



(11) **EP 4 015 145 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2022 Patentblatt 2022/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24B 5/01 (2006.01) B24B 5/42 (2006.01)
B24B 21/00 (2006.01) B24B 21/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21215132.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 5/42; B24B 5/01; B24B 21/008; B24B 21/02

(22) Anmeldetag: **16.12.2021**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Roser, Jürgen**
77716 Haslach (DE)
• **Wolber, Simon**
77761 Schiltach (DE)
• **Wöhrle, Michael**
77793 Gutach (DE)
• **Weber, Christoph**
79215 Biederbach (DE)

(30) Priorität: **21.12.2020 DE 102020134461**

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

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

(54) **FINISHBEARBEITUNGSSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Finishbearbeitungssystem (10), umfassend eine Finishbearbeitungsvorrichtung (12) und ein finishend zu bearbeitendes Werkstück (14), wobei die Finishbearbeitungsvorrichtung aufweist: eine Werkstückaufnahmeeinrichtung (18) und einen Rotationsantrieb, ein erstes Finishwerkzeug (26) und einen ersten Oszillationsantrieb, ein zweites Finishwerkzeug (38) und einen zweiten Oszillationsantrieb, wobei das Werkstück (14) aufweist: eine sich um die Werkstückrotationsachse (24) herum erstreckende Umfangsfläche (34) und eine zweite Werkstückoberfläche, die sich in einer Ebene erstreckt, welche die Werkstückrotationsachse schneidet, wobei die Umfangsfläche und die zweite Werkstückoberfläche in einem Übergangsbereich (50) aneinander angrenzen, und wobei ein erster Arbeitsbereich (66) des ersten Finishwerkzeugs zu einem zweiten Arbeitsbereich (68) des zweiten Finishwerkzeugs räumlich versetzt angeordnet ist.

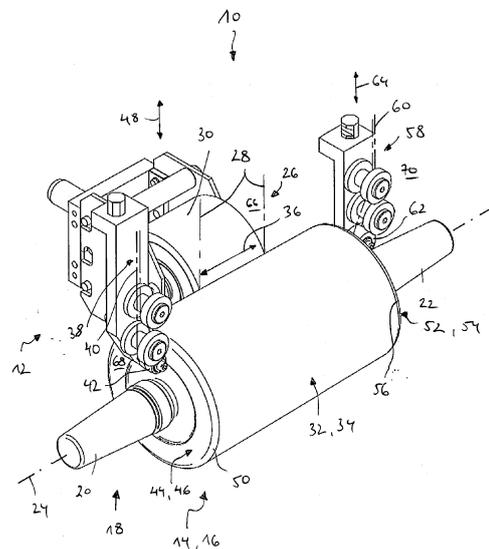


Fig. 1

EP 4 015 145 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Finishbearbeitungssystem gemäß DE 10 2015 216 357 A1, umfassend eine Finishbearbeitungsvorrichtung und ein finishend zu bearbeitendes Werkstück, wobei die Finishbearbeitungsvorrichtung aufweist:

- eine Werkstückaufnahmeeinrichtung zur Aufnahme des finishend zu bearbeitenden Werkstücks und einen Rotationsantrieb zum Antrieb des Werkstücks um eine Werkstückrotationsachse,
- ein erstes Finishwerkzeug zur finishenden Bearbeitung einer ersten Werkstückoberfläche des Werkstücks und einen ersten Oszillationsantrieb zum Antrieb des ersten Finishwerkzeugs oder des Werkstücks entlang einer ersten Oszillationsachse,
- ein zweites Finishwerkzeug zur finishenden Bearbeitung einer zweiten Werkstückoberfläche des Werkstücks und einen zweiten Oszillationsantrieb zum Antrieb des zweiten Finishwerkzeugs oder des Werkstücks entlang einer zweiten Oszillationsachse,

wobei das Werkstück aufweist:

die erste Werkstückoberfläche, welche als sich um die Werkstückrotationsachse herum erstreckende Umfangsfläche ausgebildet ist, und die zweite Werkstückoberfläche, die sich in einer Ebene erstreckt, welche die Werkstückrotationsachse schneidet.

[0002] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte Finishbearbeitungssystem so weiterzubilden, dass es eine flexible Finishbearbeitung unterschiedlich geformter Werkstücke ermöglicht.

[0003] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Umfangsfläche und die zweite Werkstückoberfläche in einem Übergangsbereich aneinander angrenzen, und dass ein erster Arbeitsbereich des ersten Finishwerkzeugs zu einem zweiten Arbeitsbereich des zweiten Finishwerkzeugs räumlich versetzt angeordnet ist.

[0004] Bei dem erfindungsgemäßen Finishbearbeitungssystem ist es möglich, dass die Umfangsfläche und die zweite Werkstückoberfläche gleichzeitig finishend bearbeitet werden, und zwar durch jeweils eigene Finishwerkzeuge, denen jeweilige, zueinander räumlich versetzte Arbeitsbereiche zugeordnet sind. Bei dem Übergangsbereich zwischen der Umfangsfläche und der zweiten Werkstückoberfläche handelt es sich insbesondere um einen ringförmigen Endbereich der Umfangsfläche, der bezogen auf die Rotationsachse des Werkstücks nach radial außen oder nach radial innen in die zweite Werkstückoberfläche übergeht. Dieser Übergangsbereich kann im Querschnitt scharfkantig oder gerundet ausgeführt sein.

[0005] Es ist bevorzugt, dass sich der erste Arbeitsbereich über eine parallel zu der Werkstückrotationsachse gemessene Breite der Umfangsfläche hinaus erstreckt

und/oder dass sich der zweite Arbeitsbereich über eine radiale Begrenzung der zweiten Werkstückoberfläche hinaus erstreckt. Dies ermöglicht die finishende Bearbeitung des Werkstücks über die Umfangsfläche hinaus und/oder über die zweite Werkstückoberfläche hinaus bis in den Übergangsbereich hinein oder auch über den Übergangsbereich hinaus. Somit ist gewährleistet, dass die Umfangsfläche und/oder die zweite Werkstückoberfläche über ihre gesamte Erstreckung hinweg finishend bearbeitet werden können. Dabei wird vorzugsweise auch der Übergangsbereich selbst finishend bearbeitet.

[0006] Es ist vorzugsweise vorgesehen, dass ein Wirkungsbereich des ersten Finishwerkzeugs auf maximal 180° des Umfangs der Umfangsfläche begrenzt ist. Auf diese Weise wird außerhalb dieses Umfangswinkels ein Raum bereitgestellt, der als "zweiter Arbeitsbereich" für die Anordnung des zweiten Finishwerkzeugs genutzt werden kann.

[0007] Für einen erhöhten Materialabtrag ist bevorzugt, dass das erste Finishwerkzeug und die erste Werkstückoberfläche in einem schalenförmigen Kontaktbereich über einen Teilumfang des Umfangs der Umfangsfläche hinweg miteinander in Kontakt stehen. Es ist auch möglich, dass der Kontaktbereich zwischen dem ersten Finishwerkzeug und der ersten Werkstückoberfläche, also der Umfangsfläche des Werkstücks, ein linienförmiger Kontakt ist, beispielsweise unter Verwendung eines Finishbands, das mittels einer Andrückrolle gegen die erste Werkstückoberfläche angedrückt wird.

[0008] Insbesondere ist es bevorzugt, dass das erste Finishwerkzeug ein Finishband ist und/oder dass das zweite Finishwerkzeug ein Finishband ist.

[0009] Es ist auch möglich, dass eines der Finishwerkzeuge oder beide Finishwerkzeuge jeweils in Form eines Finishsteins ausgebildet sind.

[0010] Das zweite Finishwerkzeug, insbesondere in Form eines Finishbands, ist vorzugsweise mittels einer Andrückrolle gegen die zweite Werkstückoberfläche beaufschlagt. Dies ermöglicht einen räumlich begrenzten, linienförmigen Kontakt des zweiten Finishwerkzeugs mit der zweiten Werkstückoberfläche, wobei ein vergleichsweise kompakter zweiter Arbeitsbereich zur Anordnung des Finishwerkzeugs und der Andrückrolle genügt.

[0011] Das Finishbearbeitungssystem eignet sich insbesondere für ein Werkstück in Form eines Wälzlagerkörpers, wobei die zweite Werkstückoberfläche eine Stirnseite des Wälzlagerkörpers ist. Die Umfangsfläche dieses Wälzlagerkörpers ist beispielsweise zylindrisch, kegelförmig oder tonnenförmig.

[0012] Vorzugsweise kann es sich bei dem Werkstück auch um eine Welle handeln, wobei die zweite Werkstückoberfläche eine Axiallagerfläche oder eine Passlagerfläche der Welle ist. Die durch das Finishbearbeitungssystem zu bearbeitende erste Werkstückoberfläche ist eine Umfangsfläche dieser Welle, welche unmittelbar benachbart zu der Axiallagerfläche oder Passlagerfläche angeordnet ist. Bei dieser Umfangsfläche kann es sich um eine Gleitlagerfläche handeln, beispielsweise

eines Hauptlagers oder Pleuellagers einer Kurbelwelle oder eines Hauptlagers oder einer Nockenfläche einer Nockenwelle.

[0013] Bei dem Werkstück kann es sich auch um ein Pumpenzahnrad handeln, wobei die zweite Werkstückoberfläche eine Verzahnungsstirnfläche ist. Die erste Werkstückoberfläche des Pumpenzahnrads ist eine unmittelbar an die Verzahnungsstirnfläche angrenzende Umfangsfläche, welche beispielsweise zur Lagerung des Pumpenzahnrads in einer Pumpenanordnung dient.

[0014] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist in dem Unteranspruch 10 angegeben. Mit diesem System ist die gleichzeitige Bearbeitung von drei Werkstückoberflächen des Werkstücks möglich. Bei der dritten Werkstückoberfläche handelt es sich beispielsweise um eine (die zweite) Stirnseite eines Wälzlagerkörpers, um eine weitere Axiallagerfläche oder Passlagerfläche einer Welle oder um eine (weitere) Verzahnungsstirnfläche eines Pumpenzahnrads.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das zweite Finishwerkzeug an einem Werkzeughalter gehalten, der längs einer zu der Werkstückrotationsachse parallelen Verfahrachse verfahrbar ist. Dies ermöglicht eine Zustellung des Finishwerkzeugs außerhalb einer Umfangsfläche des Werkstücks in Richtung auf die zweite Werkstückoberfläche.

[0016] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es bevorzugt, dass das zweite Finishwerkzeug an einem Werkzeughalter gehalten ist, der längs einer zu der Werkstückrotationsachse senkrechten Verfahrachse verfahrbar ist. Dies ermöglicht die Zustellung des zweiten Finishwerkzeugs in bezogen auf die Werkstückrotationsachse radialer Richtung.

[0017] Eine Kombination beider vorstehend genannter Verfahrachsen ist in vorteilhafter Weise durch eine Kreuzschlittenanordnung bereitgestellt.

[0018] Es ist ferner bevorzugt, wenn das zweite Finishwerkzeug an dem Werkzeughalter um eine Verkippachse verkippbar gelagert ist, wobei die Verkippachse zu der Werkstückrotationsachse senkrecht und zu dieser beabstandet verläuft. Dies ermöglicht es, während der finishenden Bearbeitung der zweiten Werkstückoberfläche einer Krümmung der zweiten Werkstückoberfläche folgen zu können und/oder das zweite Finishwerkzeug in dem Übergangsbereich zwischen der ersten Werkstückoberfläche und der zweiten Werkstückoberfläche positionieren zu können. Insbesondere ist es dabei möglich, den Übergangsbereich selbst, also beispielsweise eine Verrundung zwischen Umfangsfläche und zweiter Werkstückoberfläche, ebenfalls finishend bearbeiten zu können.

