch, dass die Schleifscheiben an zwei Schleifscheibenhaltungen angeordnet sind, die ihrerseits ebenfalls entgegengesetzt zueinander angeordnet sowie parallel zueinander ausgerichtet sind. Dies ermöglicht z.B. das Anordnen dieser beiden Schleifscheibenhaltungen auf den beiden entlang der z-Achse nach außen zeigenden Seiten einer Antriebseinheit der Schleifscheibenhaltungen, die hier bevorzugt durch die zumindest eine Schleifspindel gebildet wird. Diese zumindest eine Schleifspindel wird, als Folge der zuvor beschriebenen Anordnungen, zwischen den Werkstückhaltevorrichtungen angeordnet und samt der ebenfalls zwischen diesen angeordneten Schleifscheibenhaltungen entlang der z-Achse zwischen den Werkstückhaltevorrichtungen hin und her bewegt, um die entsprechenden Schleifvorgänge durch-

führen zu können.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Schleifmaschine eine einzige Schleifspindel auf, wobei je eine der zwei Schleifscheibenhaltungen an je einer Seite der Schleifspindel angeordnet ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass nur eine Schleifspindel für die beiden Schleifscheibenhaltungen mit den Schleifscheiben eingesetzt werden muss. Dadurch verringert sich der Raumbedarf der Antriebe für die Schleifscheibenhaltungen in der Höhe und Tiefe. Ferner wird auch der Materialaufwand bei der Konstruktion einer solchen Schleifmaschine gering gehalten.

[0016] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung weist die Schleifmaschine zwei separate Schleifspindeln auf, wobei je eine der zwei Schleifscheibenhaltungen an je eine der zwei separaten Schleifspindeln angeordnet ist. Die Verwendung von zwei separaten Schleifspindeln hat den Vorteil, dass das automatische Wuchten bei solchen Schleifspindeln gegenüber Schleifspindeln mit beidseitigem Werkzeuganschluss deutlich einfacher und komplikationsfreier zu realisieren ist. Dies wirkt sich positiv auf die Minimierung des Materialverschleißes sowie auf die Genauigkeit der bearbeiteten Werkstücke aus.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die zwei separaten Schleifspindeln auf einem Schlitten gemeinsam angeordnet, der auf dem Maschinenbett verfahrbar angeordnet ist. Die Anordnung der Schleifspindeln auf einem gemeinsamen verfahrbaren Schlitten hat den Vorteil, dass das Freigeben der gerade bearbeiteten Werkstücke und das Ausrichten der anderen Schleifspindel an die zu bearbeitenden Werkstücke durch lediglich ein zu steuerndes Gerät realisiert wird. Die Steuerung wird somit zusammengefasst und vereinfacht und gleichzeitig die Anzahl von möglichen Fehlerquellen reduziert.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die zwei Werkstückhaltevorrichtungen jeweils in unterschiedlichen Abständen über dem Maschinenbett und die zwei Schleifscheibenhaltungen jeweils in unterschiedlichen Abständen über dem Maschinenbett angeordnet. Der Vorteil dieser Ausgestaltung der Erfindung liegt darin, dass es auf diese Weise ermöglicht wird, die Bearbeitung der unterschiedlichen Werkstücke in den beiden Werkstückhaltevorrichtungen in zwei getrennte Ebenen aufzuteilen. Diese Ebenen verlaufen parallel zu der x-z-Ebene. Dies hat gegenüber einer Anordnung innerhalb einer gemeinsamen Ebene den Vorteil, dass der resultierende Raumbedarf der kompletten Schleifmaschine innerhalb der x-z-Ebene minimiert wird.

[0019] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung sind die zwei Werkstückhaltevorrichtungen jeweils im gleichen Abstand über dem Maschinenbett und die zwei Schleifscheibenhaltungen jeweils im gleichen Abstand über dem Maschinenbett angeordnet. Diese Ausgestaltung der Erfindung hat den Vorteil, dass der Raumbedarf der kompletten resultierenden Schleifmaschine in Richtung der Höhe über dem Maschinenbett, also senkrecht zur x-z-Ebene minimiert wird. Auf diese Weise ist

es nämlich möglich, die beiden Werkstückhaltevorrichtungen mit den zu bearbeitenden Werkstücken innerhalb ein und derselben Ebene anzuordnen, die parallel zur x-z-Ebene verläuft.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Spindelachse je eines Werkstückspindelstocks mit der Spindelachse je einer Schleifspindel in einer Ebene angeordnet, die im Wesentlichen parallel zu der durch die x- und z-Achse aufgespannten Ebene ist. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass die Schleifscheiben, die durch die entsprechende Schleifspindel angetrieben werden, für die Bearbeitung möglichst optimal an die um die Spindelachse des Werkstückspindelstocks rotierenden Werkstücke herangeführt werden können. Dies wird durch eine Bewegung innerhalb einer zur x-z-Ebene parallelen Ebene erreicht. Folglich wird der Druck, der durch Andrücken der Schleifscheiben an die zu schleifenden Werkstücke erzeugt wird, auf die zentrale Längsachse der Rotationsachse der zu bearbeitenden Werkstücke übertragen. Die Wirkungslinie der Schleifscheiben verläuft somit durch die Rotationsachse der Werkstücke, was sich positiv auf die Genauigkeit des Schleifvorgangs auswirkt.

[0021] Der Ausdruck "im Wesentlichen parallel" soll hierbei auch Abweichungen der beiden Ebenen von bis zu 10° beinhalten, bevorzugt jedoch aber exakt parallel bedeuten.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Schleifscheiben auf einer Schleifscheibenhalterung angeordnet. Durch diese Anordnung von Schleifscheiben auf einer Schleifscheibenhalterung ist es folglich möglich, gleichzeitig zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Werkstücke zu schleifen. Dabei dient vorzugsweise eine Schleifscheibe zum Schleifen eines Werkstücks.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der radiale Abstand von der Spindelachse der zumindest einen Schleifspindel bis zu einem äußeren Rand des Spindelblocks der Schleifspindel größer oder gleich dem Radius der Schleifscheiben. Der Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, dass die verwendeten Schleifscheiben somit relativ klein sind. Kleine Schleifscheiben haben den Vorteil, dass sie ein genaueres Schleifen der Werkstücke ermöglichen. Somit gestatten sie es beispielsweise Nokken mit konkaven Radien in den Flanken zu versehen.

[0024] Trotz einer solchen Schleifscheibe mit geringer Größe ist es möglich, dass die Schleifspindel entsprechend dieser Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weiterhin größere Dimensionen beibehält. Dies ermöglicht in der Folge eine hohe Leistung der Schleifspindel. Somit kann trotz geringerer Größe der verwendeten Schleifscheibe eine entsprechende Bearbeitungsgeschwindigkeit der zu schleifenden Werkstücke beibehalten bzw. erreicht werden.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die Schleifscheiben jeweils ein Dachprofil auf. Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass die Gratbildung

am vorderen und hinteren Rand der Werkstücke, gesehen entlang der z-Achse, also in Längsrichtung der Werkstückaufnahme, verhindert wird, bzw. dass Grate einfacher entfernt werden können.

[0026] Unter "Dachprofil" ist hierbei eine im Querschnitt einer Schleifscheibe, der die Schleifscheibe in einer Ebene schneidet, die sowohl ihre Rotationsachse als auch einen Radius enthält, zu erkennende Vertiefung im Schleifmaterial zu verstehen. Der Verlauf dieser Vertiefung ist so, dass von einem Rand der Schleifscheibe parallel zur Rotationsachse in Richtung des anderen Randes der Schleifscheibe gesehen jeweils vorne und hinten ein größerer Radius der Schleifscheibe vorliegt als in einem dazwischen liegenden Bereich, wobei diese Bereiche durch einen steilen Übergang miteinander verbunden sind, so dass das sich so ergebende Querschnittsprofil an die Form eines Daches erinnert.

[0027] Nebengeordnet betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls eine Schleifscheibenhalterung.

[0028] Bisher bekannte Schleifscheibenhalterungen bzw. Schleifscheiben zum gleichzeitigen Bearbeiten von mehreren Werkstücken bestehen aus sog. segmentierten Schleifscheiben, die aus helixartig angeordneten raute-förmigen aufgeklebten Schleifmaterialplättchen bestehen. Solche Schleifscheiben sind relativ aufwendig zu fertigen und folglich teuer, was sich negativ auf den Endpreis der zu bearbeitenden Werkstücke auswirkt.

