

(19)



(11)

EP 2 060 363 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.05.2009 Patentblatt 2009/21

(51) Int Cl.:
B24B 19/06 (2006.01) B24B 35/00 (2006.01)
B24B 33/04 (2006.01) B24B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08019909.4**

(22) Anmeldetag: **14.11.2008**

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

(30) Priorität: **15.11.2007 DE 102007054897**

(71) Anmelder: **Thielenhaus Technologies GmbH**
42285 Wuppertal (DE)

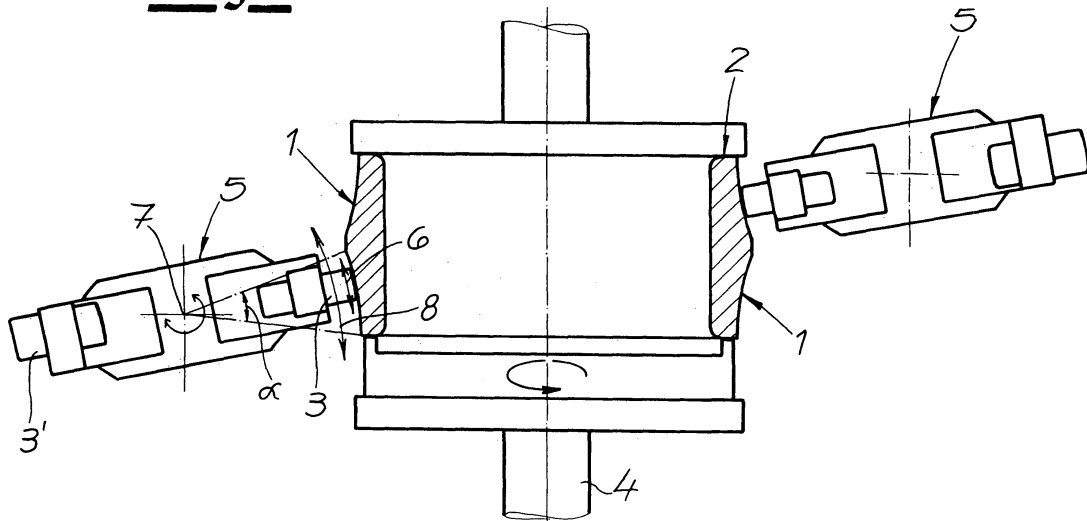
(72) Erfinder:
• **Steinwender, Horst**
42289 Wuppertal (DE)
• **Hesse, Siegfried**
42119 Wuppertal (DE)
• **Reitmann, Sebastian**
42349 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald et al**
Patent- und Rechtsanwälte
Andrejewski Honke
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

(54) **Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen an rotationssymmetrischen Werkstücken**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen an rotationssymmetrischen Werkstücken, insbesondere Wälzlagererringen. Die Vorrichtung umfasst ein Gehäuse (9), in dem eine Hohlwelle (10) drehbar gelagert ist, eine Oszillationswelle (11), die in der Hohlwelle (10) drehbar gelagert und an einem Ende mit einem Werkzeugträger (5) verbunden ist, einen Oszillationsantrieb (12), der die Oszillationswelle (11) in kurzhubige Oszillationsbewegungen versetzt, und einen auf die Hohlwelle (10) wirkenden

Schwenkantrieb (13), der langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle (10) erzeugt. Der Oszillationsantrieb (12) ist auf einem mit der Hohlwelle (10) verbundenen Träger (14) angeordnet und weist erfindungsgemäß eine Verstelleinrichtung (15) auf, mit der der Hub der kurzhubigen Oszillationsbewegungen verstellbar ist. Als Schwenkantrieb ist ein NC-gesteuerter Servomotor vorgesehen, der vom Schnitthub unabhängige langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle (10) erzeugt.

Fig.1**EP 2 060 363 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen an rotationssymmetrischen Werkstücken, insbesondere Wälzlagering, mit den Merkmalen gemäß Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Die Finishbearbeitung von sphärischen Laufbahnen an Wälzlagering, z. B. an Wälzlagering für Pendelrollenlager, Tonnenlager oder große Kugellager, erfordert eine Überlagerung von kurzhubigen Oszillationsbewegungen eines als Finishwerkzeug eingesetzten Honsteins und langhubige Oszillationsbewegungen. Der Kurzhub wird auch als Schnitthub bezeichnet und gewährleistet den Materialabtrag. Ein überlagerter Langhub ist notwendig, damit das Finishwerkzeug die zu bearbeitende Werkstückfläche vollständig erfasst.

[0003] Aus JP 2004-025375 A ist eine Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen bekannt mit einem Gehäuse, in dem eine Hohlwelle drehbar gelagert ist, mit einer Oszillationswelle, die in der Hohlwelle drehbar gelagert und an einem Ende mit einem Werkzeugträger verbunden ist, mit einem Oszillationsantrieb, der die Oszillationswelle in kurzhubige Oszillationsbewegungen versetzt, und mit einem auf die Hohlwelle wirkenden Schwenkantrieb, der langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle erzeugt. Der Oszillationsantrieb ist auf einem mit der Hohlwelle verbundenen Träger angeordnet, so dass sich kurzhubige Oszillationsbewegungen der Oszillationswelle und langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle überlagern. Mit der bekannten Anordnung können Werkstückflächen von ringförmigen Werkstücken bearbeitet werden, die im Querschnitt kreisbogenförmig mit einem großen Radius gekrümmt sind. Bei der bekannten Vorrichtung sind die Oszillationsbewegungen der Oszillationswelle und der Hohlwelle mechanisch gekuppelt. Die kurz- und langhubigen Oszillationsbewegungen werden über einen fest eingestellten Exzenter erzeugt. Wenn sich die Werkstückgeometrie des zu bearbeitenden Werkstückes oder das Material des Werkstückes ändert, sind notwendige Anpassungen des Schnitthubes und des Langhubes nicht ohne weiteres möglich und erfordern zumindest aufwendige Einstellarbeiten. In der Praxis ist es ferner häufig notwendig, die Werkstückflächen unter Beibehaltung der Werkstückaufspannung nacheinander mit unterschiedlichen Finishsteinen zu bearbeiten. Dies ist mit der bekannten Vorrichtung nicht möglich.