[0019] Es ist bevorzugt, dass das Finishwerkzeug um die Verkippachse in einer ersten Verkipprichtung vorgespannt ist. Auf diese Weise kann eine Vorzugsstellung des zweiten Finishwerkzeugs definiert werden, welche eine flächige Anlage an unterschiedliche Abschnitte der zweiten Werkstückoberfläche erlaubt, wobei das zweite Finishwerkzeug aber dennoch entgegen der Vorspan-

nungsrichtung verkippbar ist, insbesondere um einem im Profil gekrümmten Verlauf eines Übergangsbereichs folgen zu können. Die in Richtung der ersten Verkipprichtung wirkenden Vorspannung kann beispielsweise durch eine Feder oder durch einen pneumatischen Aktor erzeugt werden.

[0020] Für das erfindungsgemäße Finishbearbeitungssystem kommen unterschiedliche Werkstückaufnahmeeinrichtungen in Betracht. Beispielsweise kann das Werkstück zwischen zwei Zentrierspitzen aufgenommen sein. Diese Aufnahme eignet sich insbesondere für eine in einer horizontalen Ebene angeordnete Werkstückrotationsachse.

[0021] Die Erfindung betrifft ferner eine Finishbearbeitungsanlage, welche ein vorstehend erläutertes Finishbearbeitungssystem umfasst und ferner eine zweite Finishbearbeitungsvorrichtung und eine Transporteinrichtung zum Transport des Werkstücks zwischen der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung und der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung. Jede der Finishbearbeitungsvorrichtungen dient dazu, zwei in einem Übergangsbereich unmittelbar aneinander angrenzende Werkstückoberflächen gleichzeitig finishend zu bearbeiten.

[0022] Die Transporteinrichtung umfasst in vorteilhafter Weise eine Wendeeinrichtung zum Wenden des Werkstücks.

[0023] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die erste Finishbearbeitungsvorrichtung zur Bearbeitung der Umfangsfläche des Werkstücks und einer ersten Stirnseite des Werkstücks ausgebildet ist und dass die zweite Finishbearbeitungsvorrichtung zur Bearbeitung der Umfangsfläche des Werkstücks und einer zweiten Stirnseite des Werkstücks ausgebildet ist. Dies ermöglicht es, dieselbe Umfangsfläche des Werkstücks sowohl mittels der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung als auch mittels der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung zu bearbeiten. Hierbei ist es insbesondere bevorzugt, dass das erste Finishwerkzeug der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung ein Schruppwerkzeug ist und dass das erste Finishwerkzeug der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung ein Schlichtwerkzeug ist. Somit ist es möglich, mittels der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung die Umfangsfläche des Werkstücks schruppend zu bearbeiten und mittels der zweiten Finishvorrichtung zu schlichten.

[0024] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Schruppwerkzeug um einen Finishstein und bei dem Schlichtwerkzeug um ein Finishband.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0026] In der Zeichnung zeigt

55 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Finishbearbeitungssystems mit einem Werkstück in Form eines Wälzkörpers;

- Fig. 2 das Finishbearbeitungssystem gemäß Fig. 1 aus einer entgegengesetzten Perspektive;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Finishbearbeitungssystems mit einem Werkstück in Form einer Welle, wobei das Werkstück freigestellt ist;
- Fig. 4 eine der Fig. 3 entsprechende Ansicht des Finishbearbeitungssystems, wobei das Werkstück finishend bearbeitet wird;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Finishbearbeitungssystems mit einem Werkstück in Form eines Pumpenzahnrades;
- Fig. 6 das Pumpenzahnrad, die Finishwerkzeuge und einen Teil der Andrückwerkzeuge des Finishbearbeitungssystems gemäß Fig. 5 in Alleinstellung;
- Fig. 7 das Finishbearbeitungssystem gemäß Fig. 5 aus einer entgegengesetzten Perspektive;
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Werkzeughalters für ein zweites Finishwerkzeug eines Finishbearbeitungssystems;
- Fig. 9 eine Vorderansicht einer Baugruppe des Werkzeughalters gemäß Fig. 8, in einer ersten Arbeitsstellung;
- Fig. 10 eine der Fig. 9 entsprechende Vorderansicht, in einer zweiten Arbeitsstellung;
- Fig. 11 eine Draufsicht einer Ausführungsform einer Finishbearbeitungsanlage mit zwei Finishbearbeitungsvorrichtungen und mit einer Wendeeinrichtung; und
- Fig. 12 eine Vorderansicht der Finishbearbeitungsanlage gemäß Fig. 11.

[0027] Eine Ausführungsform eines Finishbearbeitungssystems ist in den Figuren 1 und 2 insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet. Das System 10 umfasst eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnete Finishbearbeitungsvorrichtung und ein finishend zu bearbeitendes Werkstück 14, für das Beispiel der Figuren 1 und 2 in Form eines Wälzlagerkörpers 16.

[0028] Die Finishbearbeitungsvorrichtung 12 umfasst eine Werkstückaufnahmeeinrichtung 18 zur Aufnahme des Werkstücks 14. Die Werkstückaufnahmeeinrichtung 18 umfasst zwei zueinander beabstandete Zentrierspitzen 20 und 22, welche in an sich bekannter Weise mit einem Spindelstock beziehungsweise einem Reitstock

gekoppelt sind. Ein solcher Spindelstock bildet einen Rotationsantrieb zum Antrieb des Werkstücks 14 um eine Werkstückrotationsachse 24.

[0029] Die Finishbearbeitungsvorrichtung 12 umfasst ein erstes Finishwerkzeug 26 in Form eines Finishbands 28, das in Figur 1 durch strichpunktierte Begrenzungslinien angedeutet ist.

[0030] Das Finishband 28 wird mittels einer Andrückrolle 30 druckbeaufschlagt und gegen eine erste Werkstückoberfläche 32 in Form einer Umfangsfläche 34 des Werkstücks 14 angedrückt.

[0031] Dabei oszillieren die Andrückrolle 30 und somit auch das erste Finishwerkzeug 26 entlang einer ersten Oszillationsachse 36 unter Verwendung eines an sich bekannten und hier nicht dargestellten ersten Oszillationsantriebs.

[0032] Die Finishbearbeitungsvorrichtung 12 weist ferner ein zweites Finishwerkzeug 38 in Form eines Finishbands 40 auf. Das Finishband 40 wird mittels einer Andrückrolle 42 gegen eine zweite Werkstückoberfläche 44 in Form einer Stirnseite 46 des Werkstücks 14 angedrückt.

[0033] Die Andrückrolle 42 und somit auch das Finishband 40 sind mittels eines an sich bekannten und daher nicht dargestellten Oszillationsantriebs oszillierend angetrieben, sodass sich die Andrückrolle 42 und das Finishband 40 entlang einer zweiten Oszillationsachse 48 oszillierend bewegen.

[0034] Die erste Oszillationsachse 36 verläuft parallel zu der Werkstückrotationsachse 24.

[0035] Die zweite Oszillationsachse 48 verläuft senkrecht zu der Werkstückrotationsachse 24; die Oszillationsachse 48 kann senkrecht zu der Rotationsachse der Andrückrolle 42 verlaufen (wie in Fig. 1 dargestellt) oder parallel zu der Rotationsachse der Andrückrolle 42.

[0036] Die Amplitude der Oszillationsbewegungen beträgt wenige Millimeter und kann insbesondere kleiner sein als die jeweilige Erstreckung der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche 32, 44. Daher ist das erste Finishwerkzeug 26 in einer zur ersten Oszillationsachse 36 parallelen Richtung mittels eines an sich bekannten und hier nicht dargestellten Verfahrentriebs bewegbar. In entsprechender Weise ist das zweite Finishwerkzeug 38 mittels eines an sich bekannten und hier nicht dargestellten Verfahrentriebs in einer zu der zweiten Oszillationsachse 48 parallelen Richtung verfahrbar.

[0037] Die Umfangsfläche 34 und die Stirnseite 46 grenzen in einem Übergangsbereich 50 aneinander an. Bei dem in Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Übergangsbereich 50 um eine im Querschnitt konvexe Verrundung.

[0038] Das Werkstück 14 weist eine dritte Werkstückoberfläche 52 auf, welche entlang der Werkstückrotationsachse 24 gesehen zu der zweiten Werkstückoberfläche 44 beabstandet angeordnet ist. Bei der dritten Werkstückoberfläche handelt es sich um eine zweite Stirnseite 54 des Wälzlagerkörpers 16.

[0039] Die dritte Werkstückoberfläche 52 ist benach-

bart zu der Umfangsfläche 34 des Werkstücks 14 angeordnet. Ein Übergangsbereich zwischen der Stirnseite 54 und der Umfangsfläche 34 ist mit dem Bezugszeichen 56 bezeichnet. Hierbei handelt es sich um eine im Querschnitt konvexe Verrundung.

[0040] Die Finishbearbeitungsvorrichtung 12 umfasst ein drittes Finishwerkzeug 58 in Form eines Finishbands 60, das mittels einer Andrückrolle 62 gegen die dritte Werkstückoberfläche 52 angedrückt wird. Die Andrückrolle 62 und das dritte Finishwerkzeug 58 sind mittels eines an sich bekannten und hier nicht dargestellten dritten Oszillationsantriebs oszillierend angetrieben, sodass die Andrückrolle 62 und das Finishband 58 längs einer dritten Oszillationsachse 64 oszillierend angetrieben sind. Ferner ist ein parallel zu der dritten Oszillationsachse 64 wirksamer Verfahrentrieb für das dritte Finishwerkzeug 58 vorgesehen.

[0041] Die dritte Oszillationsachse 64 verläuft senkrecht zu der Werkstückrotationsachse 24.

[0042] Insbesondere erstrecken sich die Oszillationsachsen 48 und/oder 64 bezogen auf die Werkstückrotationsachse 24 in radialer Richtung.

[0043] Jedem der genannten Finishwerkzeuge 26, 38, 58 ist ein jeweiliger Arbeitsbereich 66, 68 beziehungsweise 70 zugeordnet. Diese Arbeitsbereiche sind zueinander versetzt, sodass eine gleichzeitige Bearbeitung der unterschiedlichen drei Werkstückoberflächen 32, 44 und 52 möglich ist.

[0044] Der Arbeitsbereich 66 des ersten Finishwerkzeugs 26 erstreckt sich entlang der Werkstückrotationsachse 24 gesehen zumindest über die Breite der Umfangsfläche 34, also zwischen den Stirnseiten 46 und 54. In vorteilhafter Weise erstreckt sich der erste Arbeitsbereich 66 entlang der Werkstückrotationsachse 24 gesehen über die Stirnflächen 46 und 54 hinaus, sodass das Finishband 28 in eine Position verbracht werden kann, in welcher das Finishband 28 nur entlang eines Teils seiner Breite an der Umfangsfläche 34 anliegt und zumindest mit einem Teilbereich auf Höhe des Übergangsbereichs 50 oder des Übergangsbereichs 56 angeordnet ist.

[0045] Die Arbeitsbereiche 68 beziehungsweise 70 des zweiten Finishwerkzeugs 38 beziehungsweise des dritten Finishwerkzeugs 58 sind zu dem ersten Arbeitsbereich versetzt angeordnet und ihrerseits relativ zueinander beabstandet.

[0046] In entsprechender Weise ist der zweite Arbeitsbereich 68 nach radial außen nicht durch eine radiale Begrenzung der zweiten Werkstückoberfläche 44 auf Höhe des Übergangsbereichs 50 begrenzt, sondern der Arbeitsbereich 68 kann sich zumindest bis auf Höhe der Umfangsfläche 34 erstrecken. Dies gilt in entsprechender Weise für den dritten Arbeitsbereich 70.

[0047] Ein in den Figuren 3 und 4 dargestelltes Ausführungsbeispiel eines Finishbearbeitungssystems 10 umfasst ein Werkstück 14 in Form einer Welle 72, insbesondere in Form einer Nockenwelle (hier dargestellt) oder einer Kurbelwelle.

