

(19)



(11)

EP 3 135 433 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(51) Int Cl.:
B24B 35/00 (2006.01) B24B 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16181580.8**

(22) Anmeldetag: **28.07.2016**

(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

(72) Erfinder:
• **STEPHAN, Marcus**
77716 Fischerbach (DE)
• **WOLBER, Simon**
77761 Schiltach (DE)
• **HILDEBRANDT, Oliver**
78132 Hornberg (DE)

(30) Priorität: **27.08.2015 DE 102015216357**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**
Friedrichstrasse 6
70174 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Supfina Grieshaber GmbH & Co. KG**
77709 Wolfach (DE)

(54) **UMFANGSFLÄCHENBEARBEITUNGSEINHEIT, WERKZEUGMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB**

(57) Die Erfindung betrifft eine Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) zur finishenden Bearbeitung von zu einer Werkstückachse (116) exzentrischen Werkstückumfangsflächen (72) mittels mindestens einem Finishwerkzeug, wobei das mindestens eine Finishwerkzeug an einem Finishwerkzeughalter (60) gehalten ist und wobei der Finishwerkzeughalter (60) mittels einer Lagereinheit während der Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche (72) entlang einer Bewegungsbahn der Werkstück-

ckumfangsfläche (72) bewegbar ist, wobei die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) einen Oszillationsantrieb (48) aufweist, mittels welchem der Finishwerkzeughalter (60) in einer zu der Werkstückachse parallelen Richtung oszillierend antreibbar ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Werkzeugmaschine sowie Verfahren zum Betrieb einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) und einer Werkzeugmaschine.

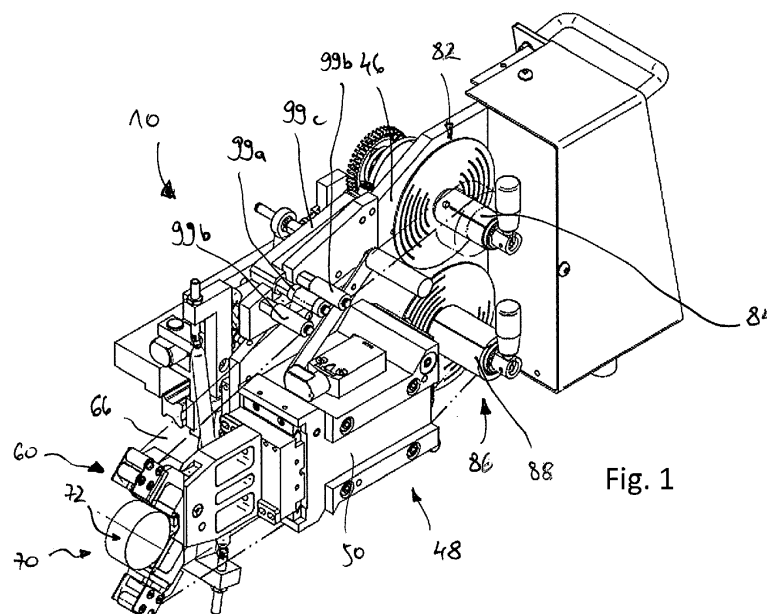


Fig. 1

EP 3 135 433 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Umfangsflächenbearbeitungseinheit zur finishenden Bearbeitung von zu einer Werkstückachse exzentrischen Werkstückumfangsflächen mittels mindestens einem Finishwerkzeug, wobei das mindestens eine Finishwerkzeug an einem Finishwerkzeughalter gehalten ist und wobei der Finishwerkzeughalter mittels einer Lagereinheit während der Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche entlang einer Bewegungsbahn der Werkstückumfangsfläche bewegbar ist.

[0002] Eine solche Umfangsflächenbearbeitungseinheit ist aus der EP 2 617 522 B1 bekannt.

[0003] Bei der Finishbearbeitung wird ein Werkstück mittels eines Rotationsantriebs rotierend angetrieben, sodass auch die zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche rotiert. Dieser Rotationsbewegung wird eine parallel zur Werkstückachse gerichtete Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem Finishband überlagert, indem das Werkstück mit einem Oszillationsantrieb in zu der Werkstückachse paralleler Richtung hin- und herbewegt wird. Hierdurch wird die Werkstückumfangsfläche mit einer für das Finishverfahren charakteristischen Kreuzschliffstruktur versehen.

[0004] Bei den zu bearbeitenden Werkstückumfangsflächen handelt es sich insbesondere um Lagerflächen von Kurbel- oder Nockenwellen. Diese Lagerflächen müssen mit einer hohen Maßhaltigkeit gefertigt werden. Insbesondere sollen die Lagerflächen der Kurbel- oder Nockenwellen so gefertigt sein, dass sie im Zusammenspiel mit den Lagerflächen eines Kurbel- oder Nockenwellengehäuses oder mit den Lagerflächen eines Pleuels möglichst spielfreie und reibungsarme Lagerungen mit hohen Tragflächenanteilen gewährleisten.

[0005] Es hat sich herausgestellt, dass der Rüstaufwand zur Vorbereitung der finishenden Bearbeitung von Werkstücken eines Werkstückloses relativ hoch ist. In der Großserienfertigung ist dies hinnehmbar; bei Kleinserien hingegen führt dies zu hohen Kosten pro Werkstück. Darüber hinaus ist der Investitionsaufwand zur Bereitstellung einer Werkzeugmaschine, welche mit Umfangsflächenbearbeitungseinheiten ausgestattet ist, relativ hoch, sodass eine Amortisation für kleinere Firmen mit höherem Spezialisierungsgrad schwierig ist.

[0006] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Umfangsflächenbearbeitungseinheit bereitzustellen, welche besonders gut für die finishende Bearbeitung von Werkstücken kleiner Werkstücklose geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Umfangsflächenbearbeitungseinheit einen Oszillationsantrieb aufweist, mittels welchem der Finishwerkzeughalter in einer zu der Werkstückachse parallelen Richtung oszillierend antreibbar ist.

[0008] Die erfindungsgemäße Umfangsflächenbear-

beitungseinheit weist einen Oszillationsantrieb auf, welcher den Finishwerkzeughalter oszillierend antreibt. Auf diese Weise kann ein mit dem Finishwerkzeughalter zusammenwirkendes Finishwerkzeug, insbesondere ein Finishband oder ein Finishstein, oszillierend angetrieben werden. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Oszillationsantrieb, bei welchem das Werkstück in zu der Werkstückachse paralleler Richtung hin- und herbewegt wird, kann ein relativ kleiner und relativ kompakter Oszillationsantrieb verwendet werden. Insbesondere ist es nicht erforderlich, eine Gesamtheit von Spindelstock, Werkstück und Reitstock in zu einer Werkstückachse paralleler Richtung oszillierend anzutreiben.

[0009] Dadurch, dass eine oszillierende Bewegung an der Umfangsflächenbearbeitungseinheit selbst erzeugt wird, kann diese in Verbindung mit sehr einfach aufgebauten Werkzeugmaschinen eingesetzt werden. Diese Werkzeugmaschinen können sehr kompakt bauen, weil sie lediglich einen Werkstückhalter mit einem Rotationsantrieb benötigen.

[0010] Dadurch, dass ein Oszillationsantrieb vorgesehen ist, welcher den Finishwerkzeughalter antreibt, kann ein zu bearbeitendes Werkstück in zu der Werkstückachse paralleler Richtung ruhen. Dies hat auch den Vorteil, dass entlang der Werkstückachse gesehen parallel zueinander versetzte Werkstückumfangsflächen voneinander unabhängig bearbeitet werden können. Insbesondere ist es auch möglich, gleichzeitig mehrere Werkstückumfangsflächen zu bearbeiten, wenn ein Teil der zu bearbeitenden Werkstückumfangsflächen nicht finishend bearbeitet werden soll (beispielsweise ein Dichtsitz einer Kurbelwelle).

[0011] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Oszillationsantrieb zwischen der Lagereinheit und dem Finishwerkzeughalter wirksam ist. Dies bedeutet, dass der Oszillationsantrieb an der Lagereinheit angeordnet ist und den Finishwerkzeughalter oszillierend antreibt. Auf diese Weise werden während des Betriebs der Umfangsflächenbearbeitungseinheit lediglich der Finishwerkzeughalter und das mit dem Finishwerkzeughalter zusammenwirkende Finishwerkzeug in eine oszillierende Bewegung versetzt. Somit können die oszillierenden Massen auf ein kleinstmögliches Maß reduziert werden.

[0012] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der Oszillationsantrieb eine Exzentereinheit umfasst. Eine solche Exzentereinheit ermöglicht eine einfache Übersetzung einer Drehbewegung in eine Oszillationsbewegung. Die Drehbewegung kann mit einem einfachen Antriebsmotor erzeugt werden, der über eine sich drehende Welle mit der Exzentereinheit zusammenwirkt.

[0013] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Bearbeitungseinheit eine Trägereinheit umfasst, an welchem ein erstes Lagerteil der Lagereinheit verschieblich gelagert ist, wobei das erste Lagerteil ein gemeinsam mit diesem verschiebliches Schwenklager aufweist, wobei an dem Schwenkla-

ger ein relativ zu dem ersten Lagerteil verschwenkbares zweites Lagerteil der Lagereinheit gelagert ist, wobei an dem zweiten Lagerteil der Oszillationsantrieb und der Finishwerkzeughalter angeordnet sind. Bei dieser Anordnung bildet die Trägereinheit ein Gestell der Umfangsflächenbearbeitungseinheit. Ausgehend von diesem Gestell wird zunächst eine Linearführung für ein erstes Lagerteil der Lagereinheit relativ zu der Trägereinheit bereitgestellt. An dem ersten Lagerteil ist ein gemeinsam mit diesem verschiebliches Schwenklager vorgesehen, sodass die Verschwenkbarkeit eines zweiten Lagerteils der vorstehend genannten Linearbeweglichkeit des ersten Lagerteils kinematisch folgt. Dies hat den Vorteil, dass während der Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse nicht konzentrischen Werkstückumfangsfläche, also während der Bearbeitung beispielsweise eines Hublagers einer Kurbelwelle, ein Abstand zwischen dem Finishwerkzeughalter und dem Finishwerkzeug einerseits und der Schwenkachse andererseits konstant bleibt. Auf diese Weise bleibt auch das Produkt aus einer oszillationsbedingten Reibkraft zwischen Werkstück und Finishwerkzeug und aus einem durch den Abstand zwischen dem Finishwerkzeug und der Schwenkachse definierten Hebelarm (also das auf das Schwenklager wirkende Biegemoment) konstant.