[0029] Daher ist es ein Bestandteil der Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt, eine Schleifscheibenhalterung bereitzustellen, die ein kostengünstigeres Schleifen von mehreren Werkstücken gleichzeitig erlaubt.

[0030] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Schleifscheibenhalterung mit einem stabförmigen Trägerelement, einer Befestigungsvorrichtung zur Befestigung der Schleifscheibenhalterung an einer Schleifspindel und zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Schleifscheiben gelöst, wobei die Befestigungsvorrichtung an einem Ende des stabförmigen Trägerelements angeordnet ist, die Schleifscheiben auf der Schleifscheibenhalterung voneinander beabstandet angeordnet sind und eine Schleifscheibe zum Schleifen von einem von zumindest drei, insbesondere vier oder fünf auf einer Halterung angeordneten Werkstücken dient.

[0031] Der Vorteil dieses Aspekts der Erfindung liegt darin, dass für das dadurch erhaltene Schleifscheibenelement in Form dieser Schleifscheibenhalterung mit den einzelnen Schleifscheiben bereits vorhandene Schleifscheiben verwendet werden können und somit keine Sonderanfertigung einer durchgängigen breiten Schleifscheibe vonnöten ist. Die Fertigungskosten werden somit drastisch reduziert, was sich auch positiv auf die Endkosten der zu bearbeitenden Werkstücke auswirkt.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand zwischen zwei benachbarten Schleifscheiben kleiner als der Abstand zwischen zwei benachbarten zu bearbeitenden Werkstücken und weisen die Schleifscheiben vorzugsweise ein Dachprofil auf. Diese

Maßnahme hat den Vorteil, dass durch die größeren Abstände zwischen den zu bearbeitenden Werkstücken gegenüber den Schleifscheiben die Schleifscheiben entsprechend über den Rand der Werkstücke hinausragen können. Somit können die Schleifscheiben auch zur Bearbeitung von entstandenem Grat verwendet werden.

[0033] Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Schleifscheiben ein Dachprofil aufweisen. Dadurch kann, wie zuvor bereits detailliert ausgeführt, durch diese Form der durch den Schleifvorgang entstandene Grat an einem Werkstück gleichzeitig beseitigt werden.

[0034] In einer weiteren Ausgestaltung der Schleifmaschine sind die Schleifscheibenhalterungen entsprechend den zuvor gemachten Ausführungen ausgestaltet. Diese Kombination von Schleifscheibenhalterungen an der zuvor beschriebenen Schleifmaschine gestattet ein effektives und präzises Schleifen der zu schleifenden Werkstücke.

[0035] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Schleifen von Nockensätzen, die jeweils zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Nocken aufweisen, die an einer Werkstückaufnahme angeordnet sind und mit einer Schleifmaschine entsprechend den vorherigen Ausführungen bearbeitet werden.

[0036] Dieses Verfahren enthält erfindungsgemäß folgende Schritte:

a) Selbstständiges Einspannen eines ersten Nockensatzes zwischen dem ersten Werkstückspindelstock und dem zugehörigen Setzstock der ersten Werkstückhaltevorrichtung mit anschließender Rotation des ersten Nockensatzes um die Spindelachse des ersten Werkstückspindelstocks,

b) Ausrichten der zumindest einen Schleifspindel, so dass jede Schleifscheibe der ersten Schleifscheibenhalterung längs der z-Achse mit je einer Nocke des ersten Nockensatzes auf einer Höhe zu liegen kommt, mit nachfolgendem Schleifen der Nocken des ersten Nockensatzes,

c) selbstständiges Ablegen, insbesondere gleichzeitig zu Schritt b), eines gegebenenfalls bereits vorhandenen geschliffenen zweiten Nockensatzes aus der zweiten Werkstückhaltevorrichtung und selbstständiges Einspannen eines dritten Nockensatzes zwischen dem zweiten Werkstückspindelstock und dem zugehörigen Setzstock der zweiten Werkstückhaltevorrichtung mit anschließender Rotation des dritten Nockensatzes um die Spindelachse des zweiten Werkstückspindelstocks,

d) Ausrichten der zumindest einen Schleifspindel, so dass jede Schleifscheibe der zweiten Schleifscheibenhalterung längs der z-Achse mit je einer Nocke des dritten Nockensatzes auf einer Höhe zu liegen kommt, mit nachfolgendem Schleifen der

Nocken des dritten Nockensatzes und

e) selbstständiges Ablegen, insbesondere gleichzeitig zu Schritt d), des ersten Nockensatzes aus der ersten Werkstückhaltevorrichtung und Wiederholen der Schritte a) bis e).

[0037] Dieses Verfahren gestattet es, die Nebenzeiten zwischen dem effektiven Schleifvorgängen auf ein Minimum zu reduzieren, welche lediglich noch aus dem Ausrichten der Schleifspindel von der ersten zur zweiten (bzw. umgekehrt) Werkstückhaltevorrichtung bestehen. Eine Nebenzeit zum Auswechseln eines bereits geschliffenen Nockensatzes gegen einen zu schleifenden Nockensatz, was mehrere Sekunden in Anspruch nehmen kann, entfällt somit. Das Ergebnis ist eine erhöhte Produktionsrate und folglich geringere Produktionskosten.

[0038] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0039] Die Erfindung wird nachfolgend anhand ausgewählter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Seitenansicht einer Schleifmaschine entsprechend der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Maschine aus Fig. 1 mit Blickrichtung entlang der x-Achse,

Fig. 3 eine Draufsicht der Maschine der Fig. 1 und 2, wobei die Papierebene parallel zu der x-z-Ebene ist,

Fig. 4 eine ausschnittsweise perspektivische Ansicht der Schleifmaschine aus den Fig. 1 bis 3 im Bereich einer Werkstückhaltevorrichtung und der dazu ausgerichteten Schleifscheiben,

Fig. 5 eine perspektivische Detailansicht einer Werkstückaufnahme für die erfindungsgemäße Schleifmaschine der Fig. 1 bis 4,

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Schleifscheibenhalterung in perspektivischer Darstellung,

Fig. 7 eine schematische Darstellung von eingespannten Werkstücken und dazu ausgerichteten Schleifscheiben, und

Fig. 8 eine schematische stark vergrößerte ausschnittsweise Darstellung eines Kontaktbereichs zwischen einem zu bearbeitenden Werk-

stück und einer daran anliegenden Schleifscheibe.

[0040] Eine in den Fig. 1 bis 4 dargestellte erfindungsgemäße Schleifmaschine wird in ihrer Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet. Die in den Fig. 1 bis 4 gezeigte Schleifmaschine 10 weist als Grundkomponenten ein Maschinenbett 12, Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 sowie Schleifscheiben 18 und 20 auf. Das Maschinenbett 12 bildet die Grundebene für die zur Schleifmaschine 10 zugehörigen Komponenten, wie z.B. die Werkstückhaltevorrichtungen 14, 16 sowie die Antriebe und Anordnungen für die Schleifscheiben 18, 20. Auf ihm sind diese Komponenten teilweise beweglich angeordnet. Da die Tischebene des Maschinenbetts 12 parallel zu einer durch die x- und z-Achse aufgespannten Ebene verläuft, erfolgen diese Bewegungen in der Regel auch entlang dieser x- und z-Achse. Die Richtung der x- und z-Achse ist dabei am besten der Fig. 3 zu entnehmen.

[0041] Die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 bestehen jeweils aus einem Werkstückspindelstock 22, 24 und einem dazugehörigen Setzstock 26, 28. Zwischen Werkstückspindelstock 22 und Setzstock 26 bzw. 24 und 28 ist eine Werkstückaufnahme 30 bzw. 32 angeordnet, die hier jeweils durch einen Spanndorn 31 bzw. 33 gebildet wird. Dies ist insbesondere in der Detailansicht von Fig. 4 und 5 gut zu sehen.

[0042] Im Folgenden soll anhand der Fig. 4 und 5 der Aufbau und die Zusammensetzung der Werkstückaufnahme 30 bzw. 32 näher beschrieben werden, wobei hierzu lediglich auf eine der zwei vorhandenen Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 Bezug genommen wird, die erläuterten Merkmale jedoch in gleicher Weise für die andere vorhandene Werkstückhaltevorrichtung 16 und die daran angeordnete Werkstückaufnahme 32 gelten.