[0048] Zu dem vorstehenden Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2 funktionsidentische oder -ähnliche Bauteile sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Es wird Bezug genommen auf die vorstehende Beschreibung zu den Figuren 1 und 2. Nachfolgend werden Unterschiede und Besonderheiten der Ausführung gemäß Figuren 3 und 4 im Vergleich zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 1 und 2 erläutert.

[0049] Bei der Finishbearbeitungsvorrichtung 12 des Systems 10 gemäß Figuren 3 und 4 wird das erste Finishwerkzeug 26 in Form eines Finishbands 28 mittels einer Schale 74 an die erste Werkstückoberfläche 32 in Form einer Umfangsfläche, hier eine Lagerfläche der Welle 72, angedrückt. Dabei steht das Finishband 28 in einem schalenförmigen Kontaktbereich über einen Teilumfang des Umfangs der Umfangsfläche 34 hinweg in Kontakt mit der Umfangsfläche 34.

[0050] Das zweite Finishwerkzeug 38 in Form eines Finishbands 40 und ein optionales drittes Finishwerkzeug 58 in Form eines Finishbands 60 sind jeweils über flächige Andrückelemente 76, 80 mit einer Andrückkraft beaufschlagbar, zur jeweiligen Bearbeitung von zu der Umfangsfläche 34 benachbarten Werkstückoberflächen, nämlich einer zweiten Werkstückoberfläche 44 und optional einer dritten Werkstückoberfläche 52. Die Werkstückoberflächen 44, 52 sind als Axiallagerflächen ausgebildet.

[0051] Die Andrückelemente 76 und 78 sind mittels eines zwischengeschalteten Keilelements 78 in zueinander entgegengesetzten Richtungen spreizbar, sodass die Finishwerkzeuge 38 und 58 in gleichzeitigen Eingriff mit den Werkstückoberflächen 44 und 52 gelangen können.

[0052] Die Finishwerkzeuge 38 und 58 sind an einer gemeinsamen Einheit 82 gehalten, welche entlang einer zu den Oszillationsachsen 48, 64 parallelen Verfahrachse 84 verfahrbar ist. Für den Fall einer horizontalen Werkstückrotationsachse 24 ist die Verfahrachse 84 vertikal angeordnet. Die Finishwerkzeuge 38, 58 der Einheit 82 sind längs einer Zustellachse 86 in radialer Richtung auf die Werkstückrotationsachse 24 zustellbar.

[0053] Das erste Finishwerkzeug 26 und die Andrückschale 74 sind an einer zu der Einheit 82 separaten Einheit 88 gehalten. Diese Einheit 88 ist längs einer Zustellachse 90 in bezogen auf die Werkstückrotationsachse 24 radialer Richtung auf das Werkstück 14 zustellbar.

[0054] Ein Betriebszustand des Finishbearbeitungssystems 10 ist in Figur 4 dargestellt. In diesem Zustand ist die Einheit 88 mit dem ersten Finishwerkzeug 26 entlang der Zustellachse 90 in radialer Richtung auf das Werkstück 14 zugestellt, sodass die Andrückschale 74 das erste Finishwerkzeug 26 in Form des Finishbands 28 gegen die Umfangsfläche 34 der Welle 72 andrückt.

[0055] Die Einheit 82 ist längs der Zustellachse 84 so verfahren, dass die Andrückelemente 76, 80 auf Höhe der zweiten Werkstückoberfläche 44 beziehungsweise der dritten Werkstückoberfläche 52 angeordnet sind. Außerdem sind die genannten Finishwerkzeuge längs der

Zustellachse 86 in radialer Richtung auf die Werkstückrotationsachse 24 des Werkstücks 14 zugestellt, sodass die Finishbänder 40 und 60 in jeweiligen Anlagekontakt mit der zweiten Werkstückoberfläche 44 und der dritten Werkstückoberfläche 52 der Welle 72 stehen.

[0056] Zur finishenden Bearbeitung der Welle 72 wird diese mittels eines Rotationsantriebs rotierend um die Werkstückrotationsachse 24 angetrieben. Das erste Finishwerkzeug 26 oszilliert längs einer zu der Werkstückrotationsachse 24 parallelen ersten Oszillationsachse 36, vgl. Figur 1.

[0057] Das zweite Finishwerkzeug 38 und das dritte Finishwerkzeug 58 oszillieren entlang zueinander paralleler Oszillationsachsen 48 und 64, welche senkrecht zu der ersten Oszillationsachse 36 und senkrecht zu der Werkstückrotationsachse 24 verlaufen.

[0058] Für den Oszillationsantrieb des ersten Finishwerkzeugs 26 ist ein an sich bekannter und hier nicht dargestellter Oszillationsantrieb vorgesehen. Für den oszillierenden Antrieb der Finishwerkzeuge 38 und 58 weist die Einheit 82 einen Oszillationsantrieb 92 auf, der zumindest den Bereich der Andrückelemente 76 und 80 in eine oszillierende Bewegung versetzt. Zur Erzeugung der Oszillationsbewegungen längs der Oszillationsachsen 48 und 64 ist ein gemeinsamer Oszillationsantrieb 92 vorgesehen.

[0059] Das Finishband 28 weist eine Breite auf, welche kleiner ist als die parallel zur Werkstückrotationsachse 24 gemessene Breite der Umfangsfläche 34. Mittels der Oszillation des Finishbands 28 entlang der ersten Oszillationsachse 36 kann aber die gesamte Breite der Umfangsfläche 34 und der Übergangsbereich 50 zur zweiten Werkstückoberfläche 44 beziehungsweise der Übergangsbereich (kein Bezugszeichen) zur dritten Werkstückoberfläche 52 bearbeitet werden.

[0060] Ein erster Arbeitsbereich 66 des ersten Finishwerkzeugs 26 ist also durch die zweite Werkstückoberfläche 44 und die dritte Werkstückoberfläche 52 begrenzt. Für den Fall einer horizontalen Werkstückrotationsachse 24 und für den Fall einer die Werkstückrotationsachse 24 einschließenden, gedachten Vertikalebene ist der erste Arbeitsbereich 66 bezogen auf die Vertikalebene auf einer anderen Seite angeordnet als die beiden Arbeitsbereiche 68 und 70 des zweiten Finishwerkzeugs 38 beziehungsweise des dritten Finishwerkzeugs 58. Die Arbeitsbereiche 58 und 70 sind ihrerseits relativ zueinander beabstandet.

[0061] Das in den Figuren 3 und 4 dargestellte System 10 ermöglicht die finishende Bearbeitung einer Umfangsfläche 34 einer Welle 72 und die gleichzeitige Bearbeitung mindestens einer an diese Umfangsfläche 34 angrenzenden Axiallager- oder Passlagerfläche.

[0062] Für das in den Figuren 3 und 4 dargestellte Ausführungsbeispiel sind die jeweiligen Übergangsbereiche zwischen der ersten Werkstückoberfläche 32 und der zweiten Werkstückoberfläche 44 beziehungsweise zwischen der ersten Werkstückoberfläche 32 und der zweiten Werkstückoberfläche 52 im Querschnitt konkav ver-

rundet ausgebildet.

[0063] Es ist möglich, dass die Oszillationsbewegung entlang der ersten Oszillationsachse 36 nicht dadurch erzeugt wird, dass das erste Finishwerkzeug 26 oszillierend angetrieben ist, sondern dadurch, dass das Werkstück 14 in einer zu der Werkstückrotationsachse 24 parallelen Richtung oszillierend angetrieben wird. In diesem Fall ist es möglich, dass das erste Finishwerkzeug 26 längs der Werkstückrotationsachse 24 gesehen stillsteht. Für den Fall, dass die oszillierende Bewegung längs der ersten Oszillationsachse 36 durch eine Bewegung des Werkstücks 14 erzeugt wird, ist vorzugsweise eine Ausgleichseinrichtung 94 vorgesehen, welche es ermöglicht, das zweite Finishwerkzeug 38 und gegebenenfalls das dritte Finishwerkzeug 58 längs einer zu der Oszillationsachse 36 parallelen Ausgleichsachse 96 (passiv) zu bewegen.

[0064] Bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind das zweite Finishwerkzeug 38 und das dritte Finishwerkzeug 58 durch voneinander separate Finishbänder 40 und 60 bereitgestellt. Es ist möglich, dass das zweite und das dritte Finishwerkzeug durch dasselbe Finishband bereitgestellt werden, wobei ein erster Abschnitt dieses Finishbands der zweiten Werkstückoberfläche 44 zugeordnet ist, das Finishband dann in einem Umlenkungsabschnitt umgelenkt wird und wobei ein zweiter Abschnitt desselben Finishbands der dritten Werkstückoberfläche 52 zugeordnet ist.

[0065] Bei dem in Figuren 5 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Finishbearbeitungssystems 10 ist das Werkstück 14 in Form eines Pumpenzahnrads 98 ausgebildet, vgl. insbesondere Figur 6.

[0066] Das Pumpenzahnrad 98 weist zwei zueinander versetzt angeordnete Umfangsflächen 34a und 34b auf. Zwischen diesen Umfangsflächen ist ein Verzahnungsbereich 100 ausgebildet. Der Verzahnungsbereich 100 weist eine zweite Werkstückoberfläche 44 in Form einer ersten Verzahnungsstirnfläche auf, die an die erste Umfangsfläche 34a angrenzt. Der Verzahnungsbereich 100 weist ferner eine der zweiten Werkstückoberfläche 44 abgewandte dritte Werkstückoberfläche 52 auf, welche als Verzahnungsstirnfläche ausgebildet ist und an die zweite Umfangsfläche 34b angrenzt.

[0067] Eine Besonderheit des Systems 10 gemäß Figuren 5 bis 7 besteht darin, dass das System 10 ein viertes Finishwerkzeug 102 in Form eines Finishbands 104 aufweist, das über eine Andrückrolle 106 gegen die zweite Umfangsfläche 34b angeedrückt wird.

[0068] Auch die übrigen Finishwerkzeuge werden durch jeweilige Andrückrollen gegen die jeweils finishend zu bearbeitenden Werkstückoberfläche angeedrückt, für das Beispiel des ersten Finishwerkzeugs 26 unter Verwendung einer Andrückrolle 30.

[0069] Sämtliche Finishwerkzeuge 26, 38, 58 und 102 sind oszillierend angetrieben. Über die Oszillation des ersten Finishwerkzeugs 26 entlang der ersten Oszillationsachse 36 und die Oszillation der zweiten und dritten Finishwerkzeuge 38 und 58 jeweils längs der zweiten

und dritten Oszillationsachse 48 und 64 hinausgehend ist auch das vierte Finishwerkzeug 102 längs einer vierten Oszillationsachse 108 oszillierend angetrieben. Die vierte Oszillationsachse 108 verläuft parallel zu der Werkstückrotationsachse 24.

[0070] Das erste Finishwerkzeug 26 und das zweite Finishwerkzeug 38 dienen zur Bearbeitung der ersten Umfangsfläche 34a und der daran angrenzenden zweiten Werkstückoberfläche 44 in Form einer der beiden Verzahnungsstirnflächen.

[0071] In entsprechender Weise dienen das dritte Finishwerkzeug 58 und das vierte Finishwerkzeug 102 zur finishenden Bearbeitung der dritten Werkstückoberfläche 52 in Form der anderen Verzahnungsstirnfläche und der daran angrenzenden Umfangsfläche 34b.

[0072] Dem vierten Finishwerkzeug 102 ist ein vierter Arbeitsbereich 110 zugeordnet, vgl. Figuren 5 und 6. Dieser vierte Arbeitsbereich 110 ist räumlich versetzt zu den jeweiligen Arbeitsbereichen 66, 68, 70 der ersten drei Finishwerkzeuge 26, 38 und 58. Auch die Arbeitsbereiche 66, 68 und 70 sind jeweils zueinander räumlich versetzt angeordnet.