[0004] Der Erfindung liegt der Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen an rotationssymmetrischen Werkstücken anzugeben, die flexibel an unterschiedliche Finishaufgaben angepasst werden kann. Der Schnitthub des Finishwerkzeuges sowie die langhubigen Oszillationsbewegungen des Finishwerkzeuges sollen variabel und unabhängig voneinander veränderbar sein. Mit der Vorrichtung soll auch eine mehrstufige Finishbearbeitung möglich sein, bei der das Werkstück in einer Auf-

spannung nacheinander mit unterschiedlichen Finishsteinen bearbeitet wird.

[0005] Ausgehend von einer Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Oszillationsantrieb eine Verstelleinrichtung aufweist, mit der der Hub der kurzhubigen Oszillationsbewegungen verstellbar ist, und dass als Schwenkantrieb ein NC-gesteuerter Servomotor vorgesehen ist, der von den kurzhubigen Oszillationsbewegungen unabhängige langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle erzeugt. Als Servomotor für die langhubigen Oszillationsbewegungen sind hochdynamische Servoantriebe einsetzbar. Geeignet sind beispielsweise Harmonicdrive-Getriebe mit integriertem NC-Antrieb.

[0006] Der Oszillationsantrieb, der die Oszillationswelle in kurzhubige Oszillationsbewegungen versetzt, weist vorzugsweise einen Drehantrieb, eine von dem Drehantrieb angetriebene Welle mit einer verstellbaren Exzenteranordnung sowie einen mit der Exzenteranordnung zusammenwirkenden Hebel auf. Der Hebel ist an die Oszillationswelle angeschlossen und versetzt die Oszillationswelle in kurzhubige Oszillationsbewegungen, deren Winkel von dem Hub der Exzenteranordnung abhängig ist. Die Exzenteranordnung, die eine stufenlose Verstellung des Exzenterhubes ermöglicht, weist vorzugsweise eine Exzenterwelle und eine die Exzenterwelle umgebende Hülse auf, wobei die ringförmige Innenfläche der Hülse zur Hülseachse exzentrisch versetzt ist. Die Exzenterachsen lassen sich durch eine Drehbewegung der Exzenterwelle zueinander verstellen und über eine Feststelleinrichtung, beispielsweise eine Funktionsmutter, fest miteinander verspannen. An der Hülse sowie der Exzenterwelle können Skalierungen zur Einstellung des Exzenterhubes vorgesehen sein.

[0007] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich durch eine sehr kompakte Bauweise und ein geringes Massenträgheitsmoment der zu bewegenden Teile aus. Der erfindungsgemäße Aufbau ermöglicht einen Schnitthub mit sehr hohen Oszillationsfrequenzen, was sich sowohl auf die Schnittleistung als auch auf die Werkstückqualität positiv auswirkt. Dabei ist wesentlich, dass der Schnitthub variabel an die jeweilige Finishaufgabe angepasst werden kann. Da auch die langhubigen Oszillationsbewegungen sehr leicht verändert werden können, eignet sich die Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken unterschiedlicher Geometrie mit kleinen Losgrößen.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt verschiedene, jeweils unterschiedliche Betriebsweisen. So kann die erfindungsgemäße Vorrichtung beispielsweise zur Finishbearbeitung durch Kurzhuboszillation eines Finishsteins eingesetzt werden, wobei der auf die Hohlwelle wirkende Schwenkantrieb benutzt wird, um den Anstellwinkel des an dem Werkzeugträger gehaltenen Finishsteins zu verändern. Im Regelfall erfolgt jedoch eine Überlagerung von Kurzhuboszillationsbewegungen, die den Schnitthub definieren, und langhubigen Oszillations-

bewegungen der Hohlwelle. Auch hierbei sind verschiedene Arten der Bearbeitung möglich. Eine Ausführung und Betriebsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass der Schwenkantrieb gleichförmige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle erzeugt, wobei der Schwenkwinkel für die Oszillationsbewegungen durch eine dem Servomotor zugeordnete Steuerung an die zu bearbeitende Werkstückfläche so angepasst ist, dass mit jeder Schwenkbewegung ein an dem Werkzeugträger gehaltenes Finishwerkzeug die gesamte zu bearbeitende Werkstückfläche überstreicht. Desweiteren besteht die Möglichkeit, dass der Schwenkantrieb Oszillationsbewegungen um eine Referenzlage erzeugt, deren Schwenkwinkel nicht ausreicht, um die Werkstückfläche mit dieser Schwenkbewegung zu bearbeiten und dass eine dem Servomotor zugeordnete Steuerung die Hohlwelle nach einer oder mehrerer langhubigen Oszillationsbewegungen schrittweise in jeweils eine neue Referenzlage weiter dreht, bis ein an dem Werkzeugträger gehaltenes Finishwerkzeug die zu bearbeitende Werkstückfläche vollständig erfasst hat. Es versteht sich, dass dieser Vorgang mehrfach wiederholt werden kann. Damit erlaubt die erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Dreifachüberlagerung, die kurzhubige Oszillationsbewegungen der Oszillationswelle, langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle sowie eine schrittweise Drehbewegung der Hohlwelle in vorgegebene Referenzlagen umfasst. Mit dieser Betriebsweise können insbesondere großflächige, schwach gekrümmte Flächen an ringförmigen Werkstücken mit hoher Schnittleistung und präzise bearbeitet werden.