[0043] Die Werkstückaufnahme 30 bzw. der Spanndorn 31 besteht aus einem Anschlussstück 34 und einem stabförmigen Träger 36. An diesem stabförmigen Träger 36 sind Werkstücke 37, hier Nocken 38, der Reihe nach angeordnet. Hierzu sind im Sinne der Erfindung zumindest drei, insbesondere aber vier oder fünf Nocken 38 auf dem stabförmigen Träger 36 angeordnet. Das dargestellte Ausführungsbeispiel in Fig. 4 und 5 zeigt dabei eine Ausführungsform mit vier Nocken 38' bis 38'''. Die Ausrichtung der Nocken 38 untereinander erfolgt dabei so, dass zwischen ihnen ein geringer Abstand 40 in Richtung der Längserstreckung des stabförmigen Trägers 36 vorhanden ist. Ferner sind sie so zueinander ausgerichtet, dass ihre Nockenköpfe 39 und Flanken 41 (in Fig. 5 exemplarisch an Nocke 38'''' gezeigt) in einer Flucht in Bezug auf die Längserstreckung des stabförmigen Trägers 36 liegen.

[0044] Am vom Anschlussstück 34 gegenüberliegenden Trägerende 42 des stabförmigen Trägers 36 verbleibt hinter der letzten Nocke 38'''' ein kurzer freistehender Rest 43 des stabförmigen Trägers 36, mit dem dieser

auf der vom Werkstückspindelstock 22 gegenüberliegenden Seite in einer Trägeraufnahme 44 des Setzstocks 26 angeordnet ist.

[0045] Nachfolgend soll nun näher der Aufbau und die Anordnung der Schleifscheiben 18 und 20 erläutert werden, zunächst im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 4 und Fig. 6.

[0046] Die Schleifscheiben 18, 20 sind jeweils der Reihe nach an Schleifscheibenhalterungen 46, 48 angeordnet. Diese wiederum sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils an Schleifspindeln 50 und 52 angeordnet, wobei auch eine Anordnung der beiden Schleifscheibenhalterungen 18 und 20 an eine hier nicht näher gezeigte einzelne Schleifspindel mit gegenüberliegenden Anschlussmöglichkeiten eine erfindungsgemäße Ausführungsform bildet. Die Schleifspindel 50, 52 stellt den jeweiligen Antrieb für die Schleifscheibenhalterung 46, 48 und damit verbunden auch für die Schleifscheiben 18, 20 dar.

[0047] Um entsprechend zu den zu schleifenden Werkstücken, hier den Nocken 38, zu gelangen, sind die Schleifspindeln 50, 52 auf einem gemeinsamen Schlitten 54 angeordnet. Dieser Schlitten 54 ist selber auf dem Maschinenbett 12 angeordnet und auf diesem sowohl in Richtung der x- als auch der z-Achse verfahrbar, wie im Folgenden noch näher erläutert wird.

[0048] Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Schleifmaschine 10 sind die Schleifspindeln 50 und 52 mit Bezug auf das Maschinenbett 12 bzw. auf die x-z-Ebene übereinander angeordnet, wie am besten den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist. Nichtsdestotrotz stellt auch die hier nicht näher gezeigte Anordnung der Schleifspindeln in einer Ebene, die parallel zur x-z-Ebene verläuft, d.h. hintereinander oder nebeneinander eine erfindungsgemäße Ausführungsform dar.

[0049] Der detaillierte Aufbau der Schleifscheibenhalterungen 46, 48 ist neben den Fig. 1 bis 4 insbesondere aus den Fig. 6 und 7 ersichtlich. Er soll im Folgenden näher anhand der Schleifscheibenhalterung 46 mit den Schleifscheiben 18, wie sie in den Fig. 6 und 7 dargestellt sind, erläutert werden, ist aber in gleicher Weise auf die entsprechende Schleifscheibenhalterung 48 mit den Schleifscheiben 20 zu übertragen.

[0050] In den Fig. 6 und 7 ist zu erkennen, dass die Schleifscheiben 18 an einem stabförmigen Trägerelement 56 angeordnet sind. Dieses stabförmige Trägerelement 56 hat seinerseits an einem Ende 57 eine Befestigungsvorrichtung 58, womit die Schleifscheibenhalterung 46 an der entsprechenden Schleifspindel 50 angeordnet werden kann.

[0051] Die Ausrichtung der einzelnen Schleifscheiben 18' bis 18'''' untereinander ist so, dass zwischen zwei benachbarten Scheiben, also zwischen 18' und 18'', 18'' und 18''' bzw. 18''' und 18'''' ein Abstand 60 vorliegt. Diese Abstände 60 liegen in einem praktischen Ausführungsbeispiel etwa im Größenbereich von 4 mm.

[0052] Wie insbesondere im Zusammenhang mit Fig. 7 zu sehen ist, wird die auf dem Schlitten 54 angeordnete

Schleifspindel 50 so ausgerichtet, dass jeweils eine von den an ihr mittelbar angeordneten Schleifscheiben 18 an einer Nocke 38 zu liegen kommt. Letztendlich ist somit jeder Nocke 38' bis 38''' eine Schleifscheibe 18' bis 18''' zugeordnet. Demzufolge sind auf der Schleifscheibenhalterung 46 vorzugsweise ebenso viele Schleifscheiben 18 angeordnet wie Nocken 38 auf der Werkstückaufnahme 30 bzw. dem Spanndorn 31 angeordnet sind. Somit weist die Schleifscheibenhalterung 46 zumindest drei Schleifscheiben 18, bevorzugt aber vier oder fünf Schleifscheiben 18 auf. Im vorliegenden Beispiel ist dazu die erste bevorzugte Ausführungsform mit vier Schleifscheiben 18 dargestellt.

[0053] Aus Fig. 7 ist weiterhin ersichtlich, dass die Abstände 40 zwischen den Nocken 38 größer sind als die Abstände 60 zwischen den Schleifscheiben 18. Somit ist gewährleistet, dass jeder Nocke 38 mit Bezug auf die Ansicht von Fig. 7 und die Längserstreckung des stabförmigen Trägers 36 über ihre ganze Breite eine entsprechende Schleiffläche der Schleifscheiben 18 gegenübersteht. Ferner ist es durch den größeren Abstand 40 zwischen den Nocken 38 möglich, die Schleifscheiben 18 mit einem sog. Dachprofil 61 zu versehen. Dieses Dachprofil 61 ist insbesondere in der Fig. 8 im Detail dargestellt.

[0054] In dieser Schnittansicht von Fig. 8 ist ein der Nocke 38 zugewandtes Ende 62 der Schleifscheibe 18 zu sehen, welches in dem Schleifmaterial 63 eine dachförmige Vertiefung 64 aufweist. Diese dachförmige Vertiefung 64 ist durch einen Versatz in der der Nocke 38 zugewandten Seite gekennzeichnet, was sich in dem weiter außen liegenden Ende 62 und dem weiter innen liegenden Ende 66 äußert. Diese Enden 62 und 66 sind durch schräge Flanken 68 und 70 als Übergang miteinander verbunden. Das Resultat aus diesem Versatz zwischen Enden 62 und 66 sowie aus den schrägen Flanken 68 und 70 ist das in der Schnittansicht zu sehende Profil der dachförmigen Vertiefung 64.

[0055] Der Vorteil dieser Ausgestaltung der Schleifscheiben 18 mit der dachförmigen Vertiefung 64 liegt darin, dass die Gratbildung an den zu schleifenden Nocken 38 an ihren normalerweise rechtwinkligen Kanten 72, 74, hier als unterbrochene Linien dargestellt, vermieden wird.

[0056] Zwischen den Enden 62 und 66 der Schleifscheibe 18 entsteht durch den Versatz somit ein Abstand 76. Dieser Abstand 76 ist in der Regel im Submillimeterbereich angeordnet und beträgt bevorzugt 0,2 mm.

[0057] Das Schleifmaterial 63 der Schleifscheiben 18, wie sie vorhergehend beschrieben wurden, ist ein entsprechend möglichst langlebiges Material, das zum Bearbeiten von Nocken 38 geeignet ist. Bevorzugt weist das Schleifmaterial 63 CBN (kubisches Bornitrit) auf.