[0014] Für eine vorstehend beschriebene Konfiguration der Lagereinheit ist es bevorzugt, wenn an der Trägereinheit ein Linearantrieb angeordnet ist, mittels welchem das erste

[0015] Lagerteil entlang einer geradlinigen Bahn verschiebbar ist. Dies ermöglicht eine Positionierung des Finishwerkzeughalters und eines Finishwerkzeug relativ zu einem Werkstück, ohne dass hierfür entsprechende werkzeugmaschinenseitige Positioniereinrichtungen bereitgestellt werden müssen. Der Linearantrieb schwenkt bei Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse exzentrischen Werkstückumfangsfläche nicht mit, sondern verbleibt in einer konstanten Raumlage.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Linearantrieb als Andrückeinrichtung zur Einstellung einer Andrückkraft wirksam ist, mit welcher das mindestens eine Finishwerkzeug gegen eine finishend zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche drückt. Ein bevorzugtes Beispiel für einen solchen Linearantrieb ist ein Pneumatikzylinder. Ein Linearantrieb, welcher auch als Andrückeinrichtung wirksam ist, kann also gleichzeitig als Positioniereinrichtung verwendet werden und eine Andrückkraft bereitstellen. Bei Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse exzentrischen Werkstückumfangsfläche ermöglicht ein Pneumatikzylinder auch die Bereitstellung einer Längenausgleichsbewegung.

[0016] Alternativ zu der vorstehend beschriebenen Konfiguration (bei welcher ein erstes Lagerteil der Lagereinheit verschieblich an einer Trägereinheit gelagert ist, wobei das erste Lagerteil ein gemeinsam mit diesem verschiebliches Schwenklager aufweist, wobei an dem Schwenklager ein relativ zu dem ersten Lagerteil verschwenkbares zweites Lagerteil der Lagereinheit gela-

gert ist), ist es möglich, das erste Lagerteil um eine Schwenkachse schwenkbar an der Trägereinheit zu lagern, und ein zweites Lagerteil verschieblich an dem ersten Lagerteil zu lagern. In diesem Fall ist ein Linearantrieb zwischen dem ersten Lagerteil und dem zweiten Lagerteil wirksam; der Linearantrieb wird gemeinsam mit dem ersten Lagerteil um die Schwenkachse verschwenkt. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass eine von dem Linearantrieb erzeugte Anpresskraft immer senkrecht zu einer finishend zu bearbeitenden Werkstückfläche eingeleitet werden kann.

[0017] Die erfindungsgemäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit ist ferner besonders flexibel einsetzbar, wenn das Finishwerkzeug als Finishband ausgebildet ist und wenn an der Lagereinheit, insbesondere an einem zweiten Lagerteil der Lagereinheit, eine Bevorratungseinrichtung für frisches Finishband und/oder eine Sammlereinrichtung zum Sammeln von verbrauchtem Finishband angeordnet ist oder sind. Auf diese Weise ist die Umfangsflächenbearbeitungseinheit auch bezüglich der Versorgung mit Finishband autark und muss nicht mit Bauteilen eines externen Finishbandmanagements abgestimmt werden.

[0018] Für den Fall, dass das Finishwerkzeug als Finishband ausgebildet ist, ist es besonders bevorzugt, wenn die Umfangsflächenbearbeitungseinrichtung einen Finishbandantrieb aufweist, welcher als Zugantrieb ausgebildet ist und durch Ziehen an einem verbrauchten Finishbandabschnitt dem Finishwerkzeughalter einen frischen Finishbandabschnitt zuführt. Auf diese Weise kann ein besonders einfach ausgebildeter Finishbandantrieb bereitgestellt werden, bei welchem das Finishband in besonders einfacher Weise "unter Zug" gehalten werden kann.

[0019] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Finishwerkzeughalter und das Finishwerkzeug derart ausgebildet sind, dass sie die Bearbeitung von Werkstückumfangsflächen mit unterschiedlichen Durchmessern ermöglichen. Auf diese Weise wird der Einsatzbereich der erfindungsgemäßen Umfangsflächenbearbeitungseinheit nochmals erweitert. Hierbei kann insbesondere auf Anordnungen zurückgegriffen werden, die aus der EP 2 803 445 A1 oder der DE 10 2014 200 445 A1 oder der DE 10 2014 213 194 A1 der Anmelderin bekannt sind.

[0020] Insbesondere im Zusammenhang mit den vorstehend genannten durchmesserflexiblen Finishwerkzeughaltern besonders vorteilhaft ist auch eine optionale Finishbandspeichereinrichtung, welche einen Zusatzabschnitt des Finishbands speichert, wenn das Finishband nicht in Kontakt mit einem Werkstück steht, und den Zusatzabschnitt des Finishbands freigibt, wenn das Finishband in Kontakt mit dem Werkstück gelangt. Die Speichereinrichtung hält also einen zusätzlichen Abschnitt des Finishbands vor, der freigegeben wird, wenn das vor Kontakt mit einem Werkstück vorzugsweise gerade gespannte Finishband sich der Kontur eines Finishwerkzeughalters anpasst.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es, die erfindungsge-

mäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit, welche für die finishende Bearbeitung von zu einer Werkstückachse exzentrischen Werkstückumfangsflächen ausgelegt ist und dementsprechende Bewegungsfreiheitsgrade bereithält, wahlweise auch zur finishenden Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse konzentrischen Werkstückumfangsfläche eines Werkstücks verwendet wird. Hierbei kann es sich beispielsweise um die Hauptlager einer Kurbelwelle oder einer Nockenwelle handeln. Die erfindungsgemäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit stellt also die kinematischen Voraussetzungen bereit, zu einer Werkstückachse exzentrische Werkstückumfangsflächen bearbeiten zu können, kann aber bedarfsweise genutzt werden, um zu einer Werkstückachse konzentrische

[0022] Werkstückumfangsflächen zu bearbeiten. Auf diese Weise wird der Einsatzbereich der erfindungsgemäßen Umfangsflächenbearbeitungseinheit nochmals vergrößert.

[0023] Eine separate Umfangsflächenbearbeitungseinheit, welche ausschließlich zur Bearbeitung von zu einer Werkstückachse konzentrischen Werkstückumfangsflächen ausgebildet ist, also der Orbitalbahn einer exzentrischen Werkstückumfangsfläche nicht folgen kann, muss somit an einer Werkzeugmaschine nicht vorgehalten werden. Vielmehr ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich, dass die vorstehend beschriebene Umfangsflächenbearbeitungseinheit nacheinander sowohl für die finishende Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse exzentrischen Werkstückumfangsfläche und für die finishende Bearbeitung von zu einer Werkstückachse konzentrischen Werkstückumfangsfläche verwendet wird.

[0024] Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, eine Werkzeugmaschine bereitzustellen, welche besonders gut für die finishende Bearbeitung von Werkstücken kleiner Werkstücklose geeignet ist.

[0025] Diese Aufgabe wird bei einer Werkzeugmaschine dadurch gelöst, dass sie eine Umfangsflächenbearbeitungseinheit der vorstehend beschriebenen Art umfasst und einen Werkstückhalter zum Halten eines Werkstücks, sowie mindestens eine erste Positioniereinrichtung zur Positionierung der Umfangsflächenbearbeitungseinheit, insbesondere eines Trägers der Umfangsflächenbearbeitungseinheit, relativ zu dem Werkstück. Die Positioniereinrichtung weist insbesondere eine Positionierachse in zu der Werkstückachse paralleler Richtung auf, alternativ oder zusätzlich hierzu eine Zustellachse in zu der Werkstückachse senkrechter Richtung.

[0026] Die Werkzeugmaschine umfasst ferner einen Werkstückhalter mit einem Rotationsantrieb zum Antrieb des Werkstücks um die Werkstückachse, wobei vorzugsweise das Werkstück in einer zu der Werkstückachse parallelen Richtung unbewegbar in dem Werkstückhalter gehalten ist. Auf diese Weise kann auf einen raumgreifenden und schweren Oszillationsantrieb verzichtet werden, mit welchem beispielsweise ein Spindelstock, ein

Reitstock und ein Werkstück als Gesamtheit oszillierend angetrieben werden.

[0027] Ferner ist es bevorzugt, wenn die Werkzeugmaschine mindestens eine zweite Positioniereinrichtung zur Positionierung einer Axialflächenbearbeitungseinheit zur finishenden Bearbeitung von zu einer Werkstückachse senkrechten Flächen eines Flächenpaars aufweist. Eine solche Axialflächenbearbeitungseinheit kann auch als "Passlagereinheit" bezeichnet werden. Für die zweite Positioniereinrichtung ist es ebenfalls bevorzugt, wenn diese eine Positionierachse in zu der Werkstückachse paralleler Richtung aufweist, alternativ oder zusätzlich hierzu eine Zustellachse in zu der Werkstückachse senkrechter Richtung.

[0028] Bei einer besonders bevorzugten Axialflächenbearbeitungseinheit ist vorgesehen, dass diese zwei voneinander getrennte Finishbänder aufweist, welche jeweils zur Bearbeitung nur einer Fläche der beiden Flächen eines Flächenpaars dienen. Bei einer konventionellen Axialflächenbearbeitungseinheit wird nur ein Finishband verwendet, das zunächst einer Fläche der beiden Flächen eines Flächenpaars zugeführt wird, danach umgelenkt wird und anschließend einer zweiten Fläche des Flächenpaars zugeführt wird. Bei einer solchen konventionellen Axialflächenbearbeitungseinheit muss der Vorschub von Finishband indexiert werden, um zu verhindern, dass ein an der ersten Fläche bereits abgenutztes Finishband nach seiner Umlenkung der zweiten Fläche zugeführt wird. Eine solche Indexierung ist bei der erfindungsgemäßen Axialflächenbearbeitungseinheit nicht erforderlich. Bei dieser sind zwei getrennte Finishbänder vorgesehen, welche jeweils nur einer Fläche eines Flächenpaars zugeordnet sind. Jedes Finishband wird somit ausschließlich für eine der beiden Flächen des Flächenpaars verwendet. Somit können die Finishbänder jeweils für sich und ohne Indexierung nachgeführt werden.

Es versteht sich, dass die vorstehend beschriebene Axialflächenbearbeitungseinheit auch für sich genommen und unabhängig von einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit vorteilhaft ist und auch für sich genommen eine Erfindung darstellen kann.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner nachfolgend erörterte Verfahren zum Betrieb einer vorstehend beschriebenen Umfangsflächenbearbeitungseinheit oder einer vorstehend beschriebenen Werkzeugmaschine. Diese Verfahren helfen, die erfindungsgemäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit flexibel einsetzen zu können, sodass auch Werkstücke kleiner Werkstücklose wirtschaftlich finishend bearbeitbar sind.