[0009] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es schließlich möglich, Werkstückflächen an einem ringförmigen Werkstück unter Beibehaltung der Werkstückaufspannung nacheinander mit zwei oder mehr unterschiedlichen Finishsteinen zu bearbeiten. Dazu sind an dem Werkzeugträger mindestens zwei Steinhalter mit jeweils einem Finishstein als Finishwerkzeug angeordnet, die durch eine mit dem Schwenkantrieb bewirkte Drehbewegung der Hohlwelle in eine Bearbeitungsposition an dem zu bearbeitenden Werkstück bringbar sind. Erfindungsgemäß wird die gemeinsame Achse für kurzhubige und langhubige Oszillationsbewegungen zusätzlich auch für eine Schwenkbewegung, die dem Werkzeugwechsel dient, genutzt. Damit erfüllt der Schwenkantrieb eine doppelte Funktion. Er erzeugt nicht nur die langhubigen Oszillationsbewegungen für die Finishbearbeitung, sondern bewirkt auch eine Schwenkbewegung zum Zwecke des Werkzeugwechsels. Die Steinhalter sind zweckmäßig an dem Werkzeugträger linear beweglich geführt und jeweils von einer Druckeinrichtung, welche die Anpresskraft des Finishwerkzeuges an der zu bearbeiten Werkstückfläche erzeugt, beaufschlagt. Als Druckeinrichtung eignen sich Zylinder/Kolbenanordnungen.

[0010] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch

Fig. 1 das Funktionsprinzip bei der Finishbearbeitung von sphärisch gekrümmten Flächen an einem rotationsymmetrischen Werkstück,

5 Fig. 2 den prinzipiellen Funktionsaufbau einer Vorrichtung zur Bearbeitung solcher Flächen, im Längsschnitt,

Fig. 3 den Schnitt A-A aus Fig. 2,

10 Fig. 4 die Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

15 Fig. 5 eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0011] Die Fig. 1 zeigt sehr schematisch das erfindungsgemäß realisierte Prinzip für die Finishbearbeitung von sphärisch gekrümmten Flächen 1 an einem rotationsymmetrischen Werkstück 2, beispielsweise einem Wälzlager für ein zweireihiges Pendelrollenlager. Das Werkstück 2 weist in der Schnittdarstellung kreisbogenförmige Werkstückflächen 1 auf, die jeweils mit einem Finishstein als Finishwerkzeug 3 bearbeitet werden. Das ringförmige Werkstück 2 ist an einer Werkstückspindel 4 fixiert und wird bei der Finishbearbeitung rotierend angetrieben. Das Finishwerkzeug 3 ist an einem Werkzeugträger 5 fixiert, der kurzhubige Oszillationsbewegungen 6 um eine Drehachse 7 ausführt. Die kurzhubigen Oszillationsbewegungen 6, die auch als Schnitthub bezeichnet werden, gewährleisten den Materialabtrag an der Werkstückoberfläche. Überlagert sind langhubige Oszillationsbewegungen 8 des Werkzeugträgers 5 um dieselbe Drehachse 7. Hierbei handelt es sich um Pendelbewegungen bei einem Schwenkwinkel α , der so bemessen ist, dass das Finishwerkzeug 3 die gesamte zu bearbeitende Werkstückfläche 1 überstreicht. Die langhubigen Oszillationsbewegungen 8 bzw. Pendelbewegungen ermöglichen die vollständige Bearbeitung der bogenförmig gekrümmten Werkstückfläche 1. Nach einer Bearbeitung kann der Werkzeugträger 5 wieder um dieselbe Drehachse 7 um 180° gedreht werden und der beschriebene Bearbeitungsvorgang mit einem anderen Finishstein 3', der für das Fertigfinishen ausgelegt ist, wiederholt werden.

[0012] Eine Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Finishverfahrens wird im Folgenden anhand der Fig. 2 bis 5 näher erläutert. Die Fig. 2 und 3 zeigen den prinzipiellen Aufbau der Vorrichtung. Hierzu gehören ein Gehäuse 9, in dem eine Hohlwelle 10 drehbar gelagert ist, eine Oszillationswelle 11, die in der Hohlwelle 10 drehbar gelagert und an einem Ende mit einem Werkzeugträger 5 verbunden ist, ein Oszillationsantrieb 12, der die Oszillationswelle 11 in kurzhubige Oszillationsbewegungen versetzt, und ein auf die Hohlwelle 10 wirkender Schwenkantrieb 13, der langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle 10 erzeugt. Als Schwenkantrieb 13 ist ein NC-gesteuerter Servomotor vorgese-

hen, der vom Schnitthub unabhängige langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle 10 bewirkt.