[0058] Um die Schleifscheiben 18 in regelmäßigen Abständen von Schleifresten, Schleifmaterialresten und Ungenauigkeiten zu beseitigen, weist die Schleifmaschine 10 in der hier gezeigten Ausgestaltungsform ferner Abrichter 78 und 80 auf. Diese sind insbesondere im Zu-

sammenhang mit den Fig. 1 und 3 gut zu erkennen. Die Abrichter 78 und 80 sind jeweils in Bezug auf die z-Achse auf gleicher Höhe der Werkstückspindelstöcke 22 und 24 angeordnet und befinden sich in Bezug auf die x-Achse neben diesen. Dabei sind sie so angeordnet, dass sie gut von den Schleifscheiben 18 bzw. 20 erreicht werden können.

[0059] Im Folgenden soll nun näher auf die Anordnung der einzelnen zuvor beschriebenen Elemente auf dem Maschinenbett 12 eingegangen werden. Hierzu sei insbesondere auf die Fig. 1 bis 3 verwiesen.

[0060] Wie entsprechend in den Fig. 1 und 2 zu sehen ist, befinden sich die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 und die Schleifspindeln 50 und 52 mit den Schleifscheibenhalterungen 46 und 48 jeweils in unterschiedlichen Abständen über dem Maschinenbett 12. Dabei sind die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 so zueinander ausgerichtet, dass ihre Längsachsen 82 und 84 parallel zur z-Achse verlaufen. Gleiches gilt auch für die Schleifscheibenhalterungen 46 und 48 mit ihren Längsachsen 86 und 88 bzw. für die Schleifspindeln 50 und 52 mit ihren Spindelachsen 90 und 92.

[0061] Die Schleifspindeln 50 und 52 sind ferner zueinander so angeordnet, dass die an ihnen angeordneten Schleifscheibenhalterungen 46 und 48 voneinander weg in entgegengesetzte Richtungen entlang der z-Achse zeigen.

[0062] Zueinander sind die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 so ausgerichtet, dass die Setzstöcke 26 und 28 zwischen den Werkstückspindelstöcken 22 und 24 angeordnet sind. Insgesamt sind die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 dabei mit Bezug auf die Ansicht der Fig. 1 bis 3 jeweils am linken und rechten Rand des Maschinenbetts 12 angeordnet.

[0063] Wie insbesondere aus Fig. 3 zu sehen ist, haben die Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel dabei eine im Wesentlichen identische Anordnung in Bezug auf die x-Achse. Dementsprechend haben auch ihre Längsachsen 82 und 84 die gleiche Anordnung in Bezug auf die x-Achse.

[0064] Der Schlitten 54 mit den Schleifspindeln 50 und 52 ist in Bezug auf die z-Achse zwischen den Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 angeordnet. Er ist ferner zwischen den Werkstückhaltevorrichtungen 14 und 16 entlang der z-Achse verfahrbar. Wie zuvor bereits ausgeführt, sind auf dem Schlitten 54 die Schleifspindeln 50 und 52 mit den Schleifscheibenhalterungen 46, 48 und somit auch den Schleifscheiben 18 und 20 jeweils in unterschiedlichen Abständen zu dem Maschinenbett angeordnet. Mit Bezug auf die Darstellung von Fig. 2 liegen sie damit übereinander.

[0065] Ergänzend hierzu ist in Fig. 3 zu sehen, dass die Längsachsen 86 und 88 der Schleifscheibenhalterungen 46 und 48 sowie die Spindelachsen 90 und 92 der Schleifspindeln 50 und 52 in Bezug auf die x-Achse auf gleicher Höhe liegen.

[0066] Insbesondere der Darstellung von Fig. 2 ist zu entnehmen, dass die Längsachse 82 der Werkstückhal-

tevorrichtung 14 und die Längsachse 86 der Schleifscheibenhaltung 46 bzw. die Spindelachse 90 der Schleifspindel 50 die gleiche Ausrichtung in Bezug auf die y-Achse haben. Das Gleiche gilt für die Ausrichtung in Bezug auf die y-Achse für die Längsachse 84 der Werkstückhaltevorrichtung 16 und der Längsachse 88 der Schleifscheibenhaltung 48 bzw. der Spindelachse 92 der Schleifspindel 52.

[0067] Anders ausgedrückt haben die jeweiligen Längsachsen 82 und 86 bzw. 84 und 88 der Werkstückhaltevorrichtung 14 und Schleifscheibenhaltung 46 bzw. Werkstückhaltevorrichtung 16 und Schleifscheibenhaltung 48 den gleichen gemeinsamen Abstand über dem Maschinenbett 12.

[0068] Dies hat zur Folge, dass die Spindelachse 90 der Schleifspindel 50 mit der Spindelachse 94 des Werkstückspindelstocks 22 zueinander parallel ausgerichtet ist und diese eine Ebene bilden, die im Wesentlichen parallel zur x-z-Ebene ist. Ferner ist auch die Spindelachse 92 der Schleifspindel 52 parallel zur Spindelachse 96 des Werkstückspindelstocks 24 ausgerichtet, so dass diese ebenfalls eine Ebene bilden, die im Wesentlichen parallel zur x-z-Ebene ist. In diesem Zusammenhang ist mit "im Wesentlichen parallel" gemeint, dass die entsprechenden Ebenen zueinander einen von 0° abweichenden, geringen Winkel, beispielsweise im Bereich von 0 bis 10° einnehmen können, bevorzugt aber genau parallel zueinander angeordnet sind.

[0069] In Fig. 7 sieht man exemplarisch für die Schleifspindeln 50 und 52 mit den Schleifscheiben 18 und 20 am Beispiel der Schleifspindel 50 und der Schleifscheiben 18 gezeigt, wie die Größenverhältnisse zwischen Schleifspindeln 50 bzw. 52 und Schleifscheiben 18 bzw. 20 sind. Dort sieht man, dass der Abstand 98 zwischen der Spindelachse 90 und einem äußeren Rand 100 des Spindelblocks 101 der Schleifspindel 50, welcher auch als Spindelblockmaß bezeichnet wird, größer ist als der Radius 102 der Schleifscheiben 18.

[0070] Dies ist dadurch möglich, dass der Setzstock 26 bzw. der Setzstock 28 eine geringe Erstreckung in Richtung der z-Achse aufweist, wie es z.B. bei einem hier nicht gezeigten Reitstock der Fall wäre. So ist z.B. in Fig. 1 zu sehen, dass die Setzstöcke 26 und 28 jeweils nur eine geringe Breite in Richtung der z-Achse aufweisen. Diese hier nicht näher bezeichnete Breite entspricht in etwa dem freien Trägerende 42 des stabförmigen Trägers 36. Ferner ist der in Richtung der z-Achse zwischen den Setzstöcken 26 und 28 gelegene Raum ansonsten komplett frei. Dementsprechend kann der Raumbedarf der Schleifspindeln 50 und 52 in Richtung der x-Achse, mit anderen Worten der Abstand 98 bzw. das Spindelblockmaß, nahezu beliebig ausfallen. Dies ermöglicht die Verwendung von leistungsstarken Schleifspindeln 50 und 52.

[0071] Im Folgenden soll kurz das Verfahren beschrieben werden, welches ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist. Hierzu sei insbesondere auf die Fig. 1 bis 3 verwiesen.

[0072] In einem ersten Schritt des Verfahrens zum Schleifen von Nockensätzen mit einer Schleifmaschine 10, wie es Bestandteil dieser Erfindung ist, wird ein erster Nockensatz 104 in die Werkstückhaltevorrichtung 14 selbstständig eingespannt. Der Einspannvorgang ist in den Figuren nicht näher gezeigt. Dieser Nockensatz 104 ist dann zwischen Werkstückspindelstock 22 und Setzstock 26 eingespannt und wird anschließend in Rotation um die Spindelachse 94 des Werkstückspindelstocks 22 versetzt.

[0073] Danach wird die Schleifspindel 50 entlang der z- und x-Achse ausgerichtet. Dies geschieht so, dass je eine Nocke 38 des Nockensatzes 104 und je eine Schleifscheibe 18 der Schleifscheibenhaltung 46 an der Schleifspindel 50 mit Bezug auf die z-Achse auf einer Höhe liegt. Ferner werden die entsprechenden Schleifscheiben 18 und Nocken 38 durch Verfahren der Schleifspindel 50 in Richtung der x-Achse dann so in Kontakt gebracht, dass ein Schleifen möglich ist. Dieser Zustand ist z.B. in den Fig. 1 bis 3 sowie im Detail vereinfacht in der Fig. 7 zu sehen. Danach werden die Nocken geschliffen.