[0030] Nach einem ersten erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Kraft, mit welcher das mindestens eine Finishwerkzeug gegen eine finishend zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche drückt, eingestellt, in dem die Position des mindestens einen Finishwerkzeugs entlang einer geradlinigen Bahn eingestellt wird. In vorteilhafter Weise erfolgt die Einstellung der Position mittels eines vorstehend genannten Pneumatikzylinders, der einen

Anpressdruck erzeugt. Dieser Pneumatikzylinder stellt auch eine Längenausgleichsbewegbarkeit bereit.

[0031] Nach einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren wird die Umfangsflächenbearbeitungseinheit während der finishenden Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche und der oszillierenden Bewegung des mindestens einen Finishwerkzeugs überlagert in zu der Werkstückachse paralleler Richtung hin- und herbewegt. Auf diese Weise kann ein Überlagerungshub realisiert werden, welcher es ermöglicht, mit einem Finishwerkzeug einer bestimmten Breite Werkstückumfangsflächen finishend zu bearbeiten, die eine größere Breite aufweisen. Der Überlagerungshub dient dann also dazu, die gesamte Breite einer zu bearbeitenden Werkstückumfangsfläche abfahren zu können, ohne dass ein Austausch oder ein Anpassen des Finishwerkzeugs und/oder des Finishwerkzeughalters erforderlich ist. Hierbei wird der potentielle Nachteil einer höheren Bearbeitungsdauer zur finishenden Bearbeitung einer bestimmten Werkstückumfangsfläche in Kauf genommen zu Gunsten der Tatsache, dass die erfindungsgemäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit für eine Vielzahl unterschiedlich breiter Werkstückumfangsflächen verwendet werden kann.

[0032] Nach einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren werden in derselben Einspannung eines Werkstücks unter Verwendung derselben Umfangsflächenbearbeitungseinheit nacheinander unterschiedlicher Werkstückumfangsflächen desselben Werkstücks finishend bearbeitet. Bei den unterschiedlichen Werkstückumfangsflächen kann es sich um eine Mehrzahl von Werkstückumfangsflächen handeln, welche dieselbe Geometrie aufweisen, also beispielsweise zwei Hublager derselben Kurbelwelle. Es kann sich bei den verschiedenen Werkstückumfangsflächen aber auch um Werkstückumfangsflächen handeln, welche eine unterschiedliche Geometrie aufweisen, also beispielsweise ein Hublager und ein Hauptlager derselben Kurbelwelle. Wesentlich ist, dass zur Bearbeitung einer bestimmten Lagergeometrie spezialisierte Bearbeitungseinheiten nicht vorgehalten werden müssen. Vielmehr wird eine erfindungsgemäße Umfangsflächenbearbeitungseinheit vorgehalten, die zu Lasten der Bearbeitungszeit pro Werkstück nacheinander unterschiedliche Werkstückumfangsflächen bearbeitet. Auf diese Weise können auch Kleinstserien wirtschaftlich realisiert werden, bei denen es nicht darauf ankommt, dass eine Werkzeugmaschine maximal ausgelastet ist, sondern darauf, dass mit einem geringen gerätetechnischen Einsatz und mit akzeptablen Rüstzeiten Werkstücke, welche unterschiedliche Geometrien aufweisen, bearbeitet werden können.

[0033] Bei den unterschiedlichen Werkstückumfangsflächen kann es sich beispielsweise um Hauptlager, Pleuellager und/oder Dichtsitz einer Kurbel- oder Kompressorwelle handeln oder um Wellenlager und Nockenflächen einer Nockenwelle. Bei einer solchen Nockenwelle kann es sich beispielsweise um die Nockenwelle eines Ventiltriebs handeln oder auch um eine Exzenter-

welle, welche mindestens einen zu einer Wellenachse exzentrisch angeordneten Exzenterabschnitt aufweist.

[0034] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit aus einer ersten Perspektive;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Umfangsflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 1 aus einer weiteren Perspektive;
- Fig. 3a eine Seitenansicht der Umfangsflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 1;
- Fig. 3b eine Draufsicht der Umfangsflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 1 entsprechend einer in Fig. 3a mit IIIb - IIIb bezeichneten Schnittebene;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Werkzeugmaschine mit einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 1;
- Fig. 5 eine Seitenansicht der Werkzeugmaschine gemäß Fig. 4 bei Kontakt eines Finishbands mit einer bezogen auf eine Werkstückachse auf 3 Uhr positionierten Werkstückumfangsfläche;
- Fig. 6 eine der Fig. 5 entsprechende Seitenansicht bei Positionierung der Werkstückumfangsfläche auf 12 Uhr;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer Axialflächenbearbeitungseinheit; und
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Werkzeugmaschine mit einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 1 und mit einer Axialflächenbearbeitungseinheit gemäß Fig. 7.

[0035] Eine Ausführungsform einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit ist in den Figuren 1 bis 3b dargestellt und dort insgesamt mit den Bezugszeichen 10 bezeichnet.

[0036] Die Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 weist eine Trägereinheit 12 auf, welche zur Verbindung mit dem Gestell oder einer Positioniereinrichtung einer Werkzeugmaschine dient. Die Trägereinheit 12 weist ein erstes Linearführungsteil 14 einer Linearführung 16 auf, welche ein zweites Linearführungsteil 18 umfasst, das

mit einem ersten Lagerteil 20 verbunden ist (vgl. Fig. 3b). Die Linearführung 16 ermöglicht es, das erste Lagerteil 20 relativ zu der Trägereinheit 12 entlang einer geradlinigen Achse 22 zu bewegen.

[0037] Zum Antrieb der ersten Lagereinheit 20 entlang der Achse 22 und relativ zu der Trägereinheit 12 ist ein Linearantrieb 24 in Form eines Pneumatikzylinders 26 vorgesehen (vgl. Fig. 2). Der Linearantrieb 24 stützt sich mit einem Ende 28 (beispielsweise das rückwärtige Ende eines Zylinders) an einer Abstützung 30 der Trägereinheit 12 ab. Das entgegengesetzte Ende 32 des Linearantriebs 24 (beispielsweise das freie Ende eines Kolbens) ist mit einem Koppellement 34 verbunden, das fest mit dem zweiten Linearführungsteil 18 der Linearführung 16 und mit dem ersten Lagerteil 20 verbunden ist.

[0038] Das erste Lagerteil 20 umfasst ein Schwenklager 36 (vgl. Fig. 3b). Dies bedeutet, dass das Schwenklager 36 bei Verschiebung des ersten Lagerteils 20 relativ zu der Trägereinheit 12 mit entlang der geradlinigen Bahn 22 verschoben wird. Das Schwenklager 36 definiert eine Schwenkachse 38.

[0039] Das Schwenklager 36 dient zur Schwenklagerung eines insgesamt mit dem Bezugszeichen 40 bezeichneten zweiten Lagerteils. Das zweite Lagerteil 40 weist Wälzlager 42 auf, die in einem Lagergehäuse 44 aufgenommen sind, das mit einer Grundplatte 46 des zweiten Lagerteils 40 verbunden ist.

[0040] Die Grundplatte 46 dient auch zur Befestigung eines nachfolgend detaillierter beschriebenen Oszillationsantriebs 48 (vgl. Fig. 1). Der Oszillationsantrieb 48 weist ein Antriebsgehäuse 50 zur Aufnahme eines Motors 52 auf (vgl. Fig. 1 und 3b). Der Motor 52 wirkt über eine Antriebswelle 54 auf eine Exzentereinheit 56, die mit einem Schlitten 58 zusammenwirkt.

[0041] Der Schlitten 58 dient zur Befestigung eines Finishwerkzeughalters 60 (vgl. Fig. 3b und Fig. 2). Wenn der Oszillationsantrieb 48 aktiv ist, werden der Schlitten 58 und der Finishwerkzeughalter 60 entlang einer Oszillationsachse 62 hin- und herbewegt; die Lagerteile 20 und 40 und die Trägereinheit 12 werden von dem Oszillationsantrieb 48 nicht oszillierend angetrieben. Die Oszillationsachse 62 verläuft insbesondere senkrecht zu der geradlinigen Bahn 22, entlang welcher das erste Lagerteil 20 relativ zu der Trägereinheit 12 bewegbar ist.

[0042] Der Finishwerkzeughalter 60 dient zur Befestigung eines Finishwerkzeugs, beispielsweise in Form eines nicht dargestellten Finishsteins. Vorzugsweise wirkt der Finishwerkzeughalter 60 mit einem Finishwerkzeug 64 in Form eines Finishbands 66 zusammen (vgl. Fig. 3a). Zu diesem Zweck kann der Finishwerkzeughalter einen prismenförmigen Aufnahmebereich 68 aufweisen (vgl. auch Fig. 2). Ein Abschnitt des Finishbands 66 kann sich ausgehend von einem über den Aufnahmebereich 68 hinweg gespannten Zustand (vgl. Fig. 3a) in den Aufnahmebereich 68 hinein verformen, sodass dieser Abschnitt bei Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche 72 eines Werkstücks 70 ebenfalls in dem Aufnahmebereich 68 angeordnet ist und dort mit dem Finishband 66

zusammenwirkt (vgl. Fig. 1). Das erste Lagerteil 20 und das zweite Lagerteil 40 bilden gemeinsam eine Lagereinheit 74 (vgl. Fig. 3b). Um ein unkontrolliertes, schwerkraftbedingtes Verkippen des zweiten Lagerteils 40 relativ zu dem ersten Lagerteil 20 zu vermeiden, sind an dem zweiten Lagerteil 40 Haltearme 76 vorgesehen, welche in voneinander entgegengesetzter Richtung von dem Koppellement 34 abragen und jeweils zur Befestigung von Enden von Federn 78 dienen, wobei die Federn 78 mit ihren entgegengesetzten Enden mit einer Aufnahme 80 des zweiten Lagerteils 40 verbunden sind.

[0043] Wenn das zweite Lagerteil 40 ausgehend aus der in Fig. 2 dargestellten Grundstellung um die Schwenkachse 38 nach oben verschwenkt wird, längt sich die untere Feder 78, sodass sie eine zunehmend höhere Zugkraft auf das zweite Lagerteil 40 ausübt. Bei einer Verschwenkung des zweiten Lagerteils 40 ausgehend aus der in Fig. 2 dargestellten Grundstellung nach unten längt sich die obere Feder 78, sodass diese eine zunehmende höhere Zugkraft auf das zweite Lagerteil 40 ausübt. Gemeinsam definieren die beiden Federn 78 eine Grundstellung des zweiten Lagerteils 40 um die Schwenkachse 38. Gleichzeitig stellen die beiden Federn 78 Massenausgleichskräfte bereit, die den Massenträgheitskräften des hin- und herschwenkenden zweiten Lagerteils 40 entgegenwirken.