[0013] Der Oszillationsantrieb 12 ist auf einem mit der Hohlwelle 10 verbundenen Träger 14 angeordnet und wird bei einer Drehbewegung der Hohlwelle 10 mit dieser zusammen verschwenkt. Er weist eine Verstellereinrichtung 15 auf, mit der der Hub der kurzhubigen Oszillationsbewegungen verstellbar ist und ist im Ausführungsbeispiel als Exzenterantrieb ausgebildet. Der Oszillationsantrieb 12 weist einen Drehantrieb 16, eine von dem Drehantrieb 16 angetriebene Welle mit einer verstellbaren Exzenteranordnung 18 sowie einen mit der Exzenteranordnung 18 zusammenwirkenden Hebel 19 auf. Der Hebel 19 ist an die Oszillationswelle 11 angeschlossen und versetzt die Oszillationswelle in kurzhubige Oszillationsbewegungen, deren Winkel von dem Hub der Exzenteranordnung 18 abhängig ist. Lediglich schematisch wurde in den Fig. 2 und 3 angedeutet, dass die Exzenteranordnung 18 eine Exzenterwelle 20 und eine die Exzenterwelle 20 umgebende Hülse 21 aufweist. Die Hülse 21 ist auf einem Wellenabschnitt der Exzenterwelle 20 angeordnet, und weist eine ringförmige Innenfläche 23 auf, die zur Rotationsachse 22 exzentrisch versetzt ist. Durch Verdrehen der Exzenterwelle 20 kann die Zuordnung der Teile 20, 21 so angeordnet werden, dass sich die Exzentrizität der beiden Teile addiert oder gegenseitig aufhebt. Auf diese Weise ist eine stufenlose Verstellung des Exzenterhubes zwischen einem Minimal- und Maximalwert möglich. An der Hülse 21 sowie an der Exzenterwelle 20 können Skalierungen zur Einstellung des Exzenterhubes vorgesehen sein.

[0014] Der Schwenkantrieb 13, der langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle 10 erzeugt, weist einen NC-gesteuerten Servomotor auf. Bevorzugt sind hochdynamische Servoantriebe. Im Ausführungsbeispiel wird die Hohlwelle 10 über einen Riemen von einem Harmonicdrive-Getriebe mit integriertem NC-Antrieb angetrieben.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht unterschiedliche Bearbeitungsvarianten. Eine Bearbeitungsvariante ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkantrieb 13 gleichförmige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle 10 erzeugt und der Schwenkwinkel α für die langhubigen Oszillationsbewegungen durch eine dem Servomotor zugeordnete Steuerung an die zu bearbeitende Werkstückfläche 1 so angepasst ist, dass mit jeder Schwenkbewegung ein an dem Werkzeugträger gehaltener Finishstein 3 die gesamte zu bearbeitende Werkstückfläche 1 überstreicht. Es erfolgt eine Überlagerung von Kurzhuboszillationsbewegungen 6 und Langhuboszillationsbewegungen 8, wie dies anhand der Fig. 1 prinzipiell erläutert wurde. Des Weiteren ist eine Betriebsweise möglich, bei der der Schwenkantrieb 13 um eine Referenzlage langhubige Oszillationsbewegungen erzeugt, deren Schwenkwinkel nicht ausreicht, um die Werkstückfläche 1 mit dieser Schwenkbewegung zu bearbeiten. Durch eine dem Servomotor zugeordnete Steuerung wird die Hohlwelle 10 schrittweise nach einer

oder nach mehreren langhubigen Oszillationsbewegungen in jeweils eine neue Referenzlage weiter gedreht, bis der an dem Werkzeugträger 5 gehaltene Finishstein 3 die zu bearbeitende Werkstückfläche vollständig erfasst hat. Es versteht sich, dass dieser Vorgang vielfach wiederholt werden kann. Es liegen drei sich überlagernde Bewegungen vor, nämlich kurzhubige Oszillationsbewegungen, die durch den Oszillationsantrieb 12 erzeugt werden, eine langhubige Oszillationsbewegung, die von dem Schwenkantrieb 13 erzeugt wird, sowie eine schrittweise Weiterdrehung der Hohlwelle über einen größeren Winkelbereich, die ebenfalls von dem Schwenkantrieb 13 bewirkt wird. Schließlich ermöglicht es die erfindungsgemäße Vorrichtung auch, Werkstückflächen nur durch Kurzhuboszillationsbewegungen zu bearbeiten und den auf die Hohlwelle 10 wirkenden Schwenkantrieb 13 zu nutzen, um bestimmte Anstellwinkel des Finishwerkzeuges 3 zu realisieren.

[0016] Den Fig. 4 und 5 entnimmt man, dass an dem Werkzeugträger 5 mindestens zwei Steinhalter 24 mit jeweils einem Finishstein bzw. Finishwerkzeug 3, 3' angeordnet sind, die durch eine mit dem Schwenkantrieb 13 bewirkte Drehbewegung der Hohlwelle 10 in eine Bearbeitungsposition an dem zu bearbeitenden Werkstück 2 bringbar sind. Nachdem eine Werkstückfläche 1 bearbeitet worden ist, kann der Werkzeugträger 5 verschwenkt und die Werkstückfläche 1 mit einem anderen Finishstein 3' in der beschriebenen Weise nachbearbeitet werden. Auch die Schwenkbewegung zum Zwecke des Werkzeugwechsels wird durch den auf die Hohlwelle 10 wirkenden Schwenkantrieb 13 bewirkt. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es daher möglich, ein Werkstück 2 unter Beibehaltung seiner Aufspannung nacheinander mit zwei oder mehreren unterschiedlichen Finishsteinen zu bearbeiten.