[0073] Die Bearbeitungssituation auf jeweils "einer Hälfte" des Pumpenzahnrads 98, also die Bearbeitung der Umfangsfläche 34a und der zweiten Werkstückoberfläche 44 einerseits sowie die Bearbeitung der zweiten Umfangsfläche 34b und der Werkstückoberfläche 52 andererseits ist jeweils vergleichbar mit der Bearbeitung "auf Stoß" benachbart zu einem Übergangsbereich 50, die unter Bezugnahme auf das Ausführungsbeispiel der Figuren 3 und 4 beschrieben wurden.

[0074] Im Übrigen wird für die Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß Figuren 5 bis 7 auf die vorstehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß Figuren 1 bis 4 Bezug genommen.

[0075] Zum Halten eines zweiten Finishwerkzeugs 38 insbesondere in Form eines Finishbands 40 kann in vorteilhafter Weise ein nachfolgend unter Bezugnahme auf Figuren 8 bis 10 beschriebener Werkzeughalter 112 verwendet werden.

[0076] Der Werkzeughalter 112 ist entlang zu der Werkstückrotationsachse 24 parallelen Verfahrachse 114 verfahrbar. Dies ermöglicht eine Zustellung des zweiten Finishwerkzeugs 38 außerhalb einer Umfangsfläche 34 des Werkstücks 24 in Richtung auf die zweite Werkstückoberfläche 44. Zusätzlich hierzu ist der Werkzeughalter 112 entlang einer zu der Werkstückrotationsachse 24 senkrechten Verfahrachse 116 verfahrbar. Dies ermöglicht die Zustellung des zweiten Finishwerkzeugs 38 in bezogen auf die Werkstückrotationsachse 24 radialer Richtung. Zur Bereitstellung der Verfahrachsen 114 und 116 ist eine an sich bekannte und daher nicht dargestellte Kreuzschlittenanordnung vorgesehen.

[0077] Das Finishwerkzeug 38 ist an dem Werkzeughalter 112 um eine Verkippachse 118 verkippbar gelagert, vgl. Fig. 9 und 10. Dies ermöglicht die Bearbeitung eines verrundeten Übergangsbereichs 50 zwischen der zweiten Werkstückoberfläche 44 und der Umfangsfläche

34 eines Werkstücks 14, das insbesondere als Wälzkörper 16 ausgebildet ist.

[0078] Der Werkzeughalter 112 umfasst ein Gestell 120, das beispielsweise auch zur Anordnung einer Vorratsrolle 122 für frisches Finishband 40 und zur Anordnung einer Sammelrolle 124 für verbrauchtes Finishband 40 dient.

[0079] Das Gestell 120 weist einen Ausleger 126 zur Anordnung eines Kipplagers 128 und zur Anordnung eines Rahmens 130 auf. An dem Kipplager 128 ist ein Kipparm 132 verkippbar gelagert. Der Kipparm 132 trägt an seinem freien Ende eine Andrückrolle 42 zum Andrücken des Finishwerkzeugs 38 gegen die zweite Werkstückoberfläche 44 und gegen den verrundeten Übergangsbereich 50.

[0080] Der Werkzeughalter 112 weist außerdem einen beispielsweise pneumatischen Aktor 134 auf, der sich einenends an dem Rahmen 130 abstützt und andere- nends mit einem Koppelabschnitt 136 des Kipparms 132 verbunden ist. Der Aktor spannt das Finishwerkzeug 38 um die Verkippachse 118 in einer ersten Verkipprichtung 138 vor. Auf diese Weise wird das zweite Finishwerkzeug 38 ausgehend von einer ersten Arbeitsstellung mit flächiger Anlage an die zweite Werkstückoberfläche 44 (vergleiche Fig. 9, erste Arbeitsstellung) so vorgespannt, dass das zweite Finishwerkzeug 38 bei einer Verlagerung nach radial außen in flächiger Anlage mit dem verrundeten Übergangsbereich 50 des Werkstücks 24 verbleibt, also dem im Profil gekrümmten Verlauf auch des Übergangsbereichs folgen kann (vergleiche Fig. 10, zweite Arbeitsstellung).

[0081] Ein vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 8 bis 10 beschriebener Werkzeughalter 112 eignet sich insbesondere zur Verwendung bei einer nachfolgend unter Bezugnahme auf Figuren 11 und 12 beschriebene Finishbearbeitungsanlage 140.

[0082] Die Finishbearbeitungsanlage 140 umfasst zwei vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 1 bis 10 beschriebene Finishbearbeitungsvorrichtungen. Diese sind in den Figuren 11 und 12 mit den Bezugszeichen 12a und 12b bezeichnet.

[0083] Mit jeder der Finishbearbeitungsvorrichtungen 12a und 12b kann jeweils ein Werkstück 14a bzw. 14b bearbeitet werden, sodass beide Finishbearbeitungsvorrichtungen 12a und 12b vorzugsweise gleichzeitig betrieben werden. Die Finishbearbeitungsvorrichtungen 12a und 12b dienen dabei aber zur sequentiellen Bearbeitung derselben Werkstücke 14a, 14b, welche insbesondere in Form von Wälzlagerkörpern 16a, 16b ausgebildet sind.

[0084] Die Finishbearbeitungsanlage 140 weist eine Transporteinrichtung 142 zum Transport eines Werkstücks 14a, 14b von der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a zu der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b auf.

[0085] Die Transporteinrichtung 142 umfasst eine erste Übergabeeinrichtung 144, die der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a zugeordnet ist, ferner eine Wen-

deeinrichtung 146 und schließlich eine zweite Übergabeeinrichtung 148, die der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b zugeordnet ist.

[0086] Die erste Übergabeeinrichtung 144 weist einen Werkstückeinlauf 150 für unbearbeitete Werkstücke 14a, 14b auf und ferner einen Werkstückauslauf 152 für in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeiteten Werkstücke 14a, 14b auf.

[0087] Die zweite Übergabeeinrichtung 148 weist einen Werkstückeinlauf 154 für in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeiteten Werkstücke 14a, 14b auf und ferner einen Werkstückauslauf 156 für Werkstücke 14a, 14b welche zunächst in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a und anschließend in der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b bearbeitet wurden.

[0088] Die Wendeeinrichtung 146 weist eine Auflage 158 auf, welche gemeinsam mit dem Werkstückauslauf 152 der ersten Übergabeeinrichtung 144 und dem Werkstückeinlauf 154 der zweiten Übergabeeinrichtung 148 auf einem Schlitten 160 angeordnet ist.

[0089] Die Wendeeinrichtung 146 umfasst einen Wendeautomaten 162, der dazu dient, ein auf der Auflage 158 angeordnetes Werkstück 14a, 14b bezogen auf eine Werkstückachse 24a, 24b um 180° zu wenden.

[0090] Die Finishbearbeitungsanlage 140 funktioniert wie folgt:

In einem Ausgangszustand sind in den Finishbearbeitungsvorrichtungen 12a und 12b keine Werkstücke 14a, 14b angeordnet. Davon ausgehend wird ein erstes Werkstück (in der nachfolgenden Beschreibung lediglich mit "14" und ohne "a" bzw. "b" bezeichnet) über den Werkstückeinlauf 150 der ersten Übergabeeinrichtung 144 der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a zugeführt. Dort wird das Werkstück 14 im Bereich einer Umfangsfläche 34 mit einem ersten Finishwerkzeug 26a, vorzugsweise in Form eines Schruppwerkzeugs, finishend bearbeitet. Gleichzeitig wird eine an die Umfangsfläche 34 angrenzende erste Stirnseite 46 mittels eines zweiten Finishwerkzeugs 38a finishend bearbeitet. Das zweite Finishwerkzeug 38a kann beispielsweise an einem unter Bezugnahme auf Figuren 8 bis 10 beschriebenen Werkzeughalter 112 gehalten sein. Die Bearbeitung innerhalb der Finishbearbeitungsvorrichtung 12a erfolgt in der vorstehend mit Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 10 beschriebenen Weise.

[0091] Nach Abschluss der Bearbeitung des Werkstücks 14 in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a wird das Werkstück 14 mittels der ersten Übergabeeinrichtung 144 zum Werkstückauslauf 152 transportiert und von dort zur Auflage 158. Die Wendeeinrichtung 146 mit dem Wendeautomaten 162 wendet das zuvor in der Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeitete Werkstück 14, bezogen auf die Werkstückachse 24 um 180°, sodass die zuvor in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeitete Stirnseite 46 nach Abschluss des Wendevorgangs auf der Auflage 158 aufliegt und sodass die zuvor unbearbeitete zweite Stirnseite 54 des

Werkstücks 14 nach oben freigelegt wird. In diesem Zustand wird das Werkstück 14 dem Werkstückeinlauf 154 der zweiten Übergabeeinrichtung 148 zugeführt und von dort der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b.

[0092] In der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b findet eine erneute Finishbearbeitung der Umfangsfläche 34 des Werkstücks 14 statt, mittels eines ersten Finishbearbeitungswerkzeugs 26b, das vorzugsweise als Schlichtwerkzeug ausgebildet ist. Gleichzeitig wird in der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b die in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a unbearbeitete Stirnseite 54 mittels eines zweiten Finishwerkzeugs 38b finishend bearbeitet.

[0093] Nach Abschluss der Bearbeitung in der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b wird das Werkstück 14 mittels der zweiten Übergabeeinrichtung 148 dem Werkstückauslauf 156 zugeführt. Ein solches Werkstück 14 wurde also nacheinander in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a und der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b bearbeitet. In der ersten Vorrichtung 12a wurde die Umfangsfläche 34 schruppend und die erste Stirnseite 46 finishend bearbeitet. In der zweiten Vorrichtung 12b wurde die zuvor schruppend bearbeitete Umfangsfläche 34 schlichtend bearbeitet und ferner die zuvor unbearbeitete Stirnseite 54 finishend bearbeitet.

[0094] In den Figuren 11 und 12 ist ein Zustand dargestellt, in welchem beide Finishbearbeitungsvorrichtungen 12a und 12b mit einem jeweiligen Werkstück 14a, 14b belegt sind. Das in den Figuren 11 und 12 in der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b dargestellte Werkstück 14b wurde also zuvor in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeitet; das in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a dargestellte Werkstück 14a wird in einem der Darstellung gemäß Figuren 11 und 12 nachfolgenden Schritt der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b zugeführt.

[0095] Die Übergabeeinrichtungen 144 und 148 sind vorzugsweise jeweils als um eine jeweilige Drehachse 164, 166 drehbare Dreifach-Greifereinheit ausgebildet.

[0096] Für das Beispiel der ersten Übergabeeinrichtung 144 erfolgt ein Positionswechsel eines unbearbeiteten Werkstücks vom Werkstückeinlauf 150 zur ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a zeitgleich mit einem Positionswechsel eines in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeiteten Werkstücks 14a zum Werkstückauslauf 152.

[0097] Für das Beispiel der zweiten Übergabeeinrichtung 148 erfolgt ein Positionswechsel eines in der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung 12a bearbeiteten Werkstücks 14a vom Werkstückeinlauf 154 zur zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b zeitgleich mit einem Positionswechsel eines in der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung 12b bearbeiteten Werkstücks 14b zum Werkstückauslauf 156.

