



(11) **EP 2 138 270 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.12.2010 Patentblatt 2010/52

(51) Int Cl.:
B24B 11/00 (2006.01) **B24B 35/00** (2006.01)
B24B 33/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08011689.0**

(22) Anmeldetag: **27.06.2008**

(54) **Vorrichtung zum Oberflächenbearbeiten von Kugelschalen für ein eine Kalotte aufweisendes Werkstück**

Device for surface working of ball coverings for a workpiece with a calotte

Dispositif destiné au traitement de surface de coussinets sphériques pour une calotte pourvue d'une pièce à usiner

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2009 Patentblatt 2009/53

(73) Patentinhaber: **Supfina Grieshaber GmbH & Co.
KG**
77709 Wolfach (DE)

(72) Erfinder:
• **Wolber, Simon**
77709 Wolfach (DE)
• **Hildebrandt, Oliver**
78132 Hornberg (DE)
• **Jehle, Herbert**
77776 Bad Rippoldsau (DE)

- **Harter, Thomas**
77756 Hausach (DE)
- **Welle, Daniel**
77781 Biberach (DE)
- **Haas, Alfons**
77709 Sankt Roman/Wolfach (DE)

(74) Vertreter: **Steimle, Josef**
Dreiss Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 329 781 DE-A1-102006 007 787
JP-A- 4 322 957 US-A- 5 025 595

EP 2 138 270 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Oberflächenbearbeiten, insbesondere zum Superfinishen, Polieren, Schleifen oder Läppen, von Kugelschalen für ein Werkstück mit einer Kalotte oder Kalottenabschnitten mittels eines einen Finishstein aufweisenden Werkzeugs, mit einer Werkstückaufnahme und einem Werkzeughalter sowie jeweils einem Antrieb.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass, wie bei anderen spanenden Fertigungsverfahren, auch beim Superfinish-Verfahren ein Werkzeug in Flächenkontakt mit einem Werkstück gebracht wird (z.B. DE-A-43 29 781). Durch die Überlagerung von Werkstückrotation und Werkzeugoszillation bewegt sich zum Beispiel ein einzelnes Korn entlang einer für dieses Verfahren typischen Sinuslinie. Alle im Eingriff befindlichen Schleifkörner erzeugen durch Überlagerung der einzelnen Sinuslinien die sich unter einem definierten Winkel kreuzenden Bearbeitungsspuren. Da das Werkzeug unter einem vorgegebenen Druck am Werkstück anliegt, muss dafür gesorgt werden, dass die Anlage von Werkzeug am Werkstück nicht unterbrochen wird, d.h. das Werkzeug die zu bearbeitende Fläche nicht verlässt, da das Werkzeug vor dem Verlassen abgehoben und anschließend neu aufgesetzt werden müsste, was die Bearbeitung erheblich verzögert. Daher eignen sich die oben genannten Vorrichtungen ausschließlich für die kontinuierliche Bearbeitung von nicht unterbrochenen Flächen, zum Beispiel der Nockenfläche einer Nockenwelle oder der Lagerfläche eines Gleitlagers. Sollen jedoch Flächen bearbeitet werden, die über den Umfang unterbrochen sind, müssen andere Verfahren verwendet werden.

[0003] Aus der US-A-5,025,595 ist eine Vorrichtung zum Finishen einer konkaven sphärischen Lagerfläche bekannt. Die Lagerfläche ist eingespannt und schwenkt oszillierend um einen kugelförmigen Abschnitt eines Bearbeitungswerkzeuges.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bereitzustellen, mit welcher Flächen, insbesondere mit einem Superfinishverfahren bearbeitet werden, die nicht kontinuierlich sind, insbesondere über den Umfang unterbrochen sind.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0006] Erfindungsgemäß und im Unterschied zu der aus US-A-5,025,595 bekannten Vorrichtung besitzt die Vorrichtung einen zweiten Antrieb für eine oszillierende Bewegung des Werkzeughalters um eine zweite Achse, wobei die Achse des ersten Antriebs und die zweite Achse orthogonal zueinander stehen. Die beiden Antriebe, nämlich der Antrieb für das Werkstück oder den Werkstückhalter und der Antrieb für das Werkzeug, versetzen das Werkstück und das Werkzeug in eine oszillierende Bewegung. Dadurch wird sichergestellt, dass auch bei unterbrochenen, zu bearbeitenden Flächen am Werkstück, das Werkzeug nicht die Bearbeitungsfläche verlässt, da weder das Werkstück noch das Werkzeug ro-

tiert. Die Oszillationsbewegungen werden so eingestellt, dass der Finishstein die zu bearbeitende, ebenfalls oszillierende Fläche des Werkstücks nicht verlässt. Die Bearbeitung kann daher kontinuierlich, d.h. ohne Unterbrechungen durchgeführt werden.

[0007] Dabei schneiden sich die Achsen des ersten Antriebs und des zweiten Antriebs im Kugelmittelpunkt der Kugelschale oder der Kalotte und stehen die Achsen orthogonal zueinander. Auf diese Weise werden die gewünschten Sinuslinien erzeugt, bei dem die Bearbeitungsspuren einen definierten Winkel zueinander besitzen.