[0044] Die Lagereinheit 74, vorzugsweise das zweite Lagerteil 40 der Lagereinheit 74, dient bei einer bevorzugten Ausführungsform auch dazu, ein Finishwerkzeug 64 in Form eines Finishbands 66 zu bevorraten. Zu diesem Zweck ist eine Bevorrattungseinrichtung 82 vorgesehen, welche vorzugsweise in Form einer Vorratsrolle 84 ausgebildet ist, die an der Grundplatte 46 des zweiten Lagerteils 40 drehbar befestigt ist (vgl. Fig. 1). Die Vorratsrolle 84 dient zur Bevorrattung von frischem, unverbrauchtem Finishband 66. Das verbrauchte Finishband 66 wird einer Sammlereinrichtung 86 zugeführt, welche vorzugsweise als Sammelrolle 88 ausgebildet ist.

[0045] Die Bevorrattungseinrichtung 82 und die Sammlereinrichtung 86 sind vorzugsweise an einem dem Finishwerkzeughalter 60 abgewandten Ende des zweiten Lagerteils 40 angeordnet.

[0046] Vorzugsweise ist ferner ein Finishbandantrieb 90 vorgesehen, der dazu dient, dem Finishwerkzeughalter 60 und dem Werkstück 70 frisches Finishband zuzuführen. Der Finishbandantrieb 90 umfasst beispielsweise einen Motor 92 (vgl. Fig. 3b), der über ein Getriebe (Antriebswelle 94, Antriebsriemen 96, Antriebsrad 98, vgl. auch Fig. 3a) mit der Sammelrolle 88 der Sammlereinrichtung 86 zusammenwirkt.

[0047] Um dem Finishwerkzeughalter 60 und dem Werkstück 70 frisches Finishband 66 zuführen zu können, wird der Motor 92 betätigt, sodass von der Sammelrolle her ein verbrauchter Finishbandabschnitt aus dem Bereich des Finishwerkzeughalters 60 herausgezogen wird und frisches Finishband von der Vorratsrolle 84 der Bevorrattungseinrichtung 82 abgezogen wird.

[0048] Ein Zusatzabschnitt des Finishbands 66 kann

mittels einer Speichereinrichtung 99 (vgl. Fig. 2) gespeichert und freigegeben werden. Die Speichereinrichtung 99 ist ebenfalls an dem zweiten Lagerteil 40 angeordnet und vorzugsweise der Bevorratungseinrichtung 82 nachgeschaltet.

[0049] Die Speichereinrichtung 99 umfasst eine Stellrolle 99a, die in Verlaufsrichtung des Finishbands 66 gesehen zwischen zwei Gegenrollen 99b angeordnet ist. Die Stellrolle 99a ist an einem Hebel 99c angeordnet, dessen Lage mittels eines Stellzylinders 99d verändert werden kann. In Abhängigkeit der Lage des Hebels 99c wird zwischen den beiden Gegenrollen 99b ein kürzerer oder ein längerer Abschnitt von Finishband 66 zwischengespeichert.

[0050] In den Fig. 1 und 2 ist ein Zustand dargestellt, in welchem ein kürzerer Abschnitt von Finishband 66 zwischengespeichert wird (Stellzylinder 99d eingefahren); dies korrespondiert damit, dass bei Kontakt des Finishbands 66 mit der Werkstückfläche 72 der Verlauf des Finishbands 66 der Geometrie des prismenförmigen Aufnahmebereichs 68 folgt und dort mehr Länge beansprucht. In Fig. 3a ist ein Zustand dargestellt, in welchem ein längerer Abschnitt von Finishband 66 zwischengespeichert wird (Stellzylinder 99d ausgefahren); dies korrespondiert damit, dass das Finishband 66 über den Aufnahmebereich 68 hinweg gerade gespannt ist und dort weniger Länge beansprucht.)

[0051] In den Figuren 4 bis 6 ist eine Werkzeugmaschine dargestellt, die insgesamt mit dem Bezugszeichen 100 bezeichnet ist und die eine, vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 1 bis 3b beschriebene Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 umfasst.

[0052] Die Werkzeugmaschine 100 weist ein Gestell 102 auf, mit welchem die Werkzeugmaschine 100 auf einer Aufstellfläche 104 aufstellbar ist. Das Gestell 102 weist eine Befestigungsfläche 106 auf, welche von mindestens einem oder von mehreren Befestigungselementen 108 gebildet sein kann.

[0053] An der Befestigungsfläche 106 ist ein Werkstückhalter 110 befestigt. Der Werkstückhalter 110 umfasst beispielsweise einen Spindelstock 112 und einen (nicht dargestellten) Reitstock. Der Spindelstock 112 weist einen Rotationsantrieb 114 auf, welcher dazu dient, ein Werkstück 70, beispielsweise in Form einer Kurbelwelle, um eine zentrale Werkstückachse 116 zu drehen.

[0054] Bei Drehung des Werkstücks 70 um die Werkstückachse 116 bewegt sich die zu der Werkstückachse 116 exzentrische Werkstückumfangsfläche 72 entlang einer Bewegungsbahn 118, welche in den Figuren 5 und 6 gepunktet dargestellt ist.

[0055] Das Werkstück 70 kann auch zu der Werkstückachse 116 konzentrische Werkstückumfangsflächen 120 aufweisen, welche beispielsweise jeweils ein Hauptlager einer Kurbelwelle bilden.

Die Werkzeugmaschine 100 umfasst eine nachfolgend beschriebene Positioniereinrichtung 122, welche dazu dient, die Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 entlang einer Positionierachse 124 positionieren zu können.

Die Positionierachse 124 verläuft parallel zu der Werkstückachse 116. Die Positioniereinrichtung 122 umfasst einen Positionierantrieb 125, der über einen Antriebsriemen (in Fig. 4 durch einen Riemenkasten 126 verdeckt) auf eine Spindel wirkt, welche sich entlang der Positionierachse 124 erstreckt. Die Spindel wirkt in an sich bekannter Weise mit einer Spindelmutter zusammen, die mit einem Positionierschlitten 128 verbunden ist. Der Positionierschlitten 128 weist eine Befestigungsfläche 130 auf, die dazu dient, die Trägereinheit 12 der Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 zu befestigen.

[0056] Es ist möglich, dass eine zweite Positioniereinrichtung 122' vorgesehen ist, mit einem zweiten Antrieb 125', mit einem zweiten Riemen (in Fig. 4 durch einen zweiten Riemenkasten 126' verdeckt), mit einem zweiten Positionierschlitten 128', der eine zweite Befestigungsfläche 130' aufweist. Die zweite Positioniereinrichtung 122' dient dazu, den zweiten Positionierschlitten 128' entlang einer zweiten Positionierachse 124' bewegen zu können. Die zweite Positionierachse 124' verläuft vorzugsweise parallel zu der Werkstückachse 116. Der zweite Positionierschlitten 128' kann zur Anordnung einer zusätzlichen Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 dienen oder aber zur Anordnung einer weiteren unten und unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschriebenen Axialflächenbearbeitungseinheit 150.

[0057] Zur finishenden Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche 72 wird das Werkstück 70 in den Werkstückhalter 110 eingespannt, also zwischen Spindelstock 112 und dem nicht dargestellten Reitstock.

[0058] Die Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 kann mittels der Positioniereinrichtung 122 entlang der Positionierachse 124 positioniert werden, sodass längs des Werkstücks 70 gesehen das Finishband 66 auf Höhe einer finishend zu bearbeitenden Werkstückumfangsfläche 72 angeordnet ist.

[0059] Ausgehend von einem Zustand, in welchem das Finishband 66 von der Werkstückumfangsfläche 72 beabstandet ist (vgl. Fig. 4, Speichereinrichtung 99 speichert längeren Zusatzabschnitt von Finishband 66) kann das Finishband in Richtung auf die Werkstückumfangsfläche 72 zugestellt werden. Hierfür wird der Linearantrieb 24 so angesteuert, dass das erste Lagerteil 20 und somit die gesamte Lagereinheit 74 und somit auch der Finishwerkzeughalter 60 und das Finishband 66 in Richtung auf die Werkstückachse 116 verschoben werden. Hierdurch gelangt das Finishband 66 in Eingriff mit der Werkstückumfangsfläche 72, vgl. Fig. 5 (Speichereinrichtung 99 gibt zwischengespeicherten Zusatzabschnitt frei). Der Linearantrieb 24, insbesondere der Pneumatikzylinder 26, wird so angesteuert, dass der Finishwerkzeughalter 60 nicht nur kraftlos, sondern mit einer vorbestimmten Andrückkraft mit dem Finishband 66 gegen die Werkstückumfangsfläche 72 drückt.

[0060] Zur finishenden Bearbeitung der Werkstückumfangsfläche 72 wird das Werkstück 70 mittels des Rotationsantriebs 114 in Drehrichtung um die Werkstückachse 116 angetrieben. Hierdurch bewegt sich die Werkstück-

ckumfangsfläche 72 entlang der Bewegungsbahn 118 (vgl. Fig. 5 und 6). Während der Bewegung der Werkstückumfangsfläche 72 entlang der Bewegungsbahn 118 steht das Finishband 66 dauerhaft in Kontakt mit der Werkstückumfangsfläche 72. Die zum Folgen der Bewegungsbahn 118 erforderliche Ausgleichsbewegung wird zum einen dadurch erzeugt, dass das zweite Lagerteil 40 um die Schwenkachse 38 relativ zu dem ersten Lagerteil 20 hin und her schwenkt. Zum anderen wird die Ausgleichsbewegung dadurch bereitgestellt, dass die gesamte Lagereinheit 74 relativ zu der Trägereinheit 12 entlang der geradlinigen Bahn 22 hin- und herbewegt wird. Hierbei bewegen sich ein Kolben und ein Zylinder des Linearantriebs 24 relativ zueinander. Auf diese Weise kann die zu der Werkstückachse 116 exzentrische Werkstückumfangsfläche 72 finishend bearbeitet werden.

[0061] Bei einem besonders bevorzugten Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks 70 wird dieselbe Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10, mit welcher eine zu einer Werkstückachse 116 exzentrische Werkstückumfangsfläche 72 bearbeitet wird, auch dazu verwendet, eine zu der Werkstückachse 116 konzentrische Werkstückumfangsfläche 120 finishend zu bearbeiten. Da die Werkstückumfangsfläche 120 sich nicht entlang einer Bewegungsbahn um die Werkstückachse 116 bewegt, sondern sich lediglich konzentrisch zu der Werkstückachse 116 dreht, findet bei der finishenden Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche 120 keine Ausgleichsbewegung statt. Dies bedeutet, dass das zweite Lagerteil 40 relativ zu dem ersten Lagerteil 20 stillsteht und nicht um die Schwenkachse 38 hin und her verschwenkt wird. Ferner steht die gesamte Lagereinheit 74 still und bewegt sich nicht entlang der geradlinigen Bahn 22 relativ zu der Trägereinheit 12.