[0017] Gemäß der Darstellung in Fig. 4 sind die Steinhalter 24 an dem Werkzeugträger 5 beispielsweise in Schwalbenschwanzführungen 25 linear beweglich geführt und werden jeweils von einer Druckeinrichtung 26, welche die Anpresskraft des Finishwerkzeuges 3, 3' an der zu bearbeitenden Werkstückfläche 1 erzeugt, beaufschlagt. Im Ausführungsbeispiel besteht die Druckeinrichtung 26 aus einer Zylinder/Kolbenanordnung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur mechanischen Finishbearbeitung von sphärischen Flächen an rotationssymmetrischen Werkstücken, insbesondere Wälzlagerrollen, mit einem Gehäuse (9), in dem eine Hohlwelle (10) drehbar gelagert ist, einer Oszillationswelle (11), die in der Hohlwelle (10) drehbar gelagert und an einem Ende mit einem Werkzeugträger (5) verbunden ist, einem Oszillationsantrieb (12), der die Oszillationswelle (11) in kurzhubige Oszillationsbewegungen

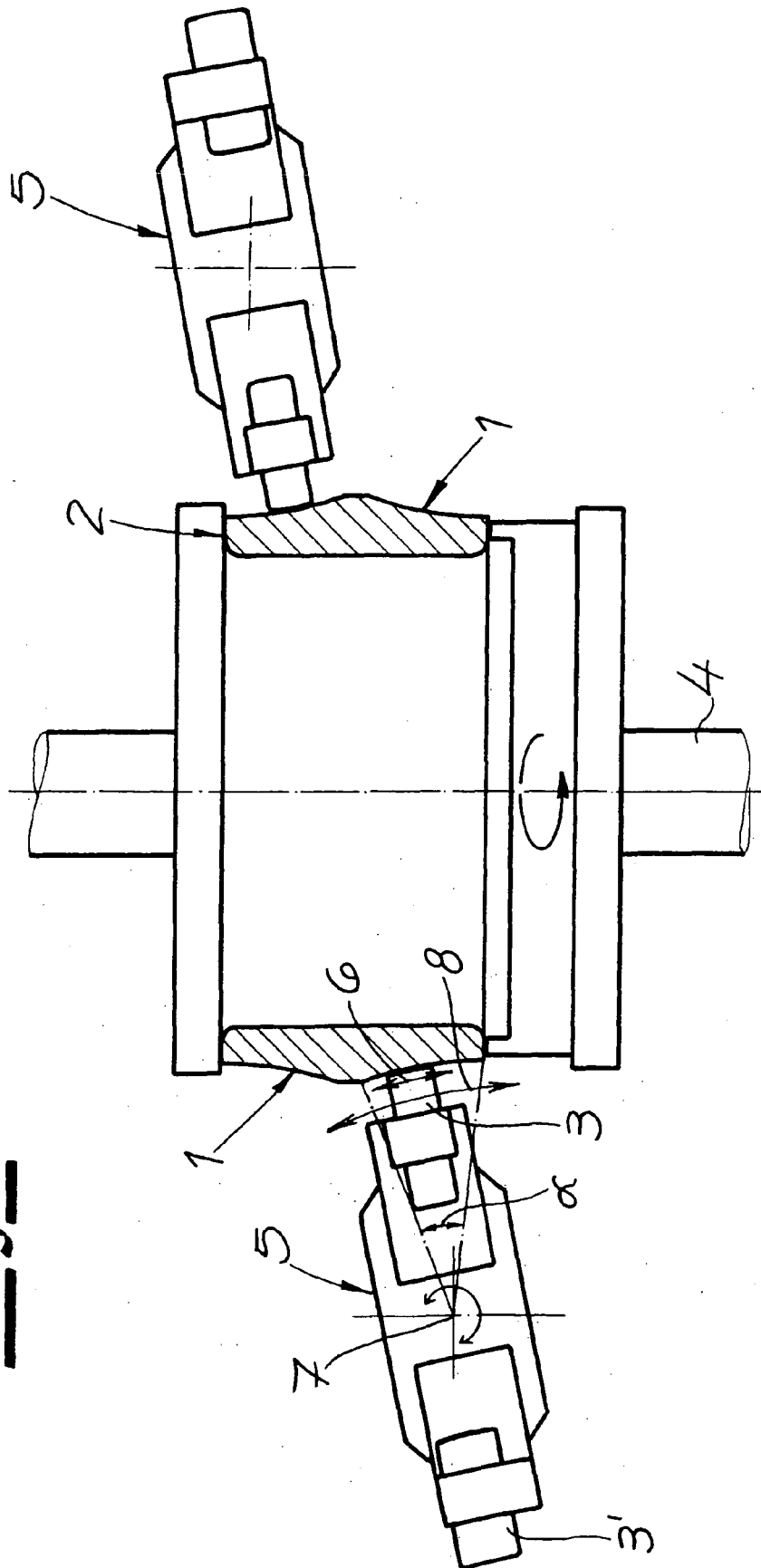
versetzt, und einem auf die Hohlwelle (10) wirkenden Schwenkantrieb (13), der langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle (10) erzeugt, wobei der Oszillationsantrieb (12) auf einem mit der Hohlwelle (10) verbundenen Träger (14) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationsantrieb (12) eine Verstelleinrichtung (15) aufweist, mit der der Hub der kurzhubigen Oszillationsbewegungen verstellbar ist, und dass als Schwenkantrieb (13) ein NC-gesteuerter Servomotor vorgesehen ist, der von den kurzhubigen Oszillationsbewegungen unabhängige langhubige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle (10) erzeugt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationsantrieb einen Drehantrieb (16), eine von dem Drehantrieb (16) angetriebene Welle (17) mit einer verstellbaren Exzenteranordnung (18) sowie einen mit der Exzenteranordnung (18) zusammenwirkenden Hebel (19) aufweist, wobei der Hebel (19) an die Oszillationswelle (11) angeschlossen ist und die Oszillationswelle (11) in kurzhubige Oszillationsbewegungen versetzt, deren Winkel von dem Hub der Exzenteranordnung (18) abhängig ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Exzenteranordnung (18) eine Exzenterwelle (20) und eine die Exzenterwelle umgebende Hülse (21) aufweist, wobei die ringförmige Innenfläche der Hülse (21) zur Rotationsachse (22) exzentrisch versetzt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzenterhub durch eine Drehbewegung der Exzenterwelle (20) verstellbar ist und an der Hülse (21) sowie der Exzenterwelle (21) Skalierungen zur Einstellung des Exzenterhubs vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkantrieb (13) gleichförmige Oszillationsbewegungen der Hohlwelle (10) erzeugt, wobei der Schwenkwinkel (α) für die Oszillationsbewegungen von einer dem Servomotor zugeordneten Steuerung an die zu bearbeitende Werkstückfläche (1) so angepasst ist, dass mit jeder Schwenkbewegung ein an dem Werkzeugträger (5) gehaltenes Finishwerkzeug (3) die gesamte zu bearbeitende Werkstückfläche (1) überstreicht.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkantrieb (13) langhubige Oszillationsbewegungen um eine Referenzlage erzeugt, deren Schwenkwinkel (α) nicht ausreicht, um die Werkstückfläche (1) mit die-