[0008] Mit Vorzug ist der Oszillationswinkel wenigstens eines der Antriebe einstellbar. Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Oszillationswinkel wenigstens eines der Antriebe auch während der Bearbeitung verstellbar ist. Auf diese Weise können Bearbeitungsspuren in Form einer Acht beziehungsweise einer liegenden Acht oder in Form von Lissajous-Kurven erzeugt werden.

[0009] Dabei sind vorzugsweise Oszillationswinkel von $\pm 5^\circ$ bis $\pm 20^\circ$, insbesondere $\pm 8^\circ$ bis $\pm 15^\circ$, und bevorzugt von $\pm 10^\circ$, herstellbar. Die Oszillationswinkel für den Antrieb des Werkzeugs können auch unterschiedlich zum Oszillationswinkel des Antriebs für das Werkstück sein. Bevorzugt sind die Antriebe gekoppelt, so dass phasenverschobene Bewegungen erzeugt werden können, bei denen die resultierende Bearbeitungsgeschwindigkeit nie zu Null wird.

[0010] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Finishstein zylindrisch ausgebildet und weist eine der Geometrie der Kalotte entsprechende teilsphärische Arbeitsfläche auf. Dabei befindet sich die teilsphärische Arbeitsfläche vorteilhaft an der Stirnfläche des Zylinders. Der Zylinder kann einen runden, insbesondere kreisförmigen, oder polygonalen, insbesondere viereckigen, zum Beispiel quadratischen Querschnitt aufweisen.

[0011] Mit Vorzug ist der Finishstein in Richtung der oder parallel zur Achse des ersten Antriebs und/oder zur Achse des zweiten Antriebs verfahrbar, so dass er in die Kugelschale oder Kalotte eingeführt und an die zu bearbeitende Fläche herangeführt werden kann.

[0012] Um den gewünschten Abtrag zu erzielen, ist der Finishstein in Richtung der Achse des ersten Antriebs oder orthogonal zu der zu bearbeiten Fläche mit einem Anpressdruck beaufschlagbar. Dieser Anpressdruck ist vorzugsweise einstellbar und/oder kann wiederum vorzugsweise während der Bearbeitung verstellt werden.

[0013] Um zwei einander gegenüberliegende zu bearbeitende Flächen einer Kugelschale oder Kalotte mit einem einzigen Stein bearbeiten zu können, ist der zweite Antrieb für den Werkzeughalter so gestaltet, dass der Finishstein um seine Oszillationsachse um 180° gedreht werden kann und/oder dass der Finishstein zwei einander gegenüberliegende Arbeitsflächen aufweist. Nach Fertigstellung der einen zu bearbeitenden Fläche muss der Stein lediglich in Richtung der anderen zu bearbeitenden Fläche verschoben werden.

[0014] Bei einer Variante ist vorgesehen, dass der Finishstein aus mehreren Steinabschnitten aufgebaut ist, wobei die Steinabschnitte aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Auf diese Weise kann mit den Finishstein eine Vorbearbeitung und eine Fertigbearbeitung durchgeführt werden. Beide Steinabschnitte besitzen eine Arbeitsfläche die z.B. unterschiedliche Körnungen aufweisen.

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind.

[0016] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung;

Figur 2 einen Längsschnitt durch das zu bearbeitende Werkstück;

Figur 3 eine Draufsicht auf das Werkstück mit einer ersten Ausführungsform eines Werkzeugs;

Figur 4 eine Draufsicht auf das Werkstück mit einer zweiten Ausführungsform des Werkzeugs, und

Figur 5 eine Draufsicht auf das Werkstück mit einer dritten Ausführungsform des Werkzeugs.

[0017] Die Figur 1 zeigt in einer Draufsicht die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum Oberflächenbearbeiten, z.B. zum Superfinishen eines Werkstücks 12, wobei das Werkstück 12 in eine Werkstückaufnahme 14 eines ersten Antriebs 16 eingespannt ist. Das Werkstück 12 ist in vergrößerter Darstellung in der Figur 2 wiedergegeben und besitzt einen Kolben 18 sowie eine Kalotte 20, die ein Teil eines Kugelgelenks, z.B. für den Antrieb des Kolbens 18, ist und zu bearbeitende Flächen 22 und 24 aufweist, die einander gegenüberliegen und zwischen sich eine Kugel des Kugelgelenks aufnehmen. In die Kalotte 20 greift ein an einem Werkzeughalter 26 befestigter Finishstein 28 (Figuren 3 und 4), wobei der Werkzeughalter 26 an einem zweiten Antrieb 30 befestigt ist.

[0018] Mittels des ersten Antriebs 16 kann die Werkstückaufnahme 14 und somit das Werkstück 12 um dessen in der Zeichnung waagrecht liegende Längsachse 32 oszillierend angetrieben werden, was mit dem Pfeil 34 angedeutet wird (siehe Figuren 3 und 4).