[0062] Unabhängig davon, ob die Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 dazu verwendet wird, eine exzentrische Werkstückumfangsfläche 72 oder eine konzentrische Werkstückumfangsfläche 120 zu bearbeiten, wird die Oszillationsbewegung des Finishwerkzeughalters 60 und somit des Finishbands 66 mit Hilfe des Oszillationsantriebs 48 erzeugt. Dabei ist vorteilhaft, dass die sich hin- und herbewegenden Massen klein und auf den Schlitten 58 und den Finishwerkzeughalter 60 sowie auf Abschnitte des Finishbands 66 beschränkt sind.

[0063] Es ist unabhängig davon, ob eine exzentrische Werkstückumfangsfläche 72 oder eine konzentrische Werkstückumfangsfläche 120 bearbeitet werden soll, möglich, dass der Oszillationsantrieb 48 nicht aktiv ist. Somit kann beispielsweise der Dichtsitz einer Kurbelwelle bearbeitet werden, der nicht mit einer Kreuzschliffstruktur versehen werden soll. Diese Kreuzschliffstruktur ist für die finishende Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche charakteristisch, aber für einen Dichtsitz unerwünscht (weil die Kreuzschliffstruktur eine unerwünschte Öltransportfläche zwischen dem Innenraum und der Umgebung eines Kurbelwellengehäuses bilden würde).

[0064] Für den Fall, dass eine Werkstückumfangsfläche finishend, also mit Kreuzschliffstruktur, bearbeitet werden soll, ist es möglich, dass der Oszillationsbewegung, die durch den Oszillationsantrieb 48 erzeugt wird, eine weitere Bewegung in Form eines Überlagerungshubs überlagert wird. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Breite des Finishbands 66 kleiner ist als die Breite einer finishend zu bearbeitenden Werkstückumfangsfläche 72 oder 120. Der Überlagerungshub kann in einfacher Weise mittels der Positioniereinrichtung 122 realisiert werden, welche den Positionierschlitten 128 entlang der Positionierachse 124 hin- und herbewegt. Dabei ist die Frequenz, mit welcher der Positionierschlitten 128 hin- und herbewegt wird, niedriger als die Oszillationsfrequenz des Schlittens 58 und des Finishwerkzeughalters 60. Die Amplitude der Zusatzbewegung des Positionierschlittens 128 ist so groß, dass ein schmaleres Finishband 66 die gesamte Breite einer finishend zu bearbeitenden Werkstückumfangsfläche 72, 120 bearbeiten kann.

[0065] In Fig. 7 ist eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 150 bezeichnete Axialflächenbearbeitungseinheit dargestellt. Diese dient zur finishenden Bearbeitung von Flächen eines Flächenpaars, welche zu einer Werkstückachse 116 senkrecht stehen. Ein solches Flächenpaar kann auch als "Passlager" bezeichnet werden.

[0066] Die Axialflächenbearbeitungseinheit 150 kann alternativ zu einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10, vorzugsweise aber zusätzlich zu einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit 10 an einer Werkzeugmaschine 100 (vgl. Fig. 8) vorgesehen sein.

[0067] Die Axialflächenbearbeitungseinheit 150 dient dazu, unterschiedliche Finishbänder 66a, 66b mit jeweils unterschiedlichen Flächen eines Flächenpaars eines Werkstücks 70 in Kontakt zu bringen. Zu diesem Zweck weist die Axialflächenbearbeitungseinheit 150 zwei Andrückwerkzeuge 152, 154 mit jeweils zugeordneten Andrückflächen 156, 158 auf. Die Andrückwerkzeuge 152, 154 sind an einem Halter 160 gehalten.

[0068] In Fig. 7 sind die Andrückwerkzeuge 152, 154 in einem Zustand dargestellt, in welchem die Andrückflächen 156, 158, welche in voneinander entgegengesetzte Richtungen weisen, einen kleinstmöglichen Abstand relativ zueinander haben. Die Andrückwerkzeuge 152, 154 können mittels eines Keilelements 162, das mit einer Keilführung 164 der Andrückwerkzeuge 152, 154 zusammenwirkt, weiter auseinandergedrückt werden, sodass sich der Abstand der Andrückflächen 156, 158 vergrößert. Zum Antrieb des Keilelements 162 ist ein Pneumatikzylinder 166 vorgesehen. Der Druck des Pneumatikzylinders 166 steuert auch die Kraft, mit welcher die Andrückflächen 156, 158 an finishend zu bearbeitenden Flächen eines Flächenpaars anliegen.

[0069] Die Axialflächenbearbeitungseinheit 150 weist eine Trägereinheit 168 auf, welche zur Verbindung beispielsweise mit dem Positionierschlitten 128' der zweiten Positioniereinrichtung 122' (vgl. Fig. 4) dient.

[0070] An der Trägereinheit 168 ist ein Oszillationsan-

trieb 170 befestigt. Dieser wirkt über eine Exzentereinheit mit einem Schlitten 172 zusammen, der relativ zu der Trägereinheit 168 mittels einer Linearführung 174 entlang einer Oszillationsachse 176 verschiebbar gelagert ist. Die Oszillationsachse 176 verläuft senkrecht und beabstandet zu einer Werkstückachse 116 eines finishend zu bearbeitenden Werkstücks 70.

[0071] Es ist möglich, dass der Werkzeughalter 160 unmittelbar mit dem Schlitten 172 verbunden ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist jedoch zwischen Werkzeughalter 160 und dem Schlitten 172 eine zusätzliche Linearführung 178 vorgesehen, die einen zusätzlichen Freiheitsgrad für den Werkzeughalter 160 entlang einer Bewegungsachse 180 schafft. Die Bewegungsachse 180 verläuft vorzugsweise parallel zu der Werkstückachse 116. Die zusätzliche Linearführung 178 ermöglicht die Bearbeitung von zu einer Werkstückachse senkrechten Flächen eines Flächenpaars eines Werkstücks 70, das in zu der Werkstückachse 116 paralleler Richtung oszillierend angetrieben wird (dies ist bei den hier beschriebenen Werkzeugmaschinen 100 nicht der Fall, aber bei konventionellen Werkzeugmaschinen, bei welchen ein Werkstück zur finishenden Bearbeitung gemeinsam mit einem Werkstückhalter und mit einem Rotationsantrieb in zu einer Werkstückachse paralleler Richtung oszillierend angetrieben wird). Darüber hinaus ermöglicht es die zusätzliche Linearführung 178, Längentoleranzen eines Werkstücks 70 auszugleichen. Außerdem ist es möglich, breitere Sitze zu bearbeiten, wobei nur eine Fläche eines Flächenpaars bearbeitet wird.

[0072] Nachfolgend werden Bandführungselemente für die unterschiedlichen Finishbänder 66a, 66b beschrieben, welche jeweils für jedes der beiden Finishbänder 66a, 66b vorgehalten sind.

[0073] Ausgehend von voneinander separaten Vorratseinheiten 182, 184 für die unterschiedlichen Finishbänder 66a, 66b bewirken Umlenkrollen 186, 188 eine Verdrehung jeweils eines Finishbands 66a, 66b um 90°. Hieran schließt sich jeweils eine erste Bandklemmeinrichtung 190 an.

[0074] Über eine Bandumlenkeinrichtung 192 gelangt das Finishband 66a, 66b jeweils zu den Andrückflächen 156, 158, welche jeweils mit einer Rückseite eines Finishbands 66a, 66b (also mit den nicht abrasiven Flächen eines Finishbands 66a, 66b) zusammenwirkt, um die jeweils auf der Vorderseite des Finishbands angeordnete abrasive Fläche gegen jeweils eine der finishend zu bearbeitenden Flächen eines Flächenpaars anzudrücken.

[0075] Ausgehend von den Andrückflächen 156, 158 gelangt das Finishband 66a, 66b jeweils zu einer zweiten Bandklemmeinrichtung 194 und wird schließlich jeweils mittels Umlenkrollen 196, 198 wieder um 90° zurückgedreht und schließlich einer (nicht dargestellten) Sammeleinrichtung 200 zugeführt. Bei der Sammeleinrichtung 200 kann es sich um eine Sammelrolle oder im einfachsten Fall um eine Auffangwanne handeln.

[0076] Bei Anordnung einer Axialflächenbearbei-

tungseinheit 150 an einer Werkzeugmaschine 100 ist es möglich, auf dem Gestell 102 bzw. dessen Befestigungsfläche 106 weitere Trägerelemente 202 anzuordnen, beispielsweise Halteschienen, die zur vorzugsweise verschiebbaren Anordnung getrennter Vorratseinheiten 182, 184 für jeweiliges Finishband 66a, 66b dienen.

[0077] Es versteht sich, dass die Bearbeitung von Axialflächen eines Passlagers eines Werkstücks 70 mittels der Axialflächenbearbeitungseinheit 150 zeitgleich mit der finishenden Bearbeitung von Werkstückumfangsflächen 72 oder 120 stattfinden kann (vgl. Fig. 8). Auch bei der Bearbeitung von Axialflächen wird das Werkstück 70 um die Werkstückachse 116 verdreht. Dieser Drehbewegung wird mittels des Oszillationsantriebs 170 eine Oszillationsbewegung der Finishbänder 66a, 66b entlang der Oszillationsachse 176 überlagert.

[0078] In Fig. 8 sind weitere Teile eines Werkstückhalters 110 dargestellt; zusätzlich zu dem Spindelstock 112 mit Rotationsantrieb 114 sind dies ein Antrieb 220 für einen Schlitten 222, der parallel zu der Werkstückachse 116 verfahrbar ist. Der Schlitten 222 dient vorzugsweise zur Befestigung eines nicht dargestellten Reitstocks des Werkstückhalters 110.