[0074] Als nächster Schritt wird, bevorzugt aber gleichzeitig zu dem zuvor beschriebenen Ausricht- und Schleifvorgang, ein ggf. in der Werkstückhaltevorrichtung 16 eingespannter Nockensatz 106 selbstständig abgelegt. Dieser Nockensatz 106 entstammt in der Regel einem vorherigen Schleifvorgang und enthält somit geschliffene Nocken 38.

[0075] Anschließend wird im selben Schritt ein anderer, hier nicht näher gezeigter Nockensatz 106' mit ungeschliffenen Nocken 38 selbstständig in die Werkstückhaltevorrichtung 16 eingespannt. Dieser Nockensatz 106' befindet sich danach entsprechend den zuvor beschriebenen Verfahrensschritten zwischen Werkstückspindelstock 24 und Setzstock 28 eingespannt und wird im Folgenden durch den Werkstückspindelstock 24 in Rotation um dessen Spindelachse 96 versetzt.

[0076] Sobald der in der Zwischenzeit laufende Schleifvorgang am Nockensatz 104 abgeschlossen ist, wird die Schleifspindel 52 mit der Schleifscheibenhaltung 48 und den Schleifscheiben 20 zu dem Nockensatz 106' ausgerichtet. Dazu wird die Schleifspindel 50 zunächst in Richtung der x-Achse so bewegt, dass die Schleifscheiben 18 von den Nocken 38 des Nockensatzes 104 beabstandet werden. Anschließend erfolgt eine Ausrichtung der Schleifscheiben 20 zu den Nocken 38 des Nockensatzes 106', so dass diese in Bezug auf die z-Achse auf einer Höhe zu liegen kommen, wie es für den Verfahrensschritt mit dem Nockensatz 104 zuvor bereits beschrieben wurde. Nach Bewegen der Schleifspindel 52 mit den Schleifscheiben 20 in Richtung der x-Achse in eine Position entsprechend analog zu Fig. 7 werden die Nocken 38 des Nockensatzes 106' durch die Schleifscheiben 20 geschliffen.

[0077] Der nächste Verfahrensschritt, der vorzugsweise gleichzeitig zu dem zuvor beschriebenen Ausricht- und Schleifschritt stattfindet, weist das selbstständige

Ablegen des gerade geschliffenen Nockensatzes 104 aus der Werkstückhaltevorrichtung 14 auf.

[0078] Daraufhin kann dann ein hier nicht näher gezeigter ungeschliffener Nockensatz 104' in die Werkstückhaltevorrichtung 14 selbstständig eingespannt werden, wie es bereits am Anfang dieses Verfahrens beschrieben wurde. Die nachfolgenden Schritte werden dann entsprechend der vorherigen Verfahrensbeschreibung identisch wiederholt.

[0079] Die hier erwähnten Schritte des selbstständigen Ablegens und Einspannens werden bevorzugt mit in diesem Zusammenhang nicht näher erläuterten oder gezeigten automatischen Vorrichtungen durchgeführt, wie sie aus dem Stand der Technik für diesen Zweck bekannt sind.

[0080] Wie man an diesem Verfahren erkennen kann, bestehen die Zeiten, in denen die Schleifscheiben 18 und 20 nicht aktiv sind, die sog. Nebenzeiten, lediglich in dem Ausrichtungsschritt der Schleifspindel 50 bzw. 52.

[0081] Dies, zusammen mit der Möglichkeit, Schleifspindeln mit größeren Spindelblockmaßen, also leistungsstärkere Schleifspindeln einsetzen zu können, erhöht die Produktivität der erfindungsgemäßen Schleifmaschine 10 bezüglich der geschliffenen Nocken pro Zeiteinheit im Vergleich zu den bisher bekannten Schleifmaschinen für Nocken um einen Faktor von bis zu 8.

[0082] Es sei angemerkt, dass die Ausrichtung der gesamten Schleifmaschine bzw. einzelner Komponenten nicht nur wie in den Figuren gezeigt erfolgen kann, sondern auch anders erfolgen kann. Beispielsweise kann die gesamte Schleifmaschine um 90° verkippt angeordnet sein, so dass die Rotations- bzw. Längsachsen der Schleifscheiben und Werkstücke nicht, wie in den Figuren gezeigt, in horizontaler Richtung, sondern in vertikaler Richtung verlaufen.

Patentansprüche

1. Schleifmaschine zum Schleifen von Werkstücken (37), insbesondere Nocken (38), mit

- einem Maschinenbett (12),
 - zumindest einer Schleifspindel (50, 52),
 - zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48), an denen jeweils zumindest eine Schleifscheibe (18, 20) angeordnet ist und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen (86, 88) parallel zueinander ausgerichtet sind, und
 - zwei Werkstückhaltevorrichtungen (14, 16), die jeweils einen Werkstückspindelstock (22, 24) und einen Setzstock (26, 28) aufweisen und die in ihrer Ausrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sind und mit ihren Längsachsen (82, 84) parallel zueinander ausgerichtet sind,
- wobei jeder Werkstückspindelstock (22, 24) und

der dazugehörige Setzstock (26, 28) zum dazwischen liegenden Anordnen einer separaten Werkstückaufnahme (30, 32) mit zu schleifenden Werkstücken (37) ausgebildet sind.

2. Schleifmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Setzstöcke (26, 28) längs der z-Achse zwischen den Werkstückspindelstöcken (22, 24) angeordnet sind.

3. Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** eine einzige Schleifspindel (50, 52), wobei je eine der zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48) an je einer Seite der Schleifspindel (50, 52) angeordnet ist.

4. Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** zwei separate Schleifspindeln (50, 52), wobei je eine der zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48) an je eine der zwei separaten Schleifspindeln (50, 52) angeordnet ist.

5. Schleifmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei separaten Schleifspindeln (50, 52) auf einem Schlitten (54) gemeinsam angeordnet sind, der auf dem Maschinenbett (12) verfahrbar angeordnet ist.

6. Schleifmaschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Werkstückhaltevorrichtungen (14, 16) jeweils in unterschiedlichen Abständen über dem Maschinenbett (12) angeordnet sind und die zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48) jeweils in unterschiedlichen Abständen über dem Maschinenbett (12) angeordnet sind.

7. Schleifmaschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Werkstückhaltevorrichtungen (14, 16) jeweils im gleichen Abstand über dem Maschinenbett (12) angeordnet sind und die zwei Schleifscheibenhalterungen (46, 48) jeweils im gleichen Abstand über dem Maschinenbett (12) angeordnet sind.

8. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindelachse (94, 96) je eines Werkstückspindelstocks (22, 24) mit der Spindelachse (90, 92) je einer Schleifspindel (50, 52) in einer Ebene angeordnet ist, die im Wesentlichen parallel zu der durch die x- und z-Achse aufgespannten Ebene ist.

9. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Schleifscheiben (18, 20) auf einer Schleifscheibenhalterung (46, 48) angeordnet sind.

10. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Abstand (98) von der Spindelachse (90, 92) der zumindest einen Schleifspindel (50, 52) bis zu einem äußeren Rand (100) des Spindelblocks (101) der Schleifspindel (50, 52) größer oder gleich dem Radius (102) der Schleifscheiben (18, 20) ist. 5
11. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheiben (18, 20) jeweils ein Dachprofil (61) aufweisen. 10
12. Schleifscheibenhalterung, mit 15
- einem stabförmigen Trägerelement (56),
 - einer Befestigungsvorrichtung (58) zur Befestigung der Schleifscheibenhalterung an einer Schleifspindel (50, 52) und
 - zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Schleifscheiben (18, 20), wobei die Befestigungsvorrichtung (58) an einem Ende (57) des stabförmigen Trägerelements (56) angeordnet ist, 20
- die Schleifscheiben (18, 20) auf der Schleifscheibenhalterung voneinander beabstandet angeordnet sind und 25
- eine Schleifscheibe zum Schleifen von einem von zumindest drei, insbesondere vier oder fünf auf einer Halterung (30, 32) angeordneten Werkstücken (37) dient. 30
13. Schleifscheibenhalterung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (60) zwischen zwei benachbarten Schleifscheiben (18, 20) kleiner ist als der Abstand (40) zwischen zwei benachbarten zu bearbeitenden Werkstücken (37). 35
14. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheibenhalterungen (46, 48) Schleifscheibenhalterungen nach Anspruch 12 oder 13 sind. 40
15. Verfahren zum Schleifen von Nockensätzen (104, 106), die jeweils zumindest drei, insbesondere vier oder fünf Nocken (38) aufweisen, die an einer Werkstückaufnahme (30, 32) angeordnet sind, mit einer Schleifmaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 oder 15, mit folgenden Schritten: 45
- a) Selbstständiges Einspannen eines ersten Nockensatzes (104) zwischen dem ersten Werkstückspindelstock (22) und dem zugehörigen Setzstock (26) der ersten Werkstückhaltervorrichtung (14) mit anschließender Rotation des ersten Nockensatzes (104) um die Spindelachse (94) des ersten Werkstückspindelstocks (22), 50
 - b) Ausrichten der zumindest einen Schleifspindel (50), so dass jede Schleifscheibe (18) der ersten Schleifscheibenhalterung (46) längs der z-Achse mit je einer Nocke (38) des ersten Nockensatzes (104) auf einer Höhe zu liegen kommt, mit nachfolgendem Schleifen der Nocken (38) des ersten Nockensatzes (104),
 - c) selbstständiges Ablegen, insbesondere gleichzeitig zu Schritt b), eines gegebenenfalls bereits vorhandenen geschliffenen zweiten Nockensatzes (106) aus der zweiten Werkstückhaltervorrichtung (16) und selbstständiges Einspannen eines dritten Nockensatzes (106') zwischen dem zweiten Werkstückspindelstock (24) und dem zugehörigen Setzstock (28) der zweiten Werkstückhaltervorrichtung (16) mit anschließender Rotation des dritten Nockensatzes (106') um die Spindelachse (96) des zweiten Werkstückspindelstocks (24),
 - d) Ausrichten der zumindest einen Schleifspindel (52), so dass jede Schleifscheibe (20) der zweiten Schleifscheibenhalterung (48) längs der z-Achse mit je einer Nocke (38) des dritten Nockensatzes (106') auf einer Höhe zu liegen kommt, mit nachfolgendem Schleifen der Nocken (38) des dritten Nockensatzes (106') und
 - e) selbstständiges Ablegen, insbesondere gleichzeitig zu Schritt d), des ersten Nockensatzes (104) aus der ersten Werkstückhaltervorrichtung (14) und Wiederholen der Schritte a) bis e). 55