ser Schwenkbewegung zu bearbeiten und dass eine dem Servomotor zugeordnete Steuerung die Hohlwelle (10) nach einer oder nach mehreren langhubigen Oszillationsbewegungen schrittweise in jeweils eine neue Referenzlage weiterdreht, bis ein an dem Werkzeugträger (5) gehaltenes Finishwerkzeug (3) die zu bearbeitende Werkstückfläche (1) vollständig erfasst hat.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Werkzeugträger (5) mindestens zwei Steinhalter (24) mit jeweils einem Finishwerkzeug (3, 3') angeordnet sind, die durch eine mit dem Schwenkantrieb (13) bewirkte Drehbewegung der Hohlwelle (10) in eine Bearbeitungsposition an dem zu bearbeitenden Werkstück (2) bringbar sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steinhalter (24) an dem Werkzeugträger (5) linear beweglich geführt und jeweils von einer Druckeinrichtung (26), welche die Anpresskraft des Finishwerkzeugs (3, 3') an der zu bearbeitenden Werkstückfläche erzeugt, beaufschlagt sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckeinrichtung (26) als Zylinder/Kolbenanordnung ausgebildet ist.

Fig. 1



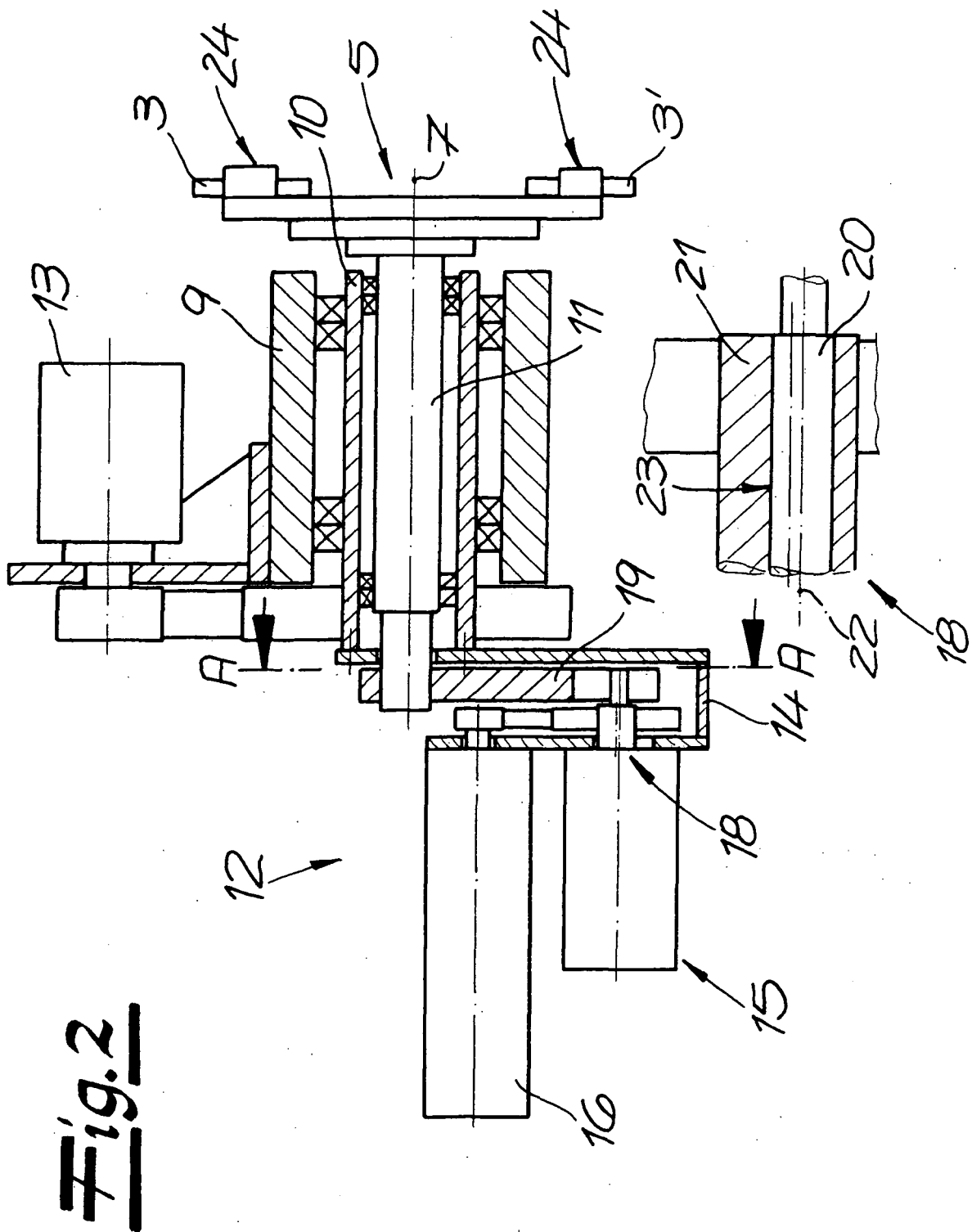
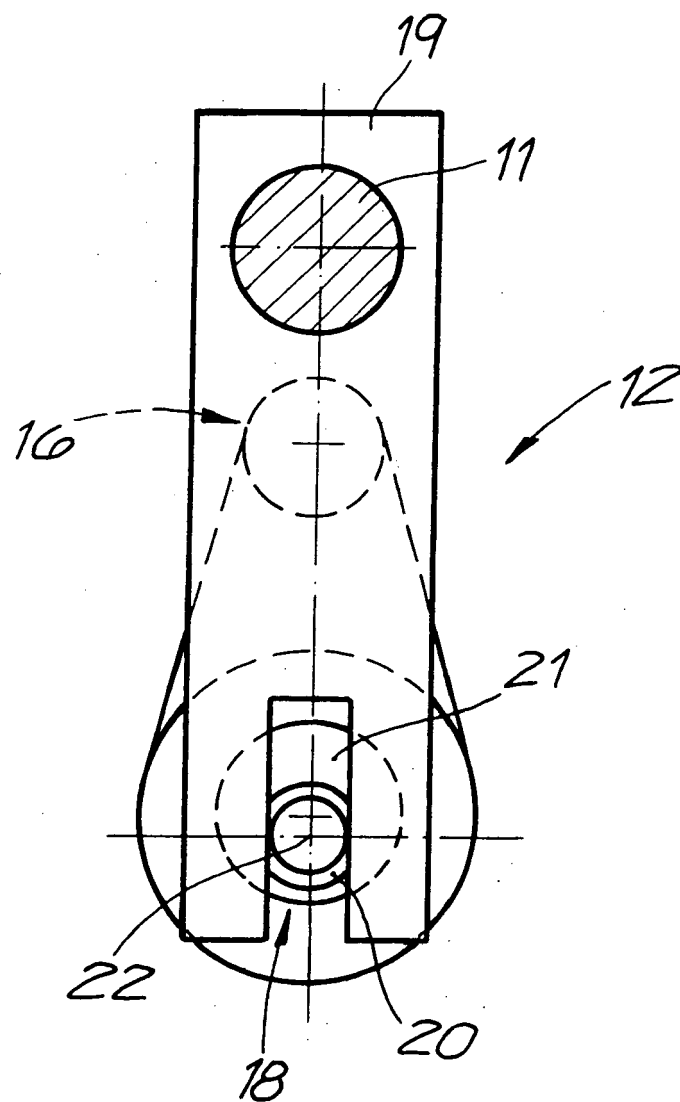