Patentansprüche

1. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) zur finishenden Bearbeitung von zu einer Werkstückachse (116) exzentrischen Werkstückumfangsflächen (72) mittels mindestens einem Finishwerkzeug (64), wobei das mindestens eine Finishwerkzeug (64) an einem Finishwerkzeughalter (60) gehalten ist und wobei der Finishwerkzeughalter (60) mittels einer Lagereinheit (74) während der Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche (72) entlang einer Bewegungsbahn (118) der Werkstückumfangsfläche (72) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) einen Oszillationsantrieb (48) aufweist, mittels welchem der Finishwerkzeughalter (60) in einer zu der Werkstückachse (116) parallelen Richtung oszillierend antreibbar ist.
2. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationsantrieb (48) zwischen der Lagereinheit (74) und dem Finishwerkzeughalter (60) wirksam ist.
3. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationsantrieb (48) eine Exzentereinheit (56) umfasst.
4. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) eine Trägereinheit (12) umfasst,

- an welchem ein erstes Lagerteil (20) der Lagereinheit (74) verschieblich gelagert ist, wobei das erste Lagerteil (20) ein gemeinsam mit diesem verschiebliches Schwenklager (36) aufweist, wobei an dem Schwenklager (36) ein relativ zu dem ersten Lagerteil (20) verschwenkbares zweites Lagerteil (40) der Lagereinheit (74) gelagert ist, wobei an dem zweiten Lagerteil (40) der Oszillationsantrieb (48) und der Finishwerkzeughalter (60) angeordnet sind.
5. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Trägereinheit (12) ein Linearantrieb (24) angeordnet ist, mittels welchem das erste Lagerteil (20) entlang einer geradlinigen Bahn (22) verschiebbar ist.
6. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Linearantrieb (24) als Andrückeinrichtung zur Einstellung einer Andrückkraft wirksam ist, mit welcher das mindestens eine Finishwerkzeug (64) gegen eine finishend zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche (72) drückt.
7. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Finishwerkzeug (64) als Finishband (66) ausgebildet ist und dass
- a) an der Lagereinheit (74) eine Bevorratungseinrichtung (82) für frisches Finishband und/oder eine Sammlereinrichtung (86) zum Sammeln von verbrauchtem Finishband angeordnet ist oder sind und/oder
 - b) die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) einen Finishbandantrieb (90) aufweist, welcher als Zugantrieb ausgebildet ist und durch Ziehen an einem verbrauchten Finishbandabschnitt dem Finishwerkzeughalter (60) einen frischen Finishbandabschnitt zuführt und/oder
 - c) die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) eine Finishbandspeichereinrichtung (99) aufweist, welche einen Zusatzabschnitt des Finishbands (66) speichert, wenn das Finishband (66) nicht in Kontakt mit einem Werkstück (70) steht, und den Zusatzabschnitt des Finishbands (66) freigibt, wenn das Finishband (66) in Kontakt mit dem Werkstück (70) gelangt.
8. Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishwerkzeughalter (60) und das Finishwerkzeug (64) derart ausgebildet sind, dass sie die Bearbeitung von Werkstückumfangsflächen (72, 120) mit unterschiedlichen Durchmessern ermöglichen.
9. Verwendung der Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche zur finishenden Bearbeitung einer zu einer Werkstückachse (116) konzentrischen Werkstückumfangsfläche (120) eines Werkstücks (70).
10. Werkzeugmaschine (100) mit einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und mit einem Werkstückhalter (110) zum Halten eines Werkstücks (70), umfassend mindestens eine erste Positioniereinrichtung (120) zur Positionierung der Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10), insbesondere einer Trägereinheit (12) der Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10), relativ zu dem Werkstückhalter (110).
11. Werkzeugmaschine (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstückhalter (110) einen Rotationsantrieb (114) zum Antrieb des Werkstücks (70) um die Werkstückachse (116) umfasst, wobei vorzugsweise das Werkstück (70) in einer zu der Werkstückachse (116) parallelen Richtung unbewegbar in dem Werkstückhalter (110) gehalten ist.
12. Werkzeugmaschine (100) nach Anspruch 10 oder 11, umfassend mindestens eine zweite Positioniereinrichtung (122') zur Positionierung einer Axialflächenbearbeitungseinheit (150) zur finishenden Bearbeitung von zu einer Werkstückachse (116) senkrechten Flächen eines Flächenpaares eines Werkstücks (70), wobei vorzugsweise die Axialflächenbearbeitungseinheit (150) zwei voneinander getrennte Finishbänder (66a, 66b) aufweist, welche jeweils zur Bearbeitung nur einer Fläche der beiden Flächen des Flächenpaares dienen.
13. Verfahren zum Betrieb einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer Werkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kraft, mit welcher das mindestens eine Finishwerkzeug (64) gegen eine finishend zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche (72) drückt, eingestellt wird, indem die Position des mindestens einen Finishwerkzeugs (64) entlang einer geradlinigen Bahn (22) eingestellt wird, und/oder dass die Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) während der finishenden Bearbeitung einer Werkstückumfangsfläche (72) und der oszillierenden Bewegung des mindestens einen Finishwerkzeugs (64) überlagert in zu der Werkstückachse (116) paralleler Richtung hin- und herbewegt wird.
14. Verfahren zum Betrieb einer Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer Werkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass in derselben Einspannung eines Werkstücks (70) unter Verwendung derselben Umfangsflächenbearbeitungseinheit (10) nacheinander unterschiedliche Werkstückumfangsflächen (72, 120) desselben Werkstücks (70) finishend bearbeitet werden. 5

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (70) eine Kurbel- oder Kompressorwelle ist und die unterschiedlichen Werkstückumfangsflächen (72, 120) Hauptlager, Pleuellager und/oder Dichtsitze umfassen oder dass das Werkstück (70) eine Nockenwelle ist und die unterschiedlichen Werkstückumfangsflächen (72, 120) Wellenlager und Nockenflächen umfassen. 15

20

25

30

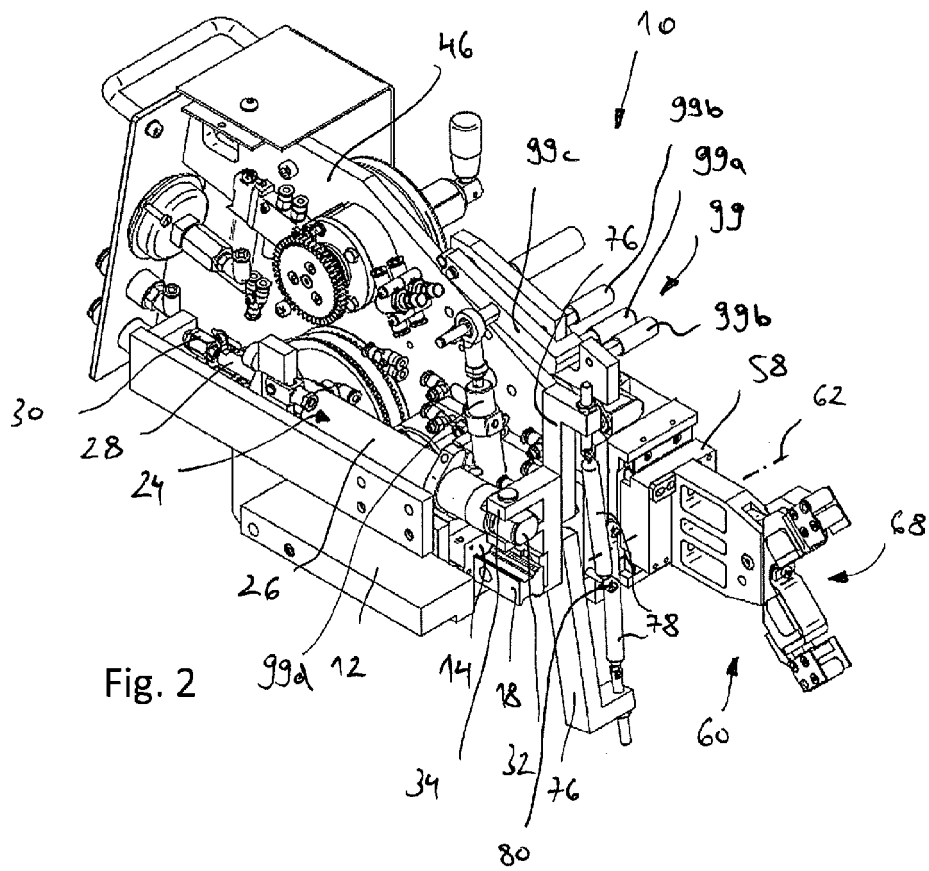
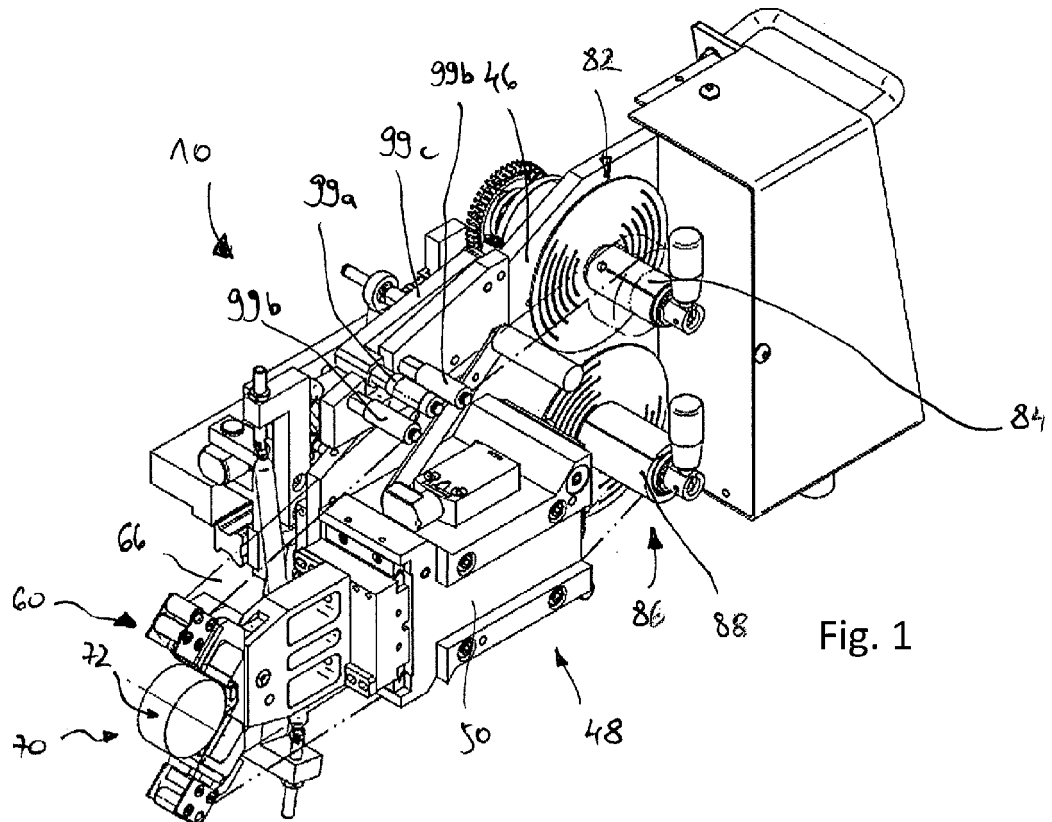
35