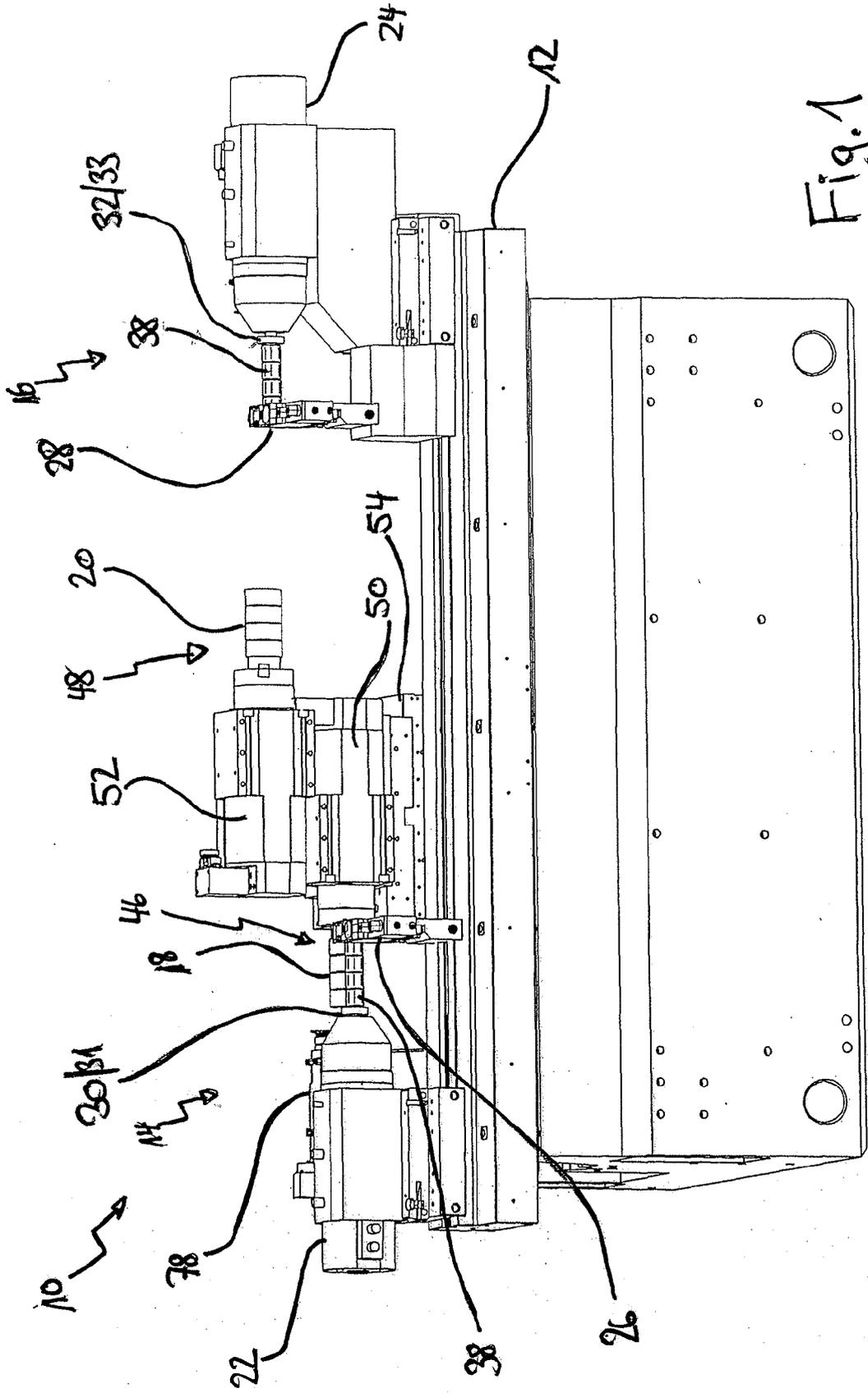
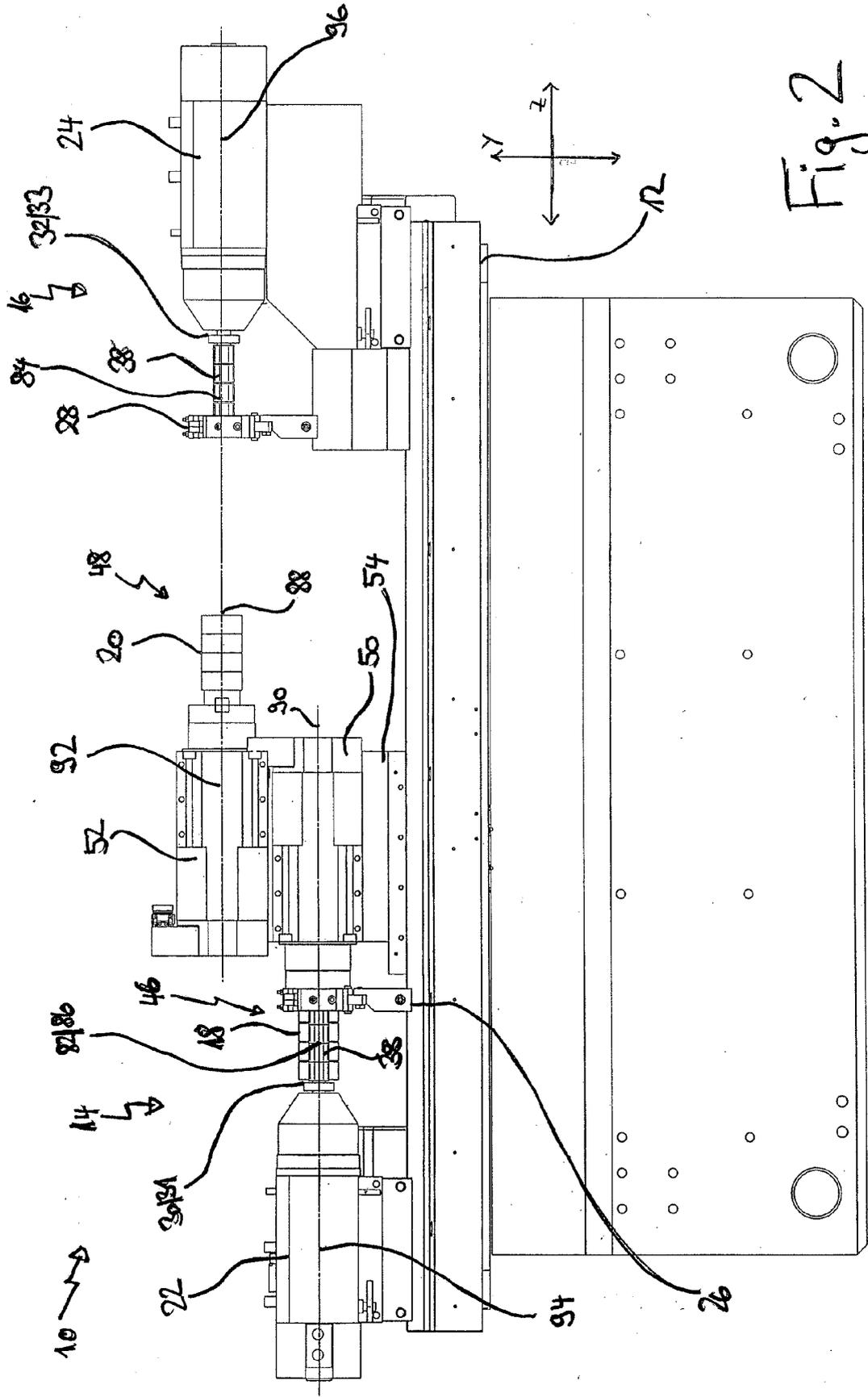
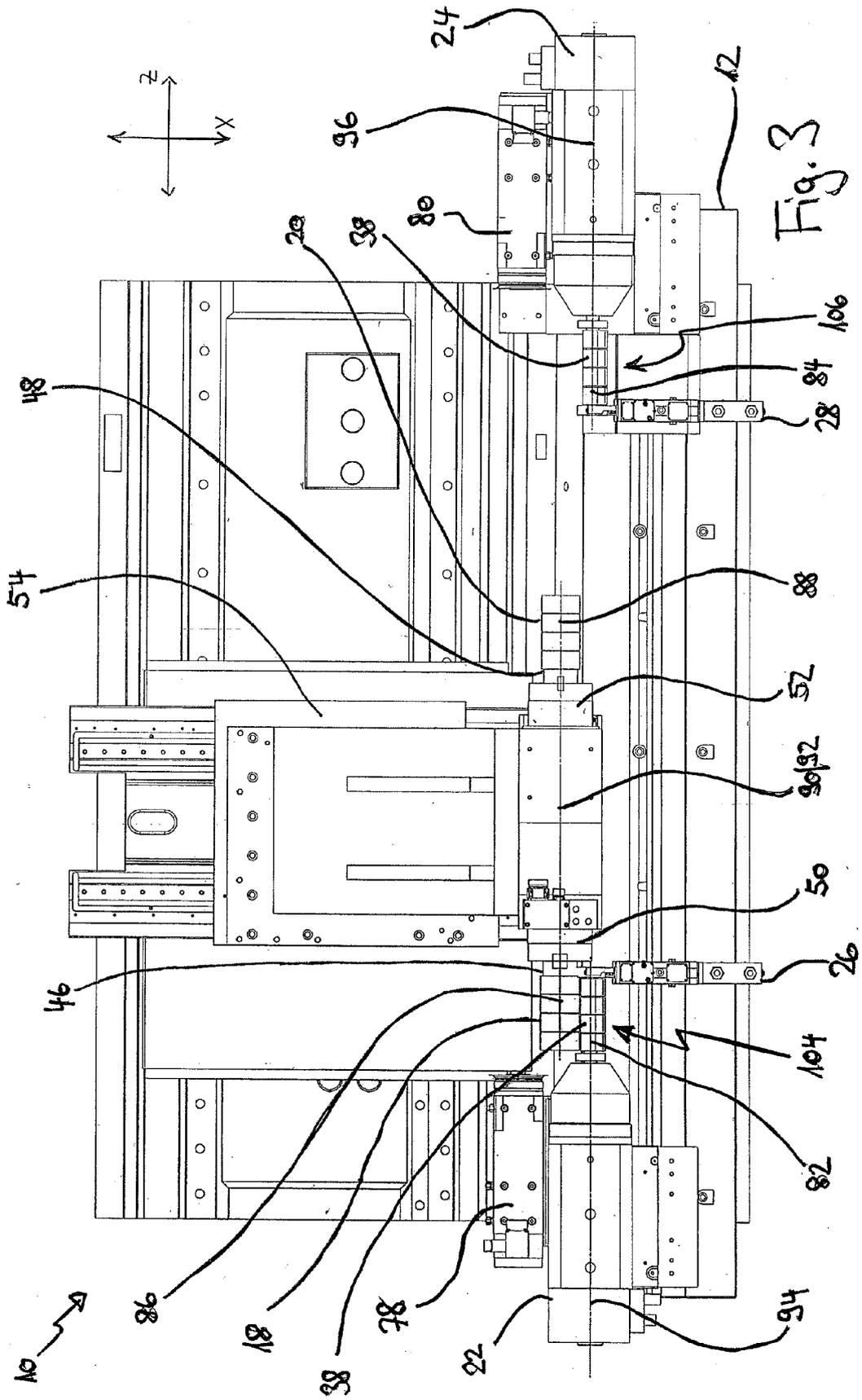