Fig. 3



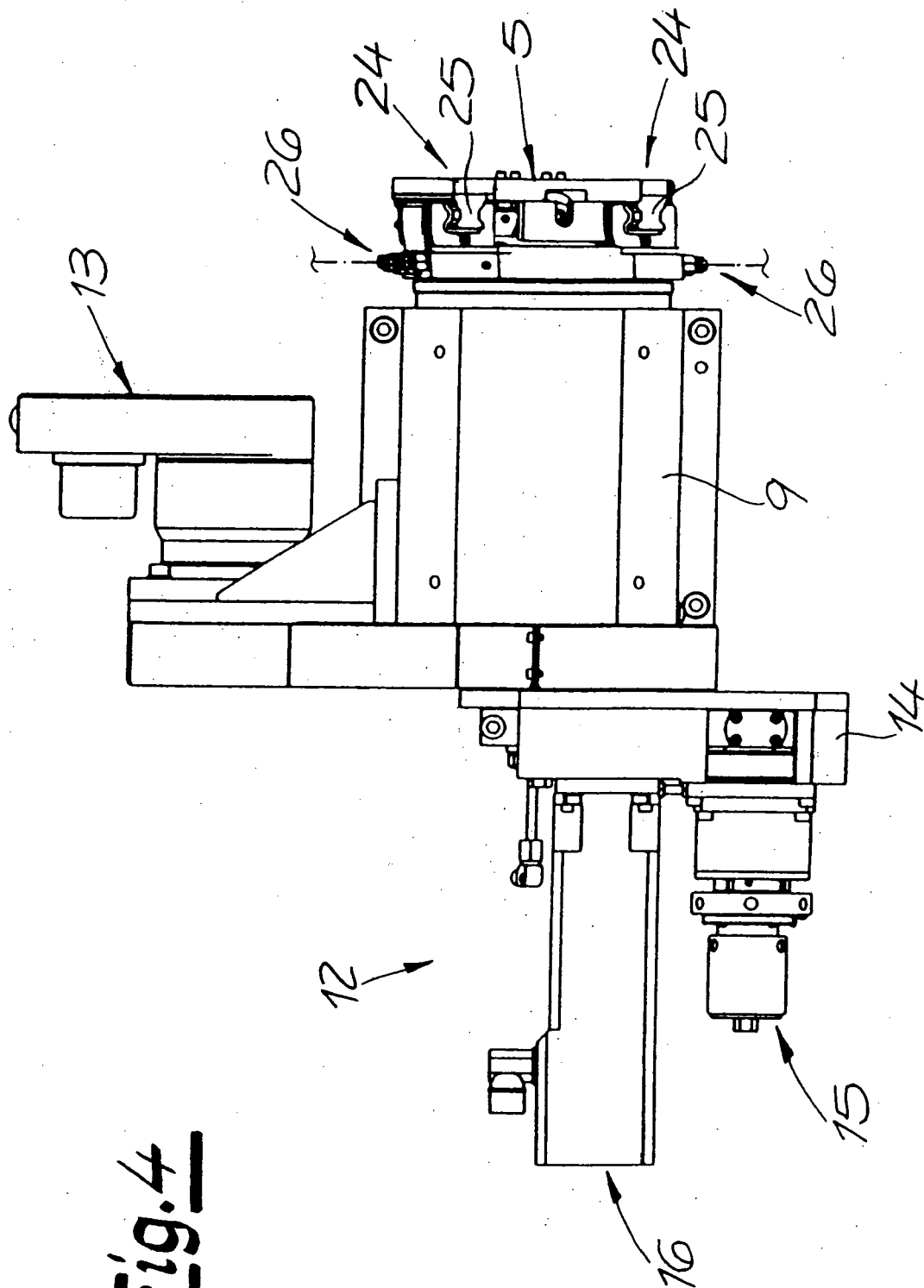
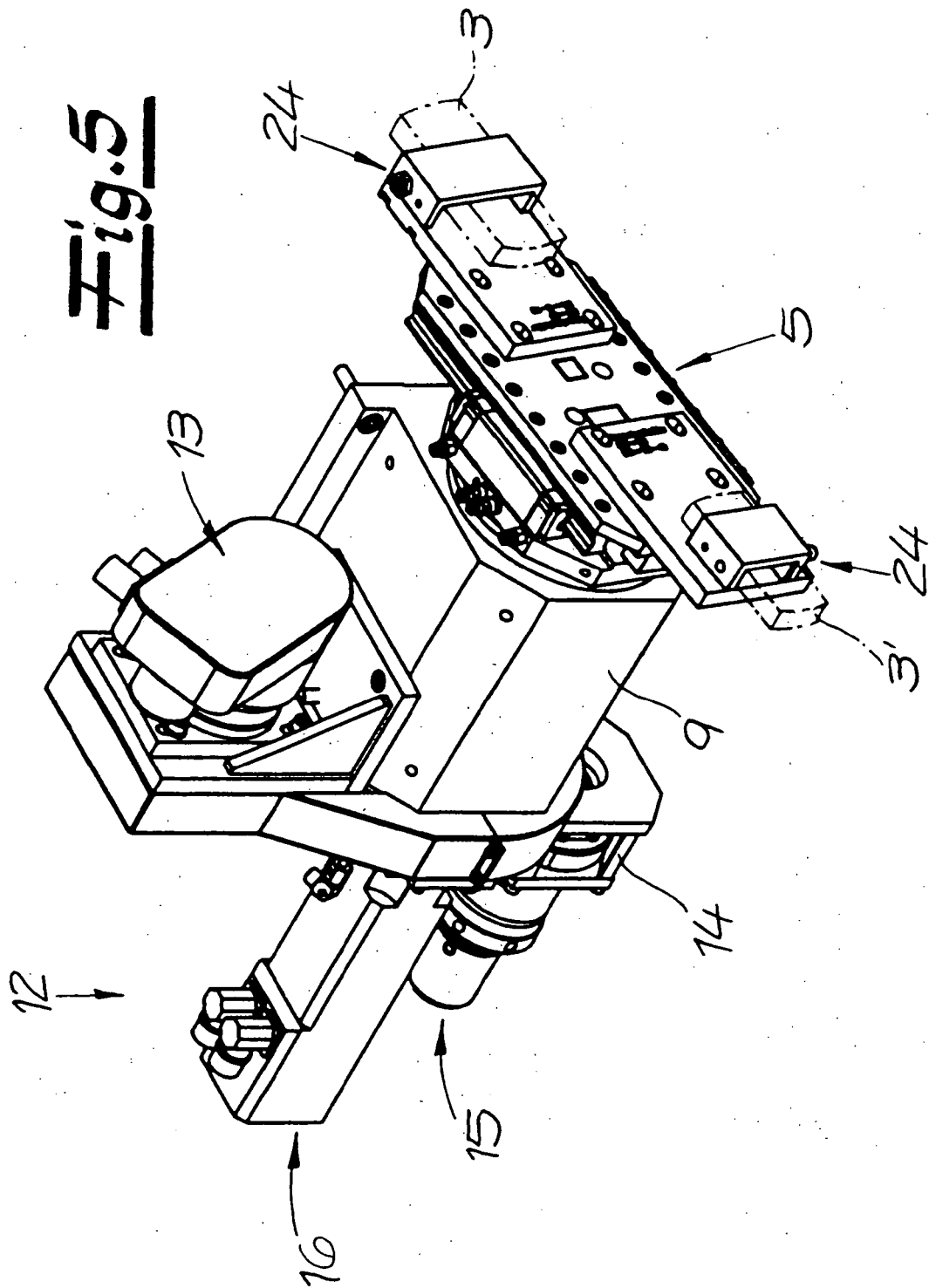


Fig. 4



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

- JP 2004025375 A [0003]