40

45

50

55



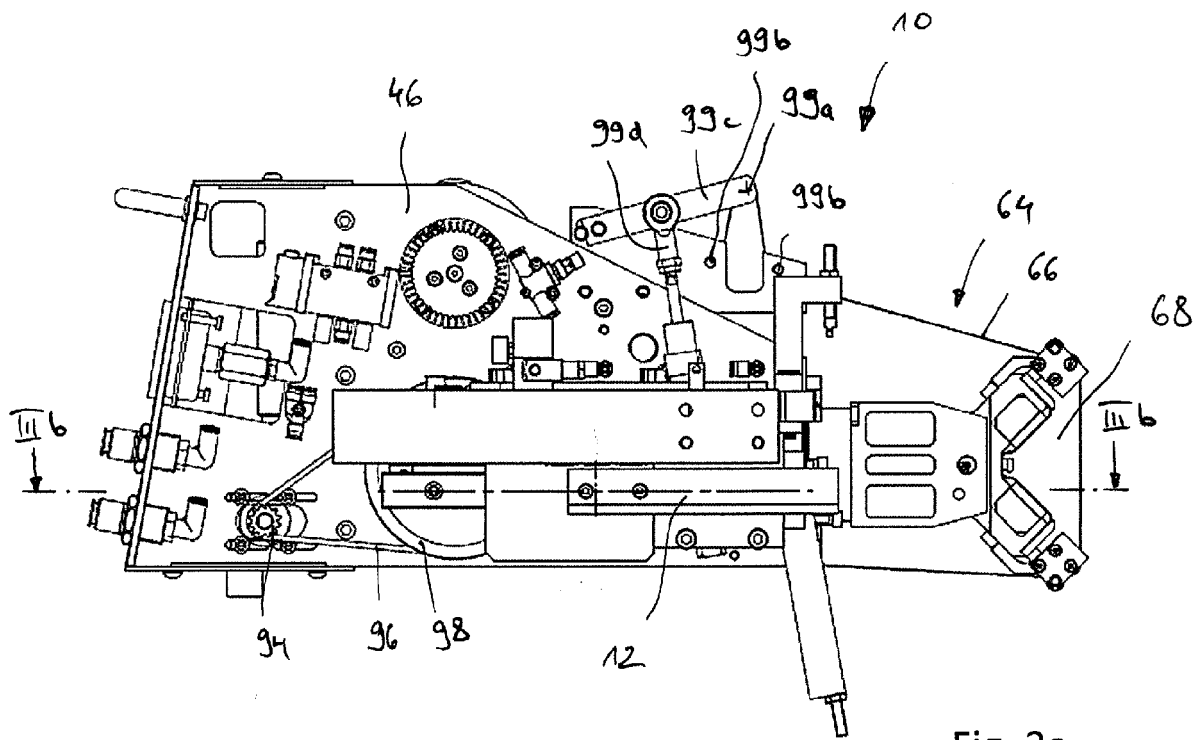


Fig. 3a

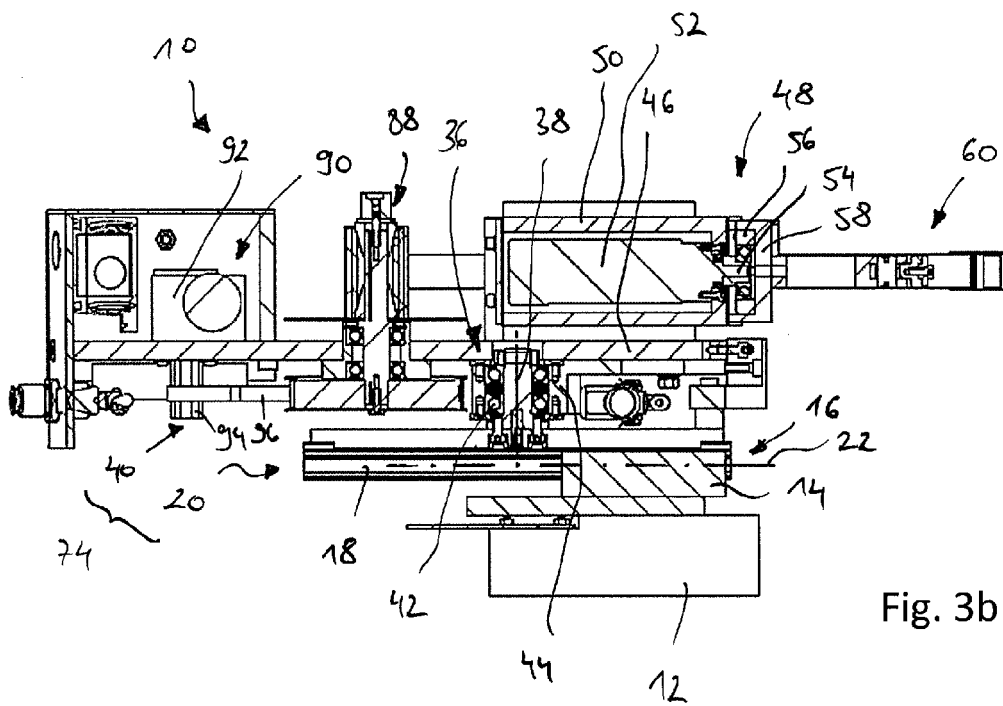


Fig. 3b

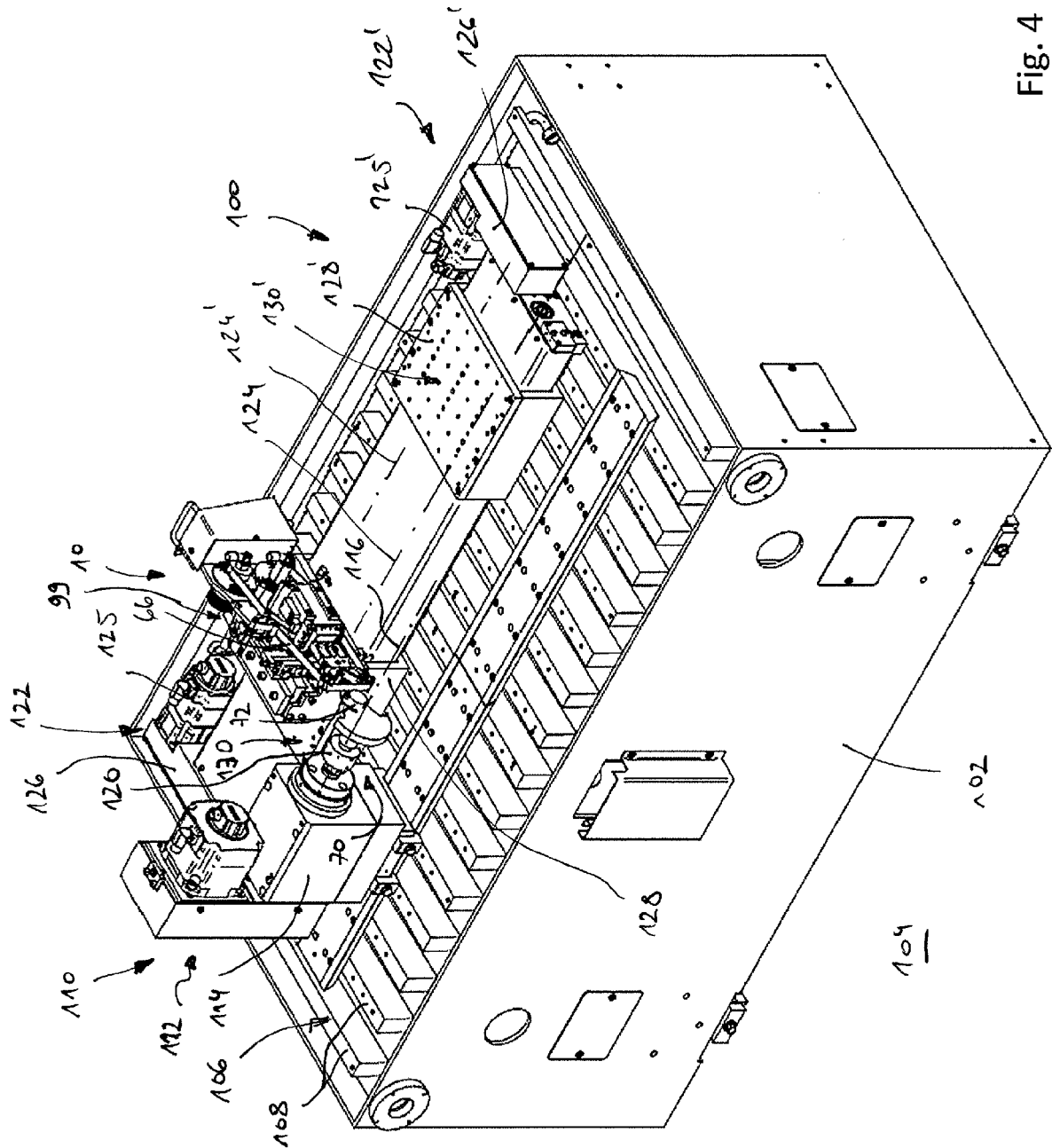
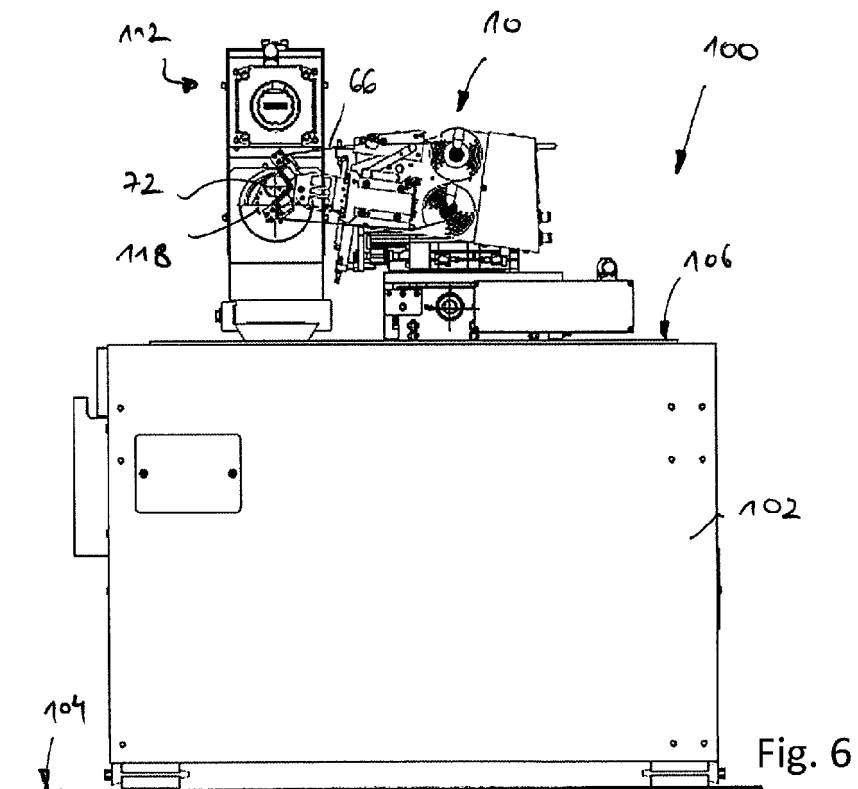
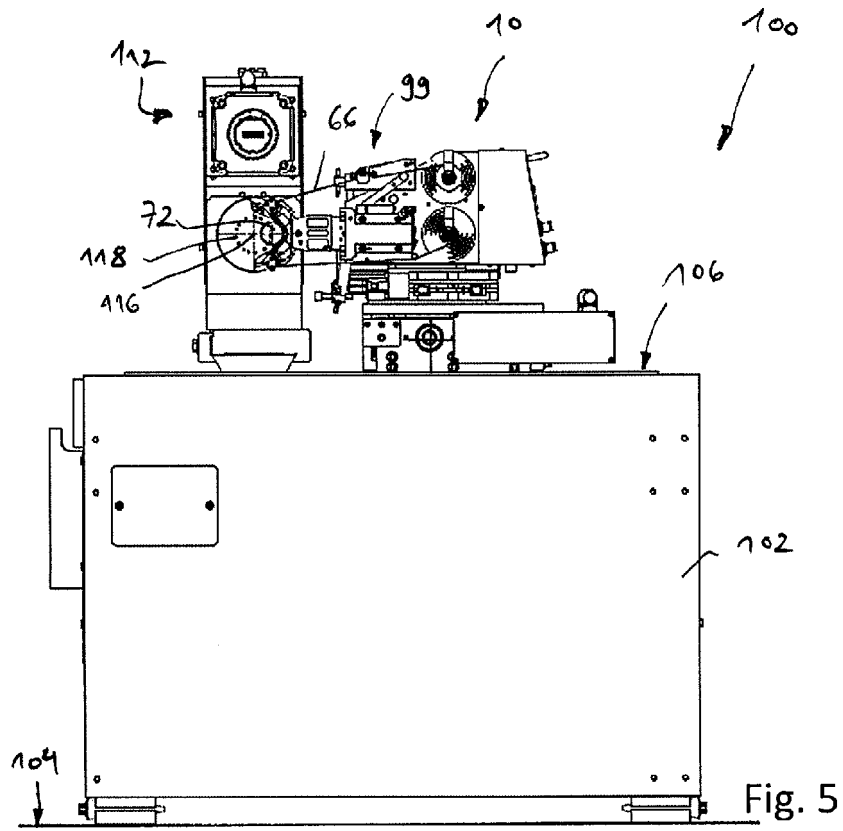