Patentansprüche

1. Finishbearbeitungssystem (10), umfassend eine Finishbearbeitungsvorrichtung (12) und ein finishend zu bearbeitendes Werkstück (14), wobei die Finishbearbeitungsvorrichtung (12) aufweist:

- eine Werkstückaufnahmeeinrichtung (18) zur Aufnahme des finishend zu bearbeitenden Werkstücks (14) und einen Rotationsantrieb zum Antrieb des Werkstücks (14) um eine Werkstückrotationsachse (24),
- ein erstes Finishwerkzeug (26) zur finishenden Bearbeitung einer ersten Werkstückoberfläche (32) des Werkstücks (14) und einen ersten Oszillationsantrieb zum Antrieb des ersten Finishwerkzeugs (26) oder des Werkstücks (14) entlang einer ersten Oszillationsachse (36),
- ein zweites Finishwerkzeug (38) zur finishenden Bearbeitung einer zweiten Werkstückoberfläche (44) des Werkstücks (14) und einen zweiten Oszillationsantrieb zum Antrieb des zweiten Finishwerkzeugs (38) oder des Werkstücks (14) entlang einer zweiten Oszillationsachse (48),

wobei das Werkstück (14) aufweist:

die erste Werkstückoberfläche (32), welche als sich um die Werkstückrotationsachse (24) herum erstreckende Umfangsfläche (34) ausgebildet ist, und die zweite Werkstückoberfläche (44), die sich in einer Ebene erstreckt, welche die Werkstückrotationsachse (24) schneidet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsfläche (34) und die zweite Werkstückoberfläche (44) in einem Übergangsbereich (50) aneinander angrenzen, und dass ein erster Arbeitsbereich (66) des ersten Finishwerkzeugs (26) zu einem zweiten Arbeitsbereich (68) des zweiten Finishwerkzeugs (38) räumlich versetzt angeordnet ist.

2. Finishbearbeitungssystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der erste Arbeitsbereich (66) über eine parallel zu der Werkstückrotationsachse (24) gemessene Breite der Umfangsfläche (34) hinaus erstreckt und/oder dass sich der zweite Arbeitsbereich (68) über eine radiale Begrenzung der zweiten Werkstückoberfläche (44) hinaus erstreckt.
3. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wirkbereich des ersten Finishwerkzeugs (26) auf maximal 180° des Umfangs der Umfangsfläche (34) begrenzt ist.

4. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (26) und die erste Werkstückoberfläche (32) in einem schalenförmigen Kontaktbereich über einen Teilumfang des Umfangs der Umfangsfläche (34) hinweg miteinander in Kontakt stehen.

5. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (26) ein Finishband (28) ist und/oder dass das zweite Finishwerkzeug (38) ein Finishband (40) ist.

6. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (26) mittels einer Andrückrolle (30) gegen die Umfangsfläche (34) beaufschlagt ist und/oder dass das zweite Finishwerkzeug (38) mittels einer Andrückrolle (42) gegen die zweite Werkstückoberfläche (44) beaufschlagt ist.

7. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (14) ein Wälzlagerkörper (16) ist und dass die zweite Werkstückoberfläche (44) eine Stirnseite (46) des Wälzlagerkörpers (16) ist.

8. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (14) eine Welle (72) ist und dass die zweite Werkstückoberfläche (44) eine Axiallagerfläche oder eine Passlagerfläche der Welle (72) ist.

9. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (14) ein Pumpenzahnrad (98) ist und dass die zweite Werkstückoberfläche (44) eine Verzahnungsstirnfläche ist des Pumpenzahnrads (98) ist.

10. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (14) eine dritte Werkstückoberfläche (52) aufweist, die sich in einer Ebene erstreckt, welche die Werkstückrotationsachse (24) schneidet, wobei die dritte Werkstückoberfläche (52) entlang der Werkstückrotationsachse (24) gesehen zu der zweiten Werkstückoberfläche (44) beabstandet ist, dass die Finishbearbeitungsvorrichtung (12) ein drittes Finishwerkzeug (58) zur finishenden Bearbeitung der dritten Werkstückoberfläche (52) und einen dritten Oszillationsantrieb zum Antrieb des dritten Finishwerkzeugs (58) oder des Werkstücks (14) entlang einer dritten Oszillationsachse (64) aufweist und dass ein dritter Arbeitsbereich (70) des dritten Finishwerkzeugs (58) zu dem ersten Arbeitsbereich (66) des ersten Finishwerkzeugs (26) und

- zu dem zweiten Arbeitsbereich (68) des zweiten Finishwerkzeugs (38) räumlich versetzt angeordnet ist.
11. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Finishwerkzeug (38) an einem Werkzeughalter (112) gehalten ist, der längs einer zu der Werkstückrotationsachse (24) parallelen Verfahrachse (114) verfahrbar ist. 5
12. Finishbearbeitungssystem (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Finishwerkzeug (38) an dem Werkzeughalter (112) um eine Verkippachse (118) verkippbar gelagert ist, wobei die Verkippachse (118) zu der Werkstückrotationsachse (24) senkrecht und zu dieser beabstandet verläuft. 10 15
13. Finishbearbeitungssystem (10) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Finishwerkzeug (38) um die Verkippachse (118) in einer ersten Verkipprichtung (138) vorgespannt ist. 20
14. Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstückaufnahmeeinrichtung (18) zwei Zentrierspitzen (20, 22) aufweist, zwischen denen das Werkstück (14) aufgenommen ist. 25 30
15. Finishbearbeitungsanlage (140), umfassend ein Finishbearbeitungssystem (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche mit einer ersten Finishbearbeitungsvorrichtung (12a) und einem finishend zu bearbeitenden Werkstück (14a), ferner umfassend: 35
- eine zweite Finishbearbeitungsvorrichtung (12b),
 - eine Transporteinrichtung (142) zum Transport des Werkstücks (14a) zwischen der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung (12a) und der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung (12b). 40
16. Finishbearbeitungsanlage (140) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transporteinrichtung (142) eine Wendeeinrichtung (146) zum Wenden des Werkstücks (14a) umfasst. 45
17. Finishbearbeitungsanlage (140) nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Finishbearbeitungsvorrichtung (12a) zur Bearbeitung der Umfangsfläche (34) des Werkstücks (14a) und einer ersten Stirnseite (46) des Werkstücks (14a) ausgebildet ist und die zweite Finishbearbeitungsvorrichtung (12b) zur Bearbeitung derselben Umfangsfläche (34) des Werkstücks (14a) und einer zweiten Stirnseite (54) desselben Werkstücks (14a) ausgebildet ist. 50 55
18. Finishbearbeitungsanlage (140) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Finishwerkzeug (26a) der ersten Finishbearbeitungsvorrichtung (12a) ein Schruppwerkzeug ist und dass das erste Finishwerkzeug (26b) der zweiten Finishbearbeitungsvorrichtung (12b) ein Schlichtwerkzeug ist.
19. Finishbearbeitungsanlage (140) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schruppwerkzeug ein Finishstein und dass das Schlichtwerkzeug ein Finishband ist.