Fig. 1





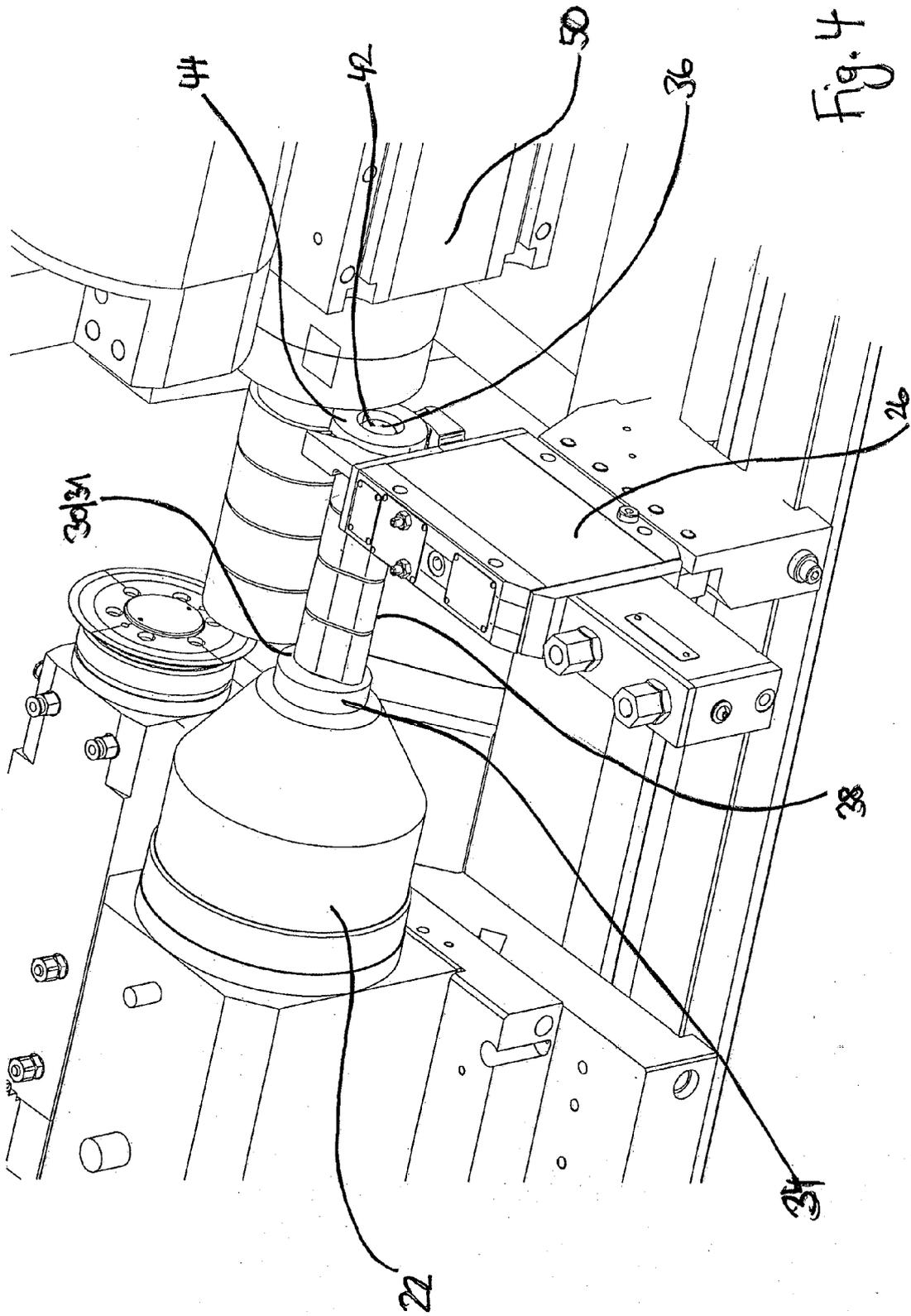


Fig. 4

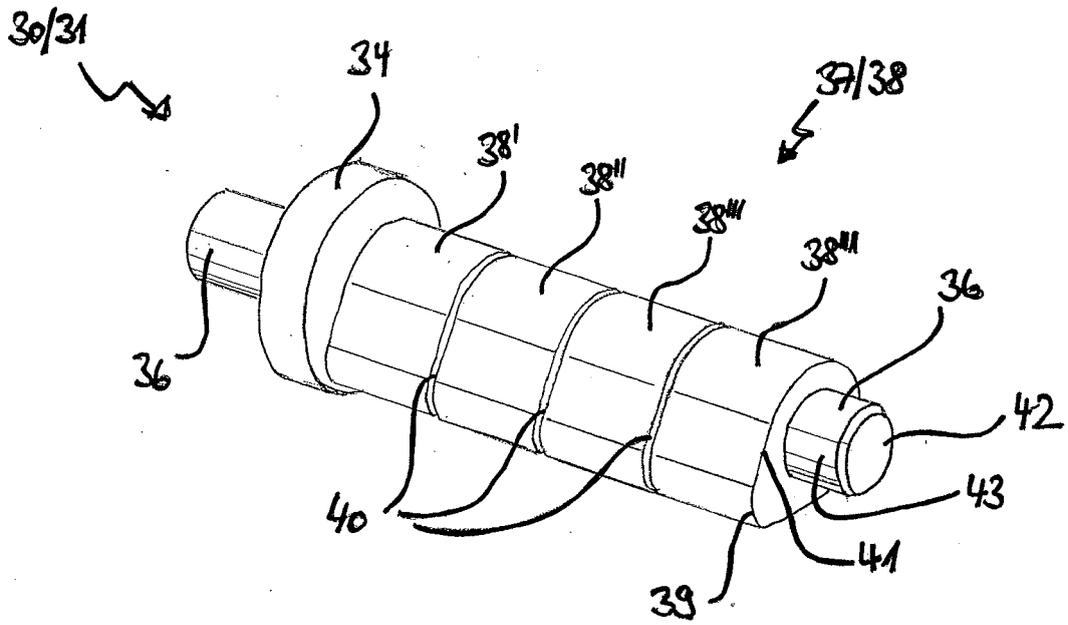


Fig. 5

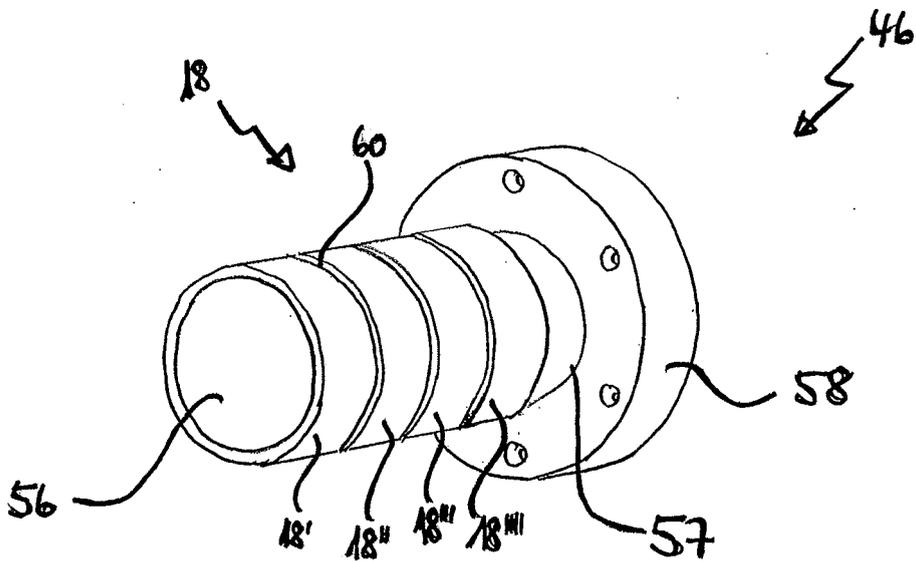


Fig. 6

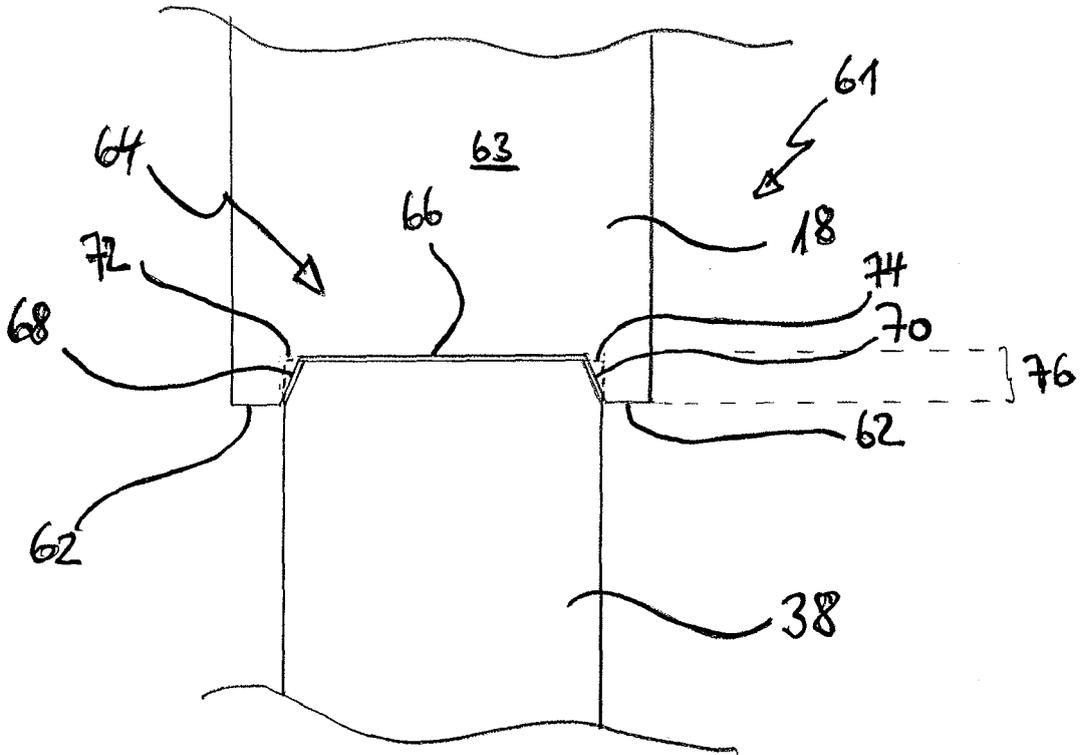


Fig. 8

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 Nicht-Patentliteratur

- CamGrind - Produktionslösungen für das Schleifen von Nockenwellen. Firma Studer Schaudt GmbH, Oktober 2006 [0002]