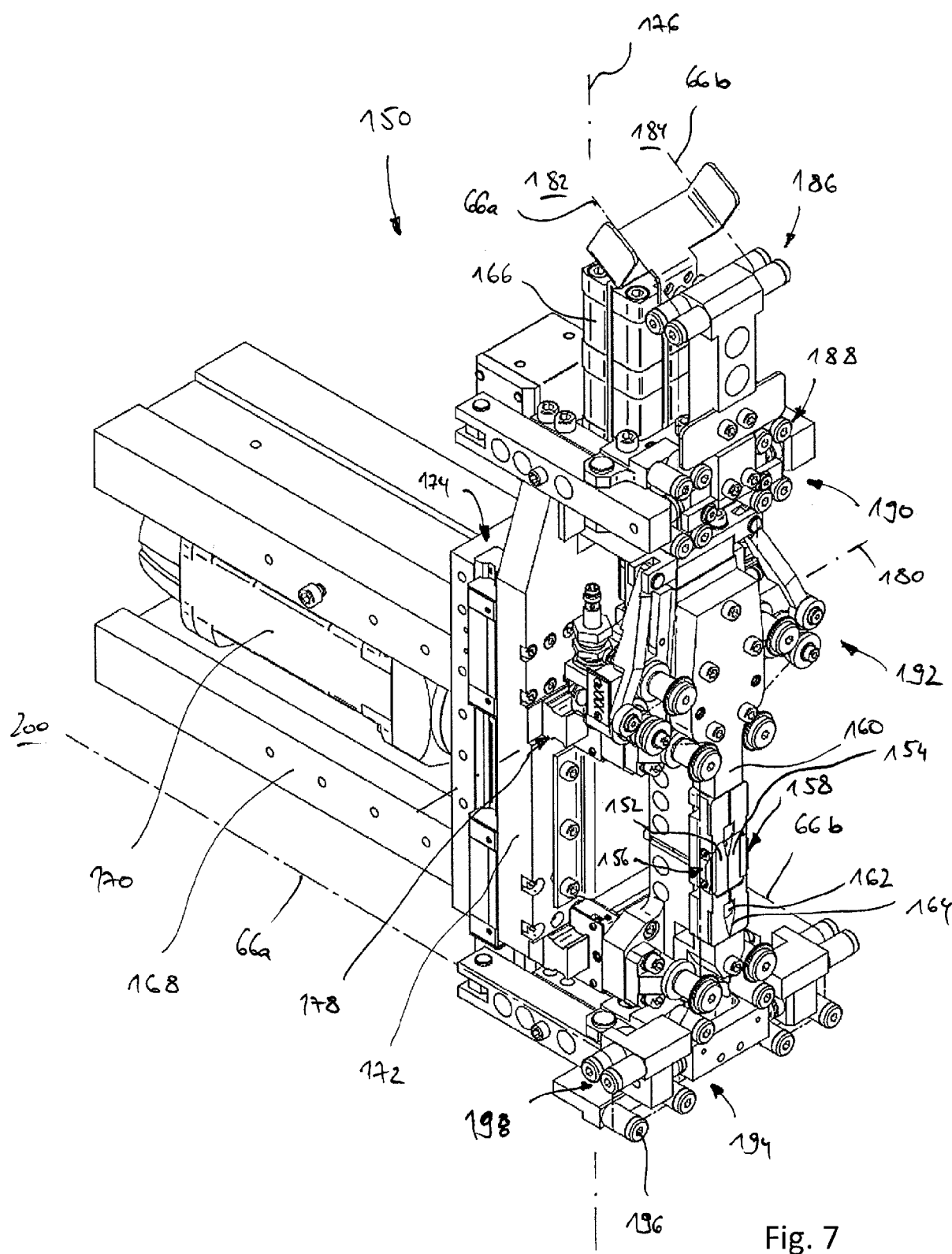


Fig. 4





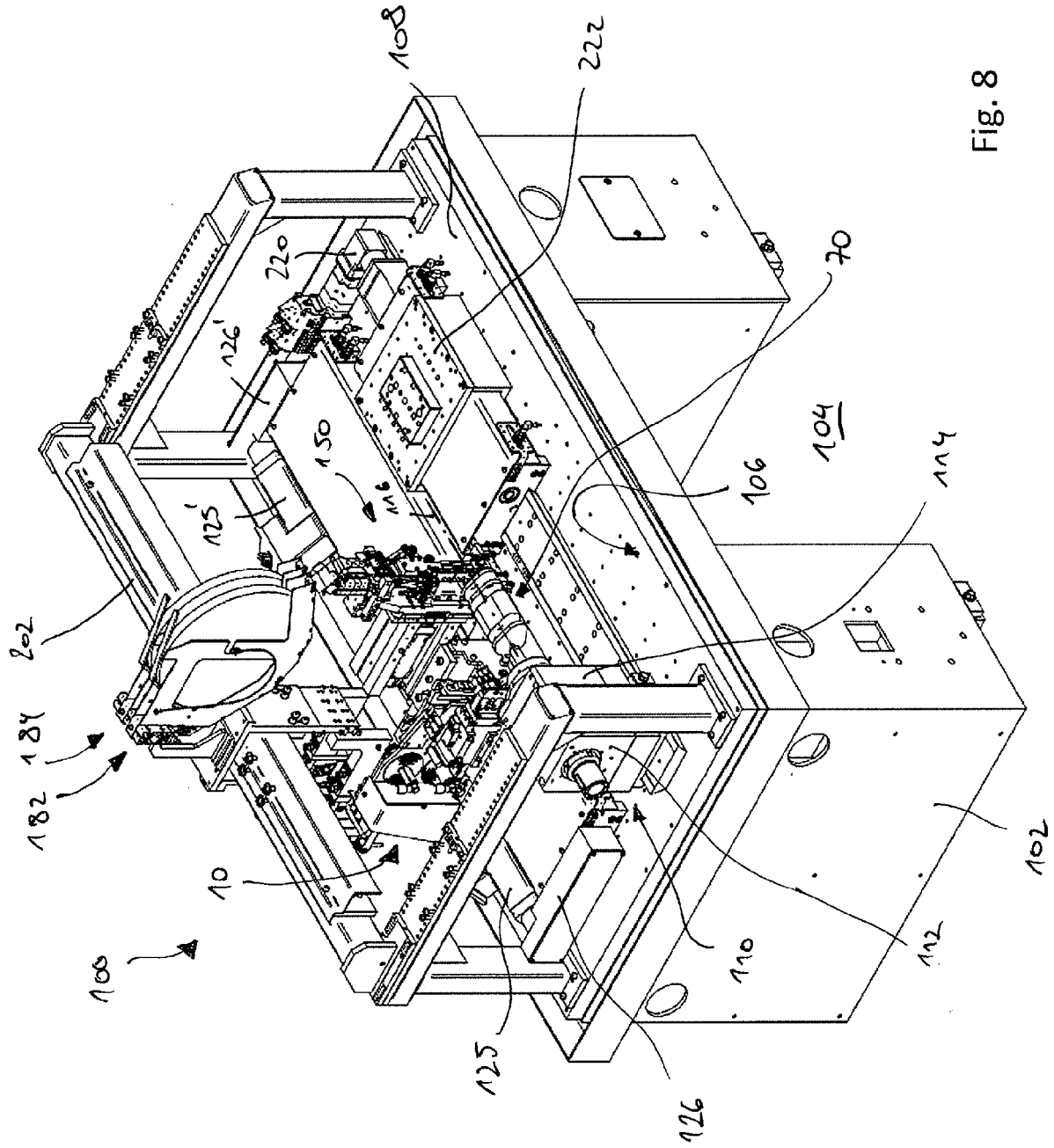


Fig. 8

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 Patentdokumente

- EP 2617522 B1 [0002]
- EP 2803445 A1 [0019]
- DE 102014200445 A1 [0019]
- DE 102014213194 A1 [0019]