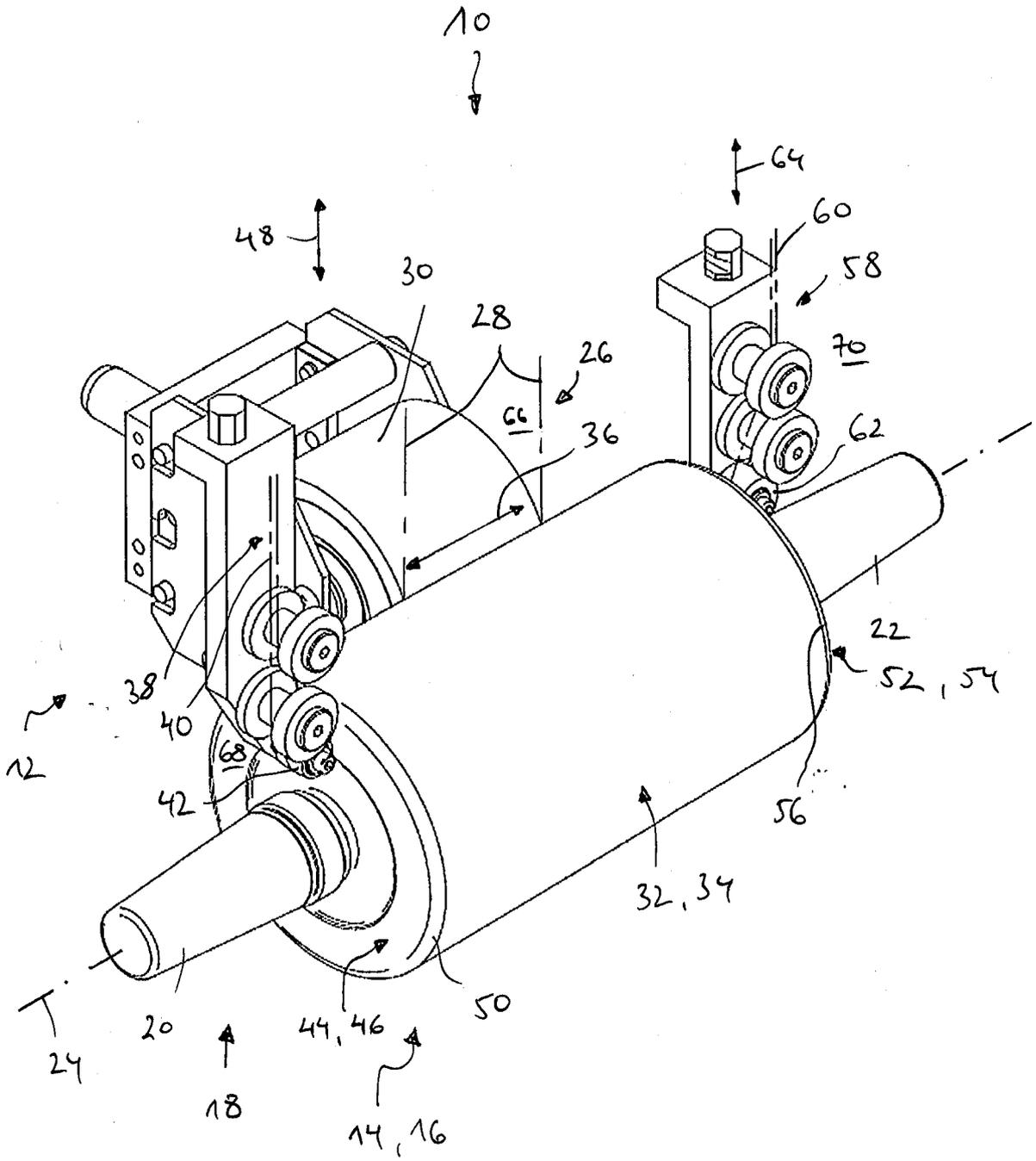


Fig. 1

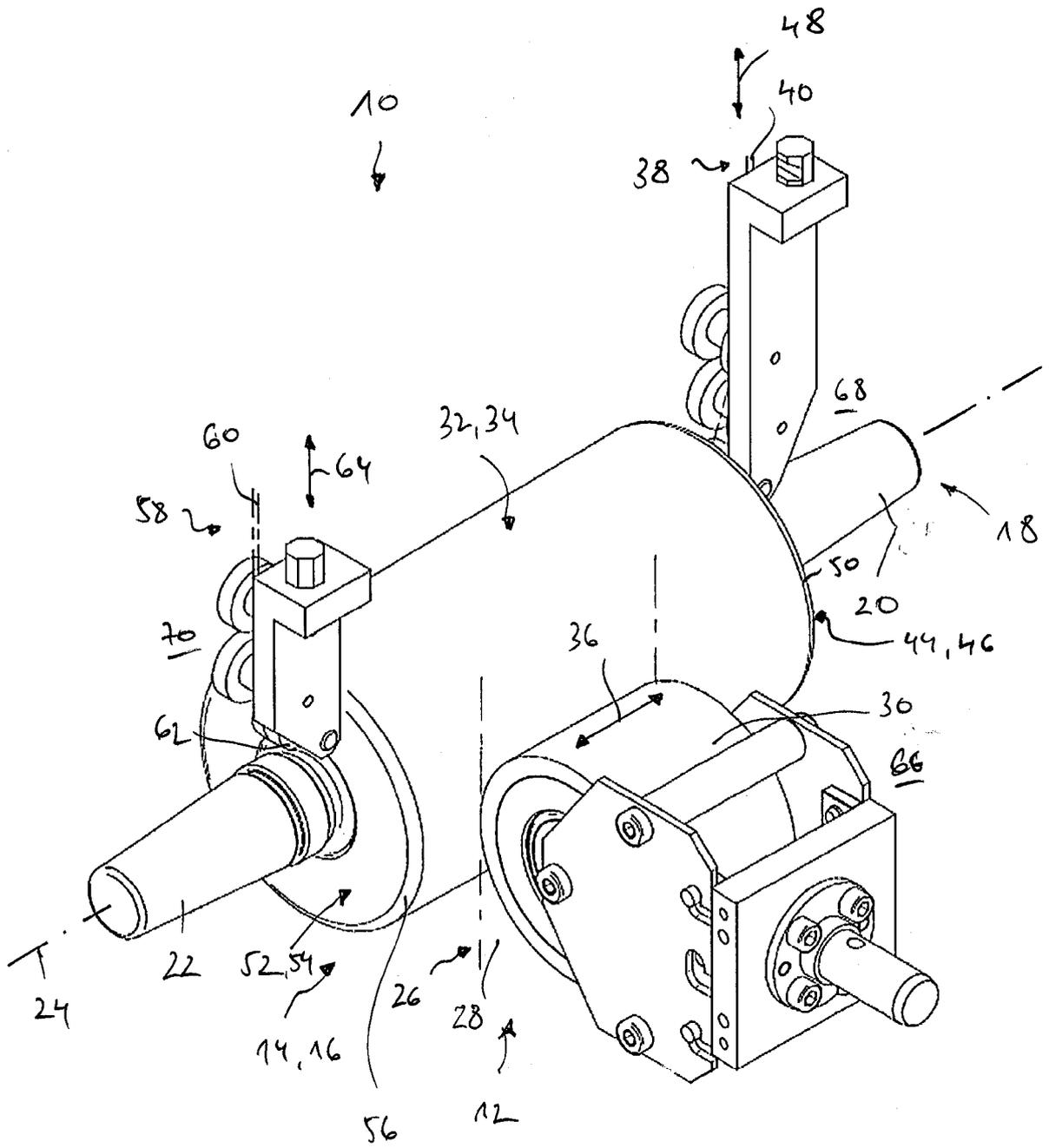


Fig. 2

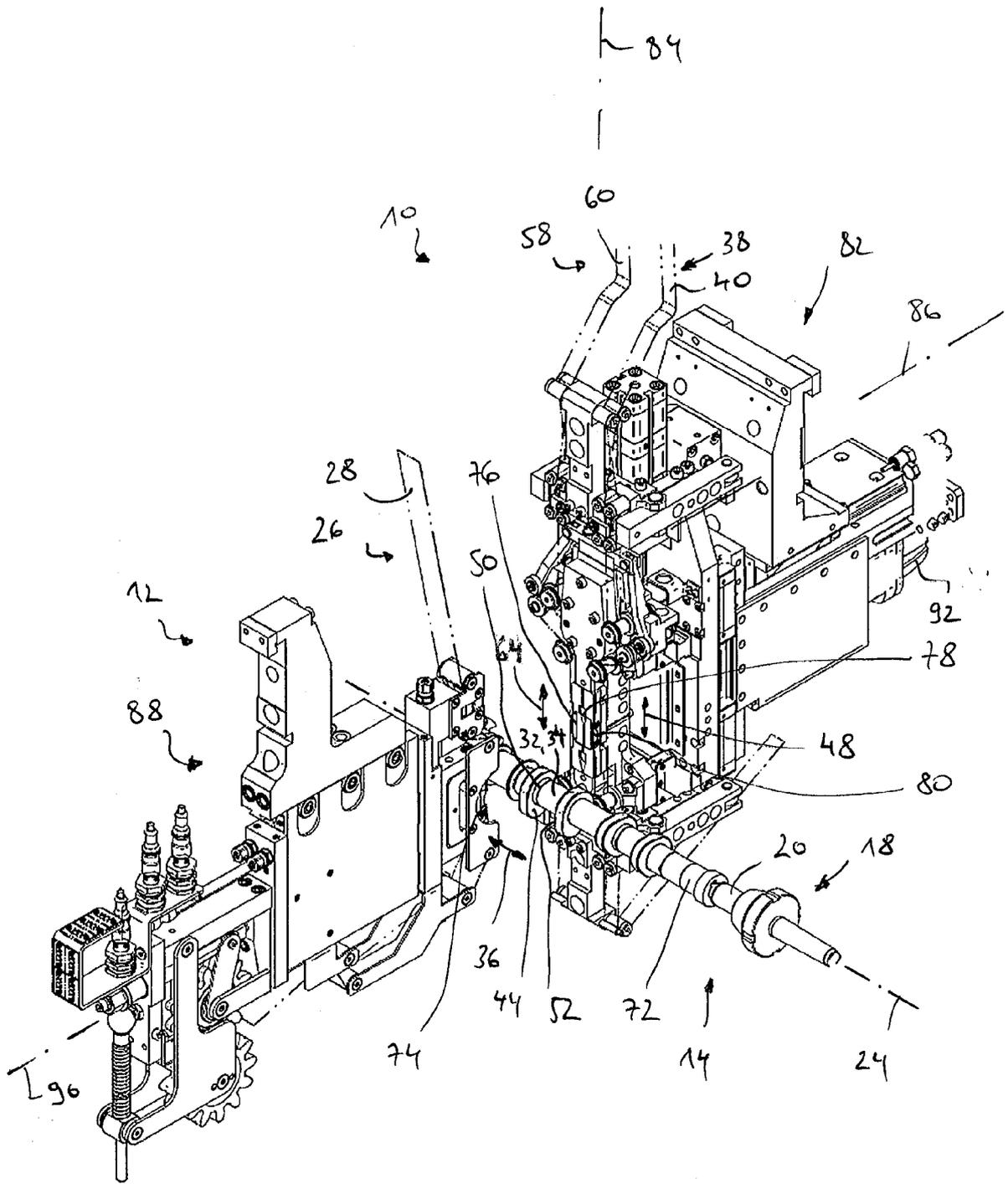


Fig. 3

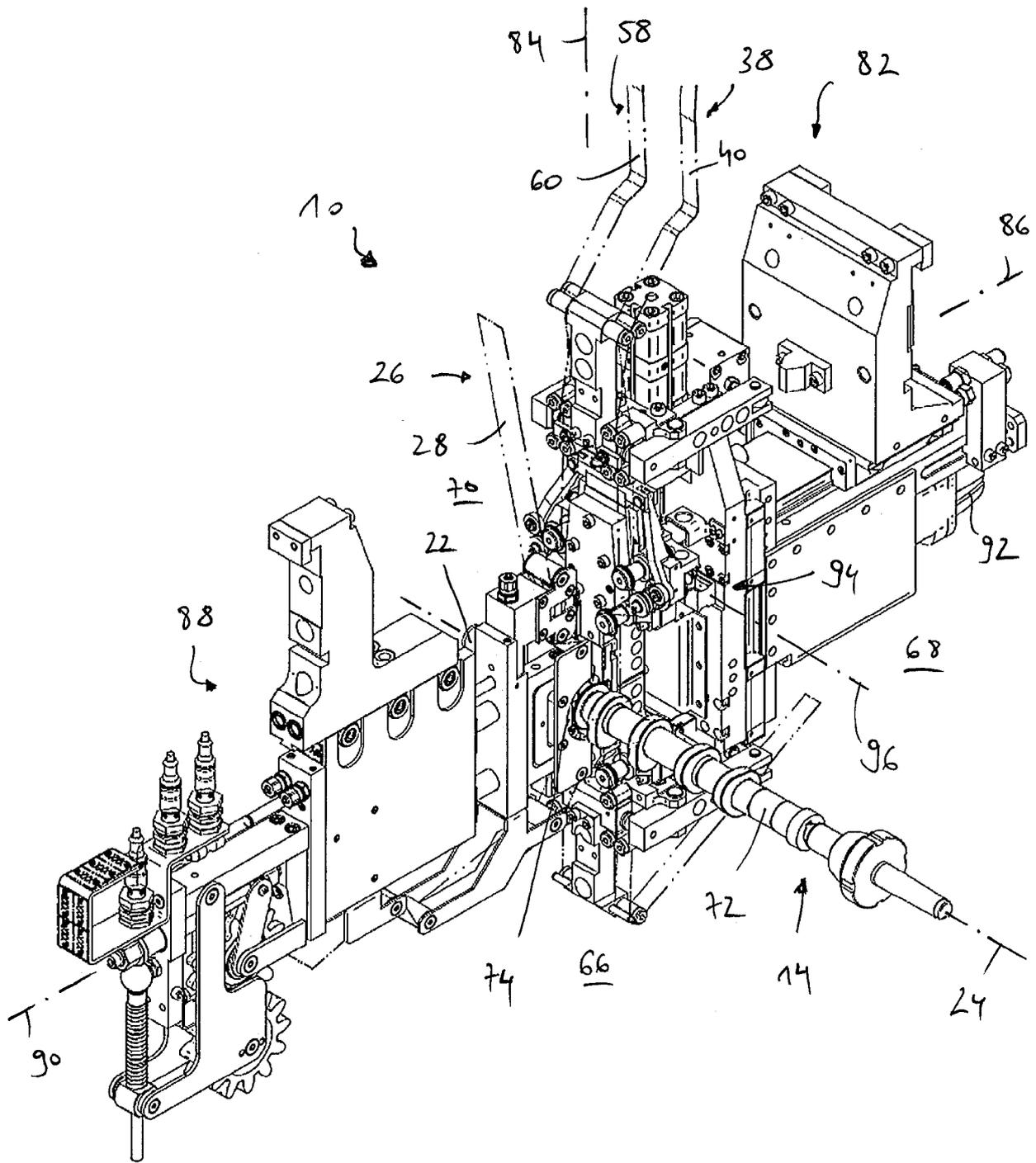


Fig. 4

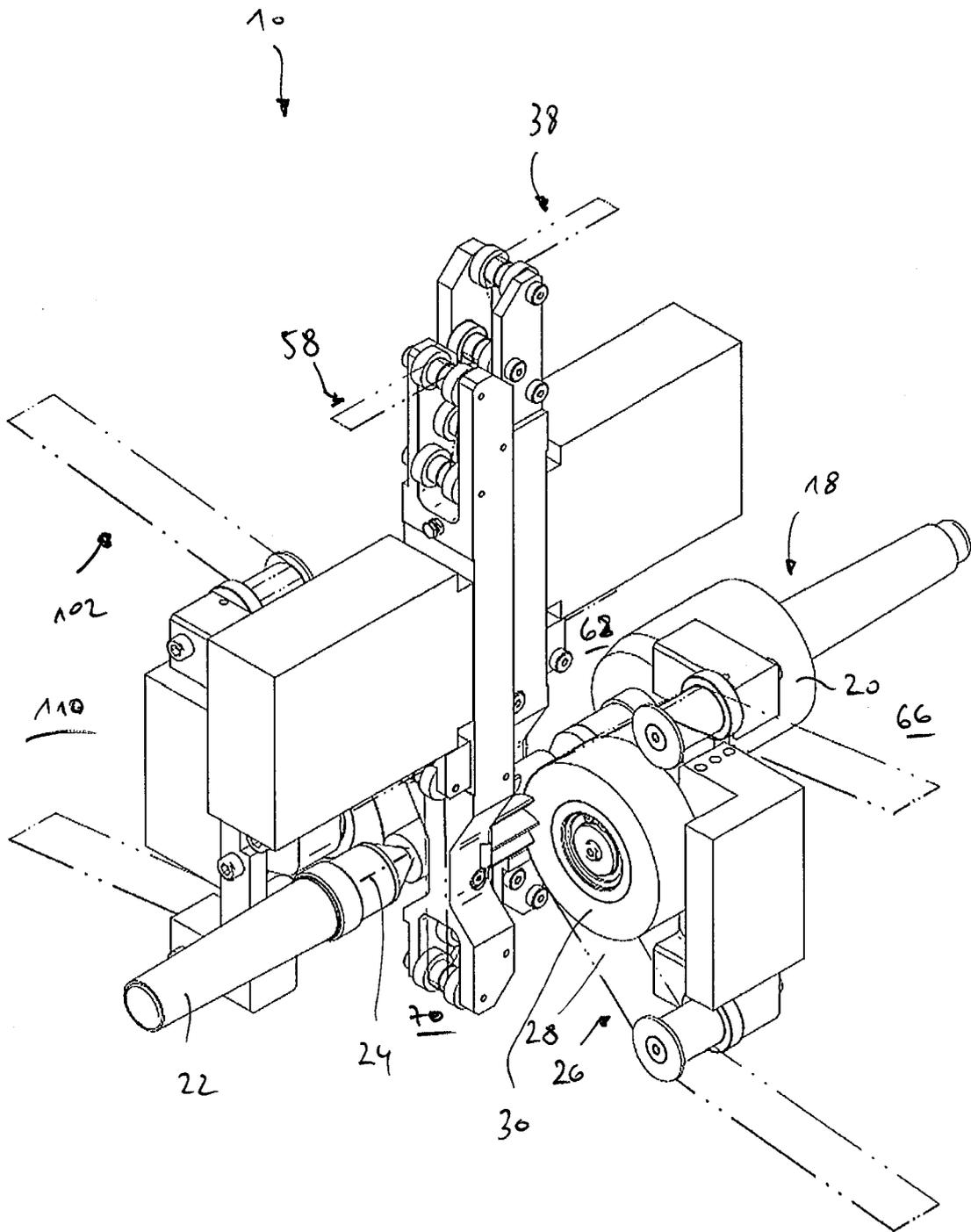


Fig. 5

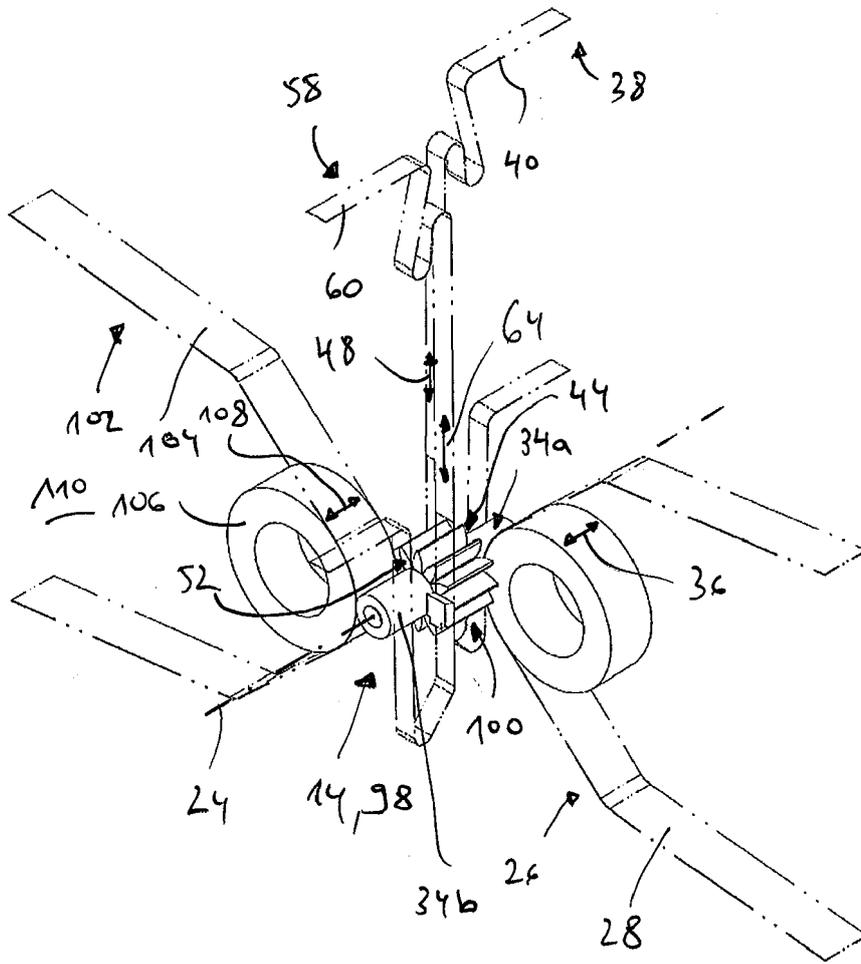


Fig. 6

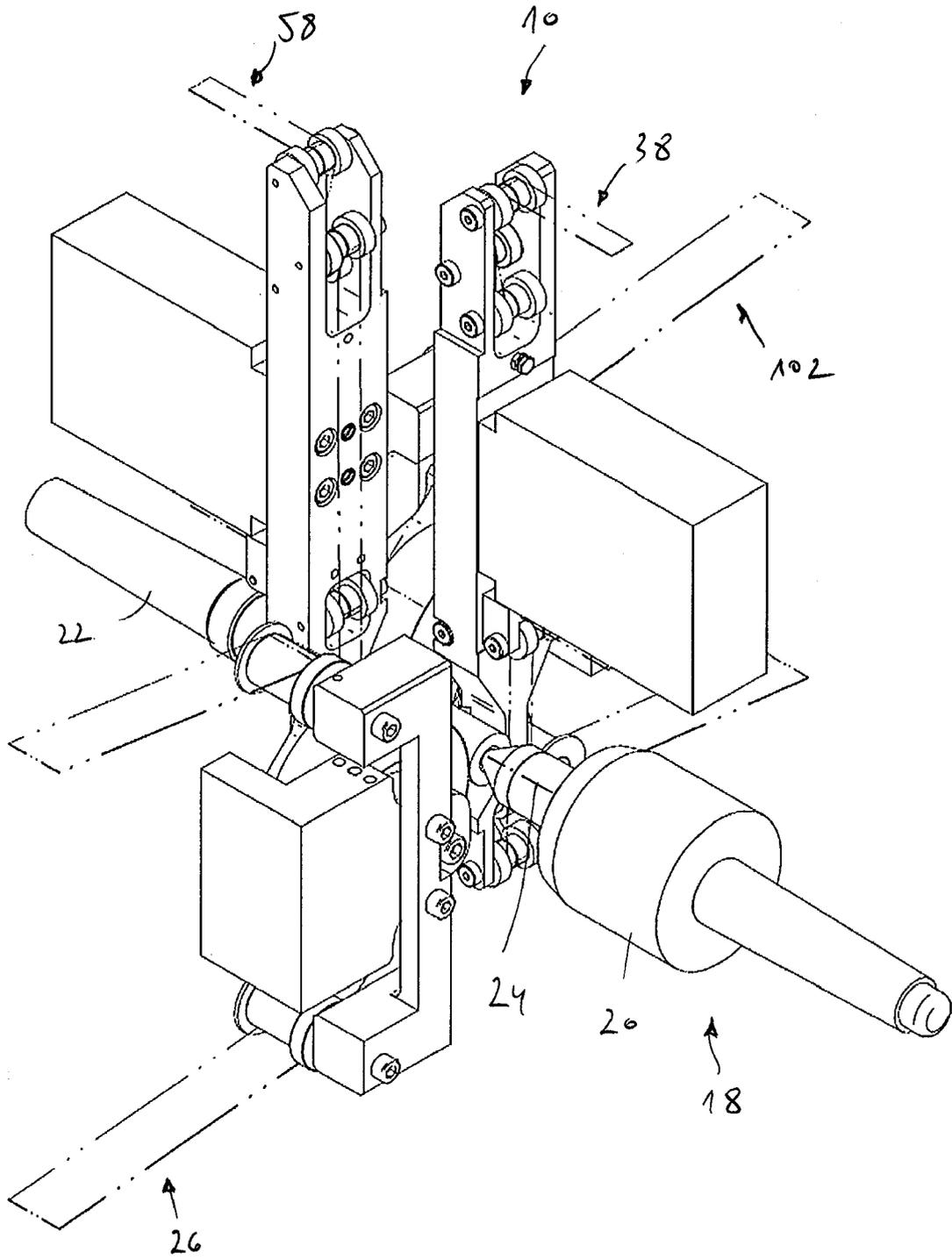


Fig. 7

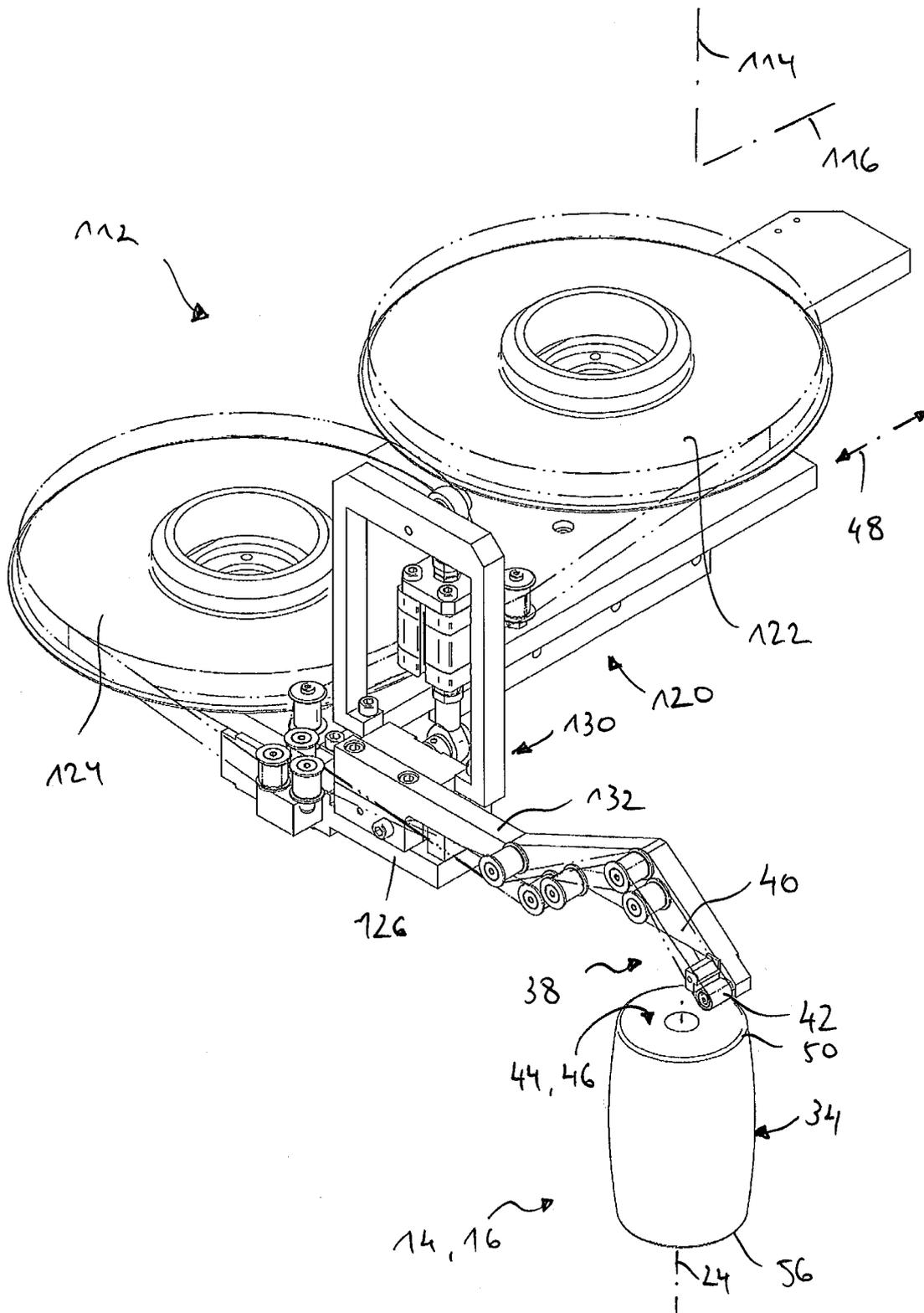


Fig. 8

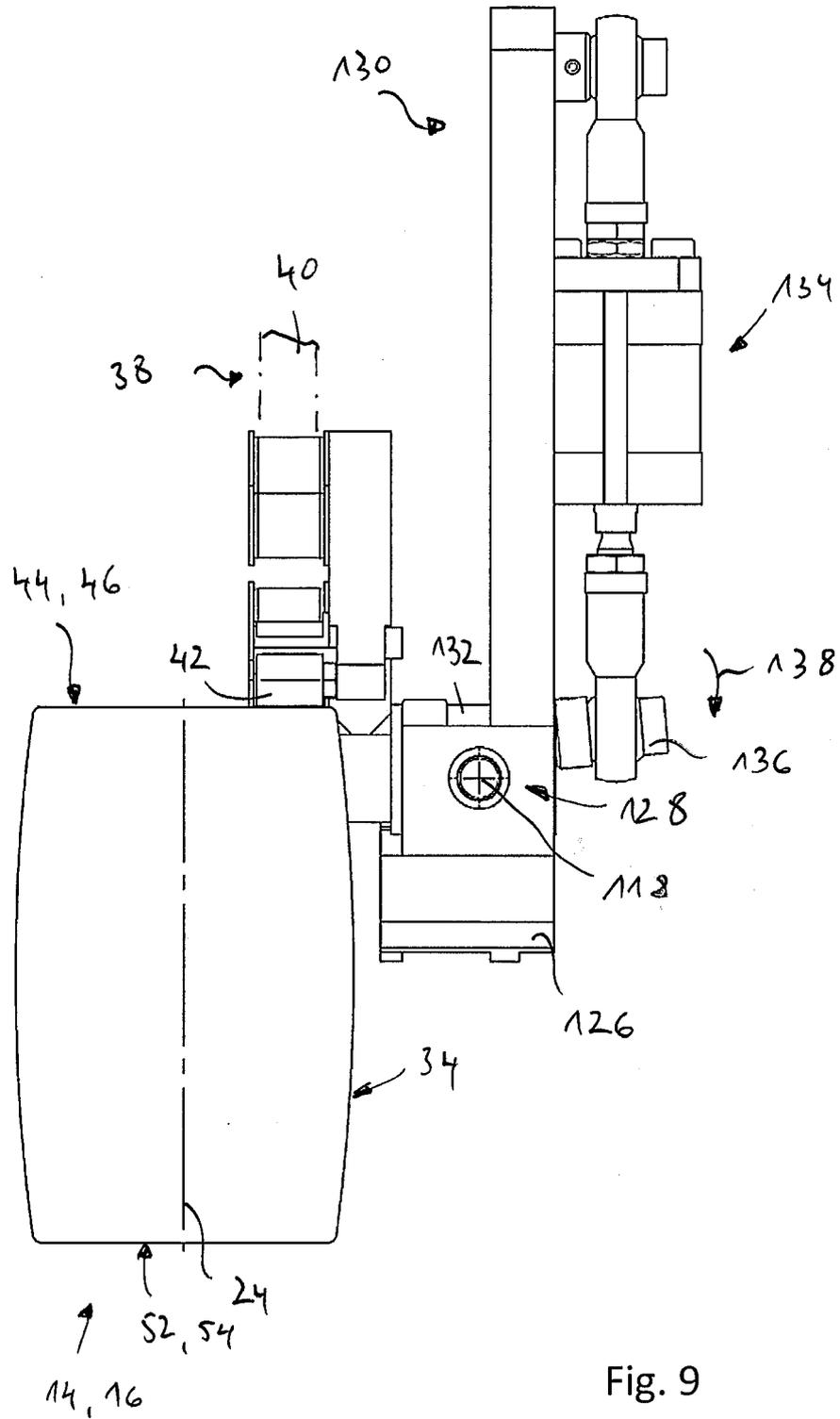


Fig. 9

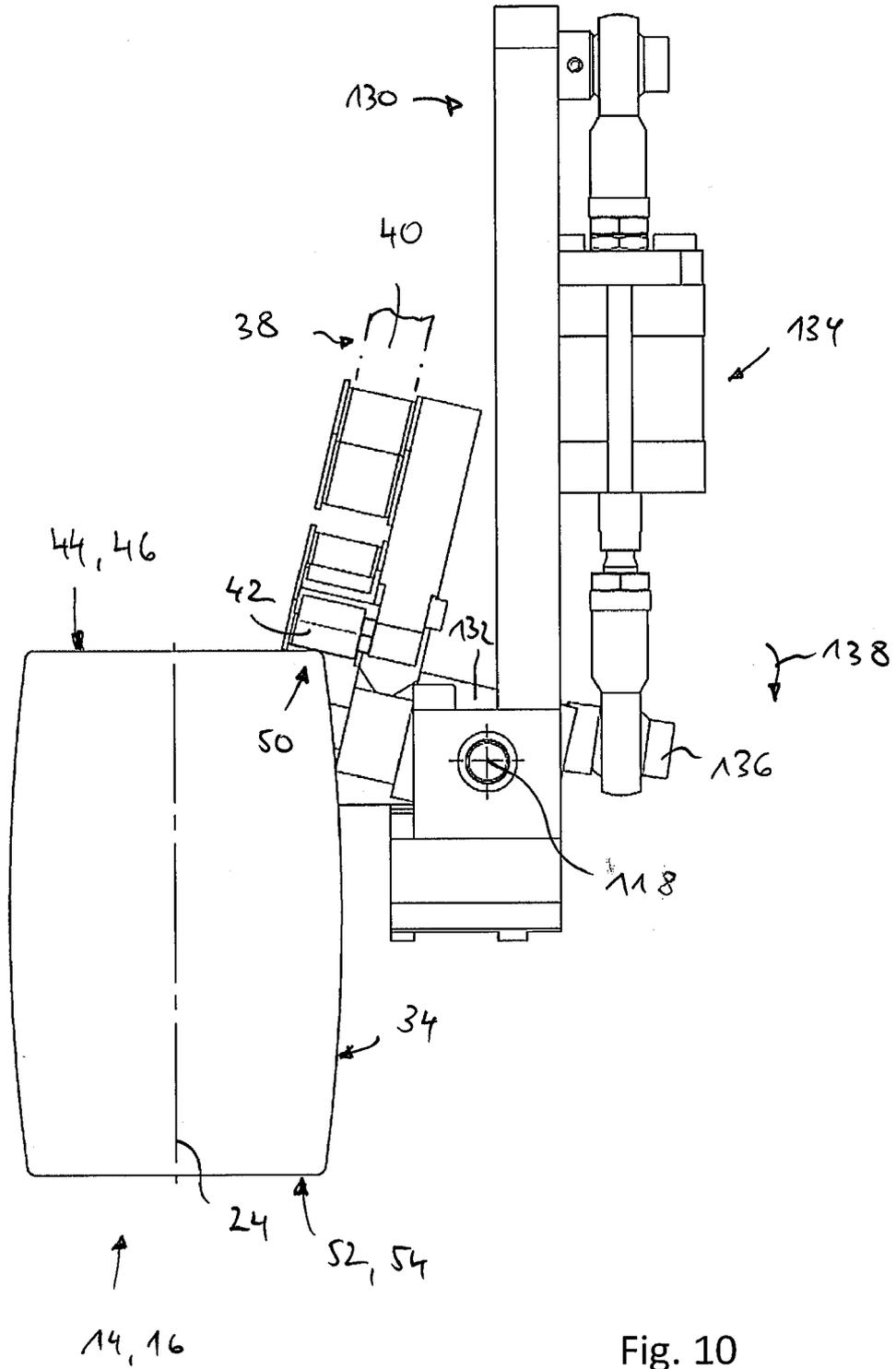


Fig. 10

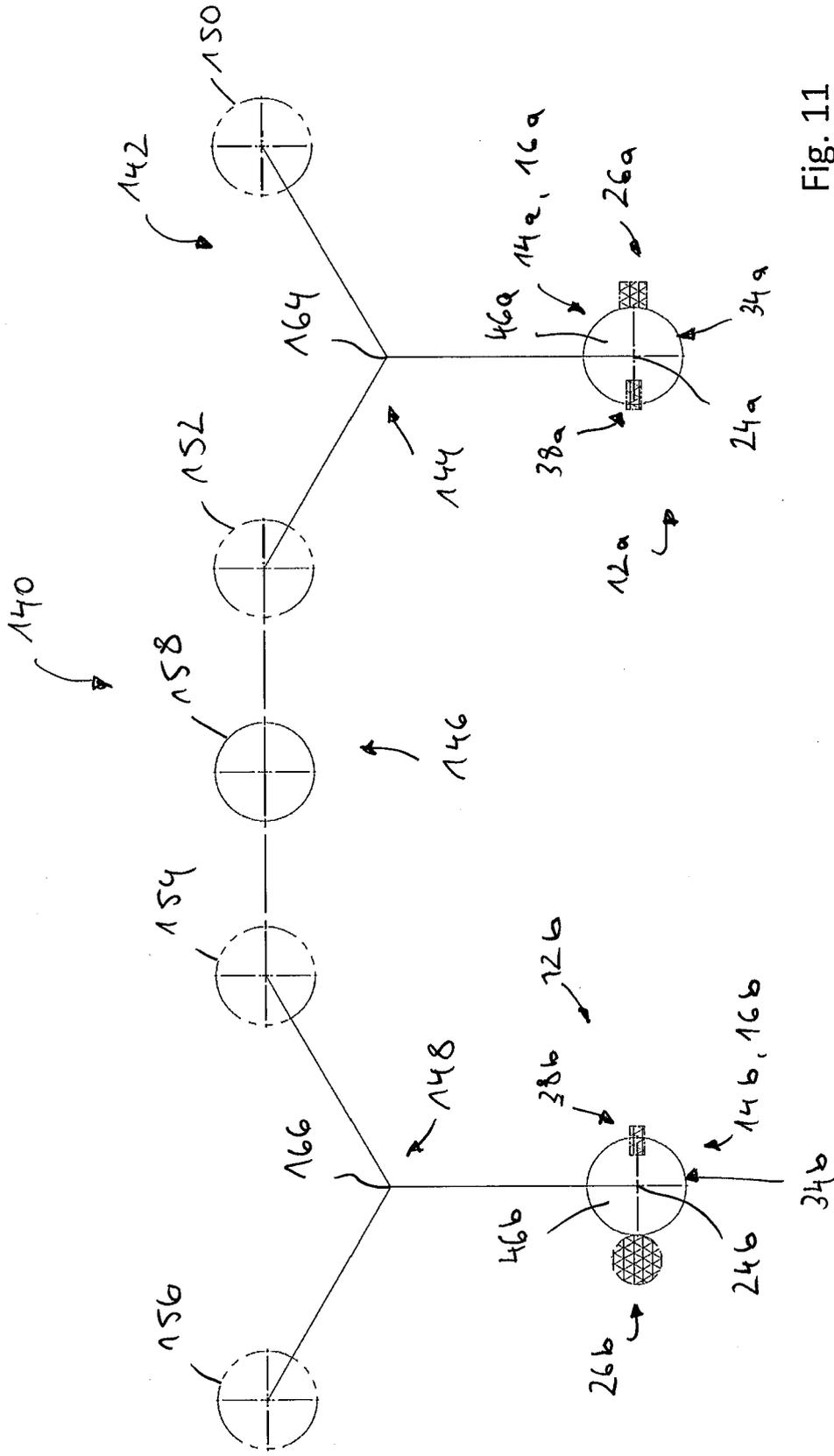


Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102015216357 A1 [0001]