[0019] Mit dem zweiten Antrieb 30 wird der Werkzeughalter 26 um dessen in der Zeichnung vertikale Längsachse 36, die orthogonal zur Achse 32 ausgerichtet ist und im Zentrum der Kalotte 20 die Achse 32 schneidet, oszillierend angetrieben, was mit dem Pfeil 38 (siehe Figuren 3 und 4) angedeutet ist.

[0020] Wie aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich, ist am Werkzeughalter 26 der Finishstein 28 mittels einer

Schnellwechsel-Klemmvorrichtung befestigt, wobei der Finishstein 28 eine zylindrische, insbesondere kreiszylindrische Form besitzt und an einer Stirnseite mit einer teilsphärischen Arbeitsfläche 40 ausgestattet ist.

[0021] Die Figur 4 zeigt eine zweite Ausführungsform, bei der der Finishstein zwei teilsphärische Arbeitsflächen 40 und 42 aufweist, die einander gegenüberliegen und mit denen nacheinander die Flächen 22 und 24 der Kalotte 20 bearbeitet werden können. Es ist aber auch möglich, den Finishstein 28 aus zwei Steinhälften herzustellen, wobei die eine Steinhälfte für eine Gröbbearbeitung des Superfinishvorganges und die andere Steinhälfte für eine Feinbearbeitung des Superfinishvorganges dient.

[0022] Nach dem Einführen des Finishsteins 28 in die Kalotte 20, was durch Verschieben des Werkzeughalters 26 in Richtung des Pfeils 44 erfolgt, kann der Werkzeughalter 26 zunächst in Richtung der Fläche 22 verschoben werden (Pfeil 46) bis die Arbeitsfläche 44 an der zu bearbeitenden Fläche 22 insbesondere mit einer vorgebbaren Anpresskraft anliegt. Anschließend werden das Werkstück 12 in Richtung des Pfeils 34 und der Finishstein 28 in Richtung des Pfeils 38 oszillierend angetrieben, wodurch die Fläche 22 bearbeitet wird und Bearbeitungsrillen in Form einer Acht erzeugt werden. Die Oszillationswinkel sowohl des Werkstücks 12 als auch des Finishsteins 28 sind jeweils so gewählt, dass die Arbeitsfläche 40 die Fläche 22 nicht verlässt. Alternativ kann aber auch nach dem Einführen des Finishsteins 28 in die Kalotte 20 das Werkstück 12 in Richtung auf den Finishstein 28 bis zur Anlage an der Arbeitsfläche 40 verschoben werden.

[0023] Nach Fertigstellung der Bearbeitung wird beim Ausführungsbeispiel der Figur 3 der Werkzeughalter 26 entgegengesetzt zur Richtung des Pfeils 46 geringfügig verschoben, bis der Finishstein 28 von der Fläche 22 abhebt und dann in Richtung des Pfeils 38 um 180° gedreht, so dass die gegenüberliegende Fläche 24 bearbeitet werden kann. Nach Fertigstellung der Fläche 24 wird der Finishstein 28 wiederum in Richtung des Pfeils 46 bis zum Zentrum der Kalotte 20 verschoben und entgegengesetzt zur Richtung des Pfeils 44 aus der Kalotte 20 ausgehoben.

[0024] Es besteht auch die Möglichkeit, dass zusätzlich oder alternativ zum Werkstück 12 der Finishstein 28 oszillierend um die Achse 32 bewegt wird, was mit dem Pfeil 48 dargestellt ist.

[0025] Beim Ausführungsbeispiel der Figur 4 wird nach der Fertigstellung der Fläche 22 der Werkzeughalter 26 entgegengesetzt zur Richtung des Pfeils 46 so weit verschoben, bis die Arbeitsfläche 42 an der Fläche 24 anliegt, so dass diese bearbeitet werden kann. Alternativ und insbesondere bei zwei unterschiedlichen Steinhälften wird der Werkzeughalter 26 in Richtung des Pfeils 38 nach der Fertigstellung der Fläche 22 und nach dem Abheben des Finishsteins 28 von der Fläche 22 um 180° gedreht, so dass die Fläche 22 mit der Arbeitsfläche 42 der zweiten Steinhälfte bearbeitet werden kann. Anschließend wird der Werkzeughalter 26 entgegengesetzt

zur Richtung des Pfeils 46 so weit verschoben, bis die Arbeitsfläche 40 an der Fläche 24 anliegt, so dass diese bearbeitet werden kann. Anschließend wird der Werkzeughalter 26 wiederum um 180° in Richtung des Pfeils 38 gedreht, so dass die Fläche 24 mit der Arbeitsfläche 42 fertiggestellt werden kann. Die Reihenfolge der Bearbeitung kann beliebig gewählt werden.

[0026] Eine weitere Variante der Erfindung ist in Figur 5 dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Finishstein 28 ebenfalls zweigeteilt, wobei zwischen den beiden Finishsteinabschnitten eine Vorrichtung 50 zum Spreizen der Finishsteinabschnitte vorgesehen ist. Mit dieser Vorrichtung können die Finishsteinabschnitte auch mit einem definierbaren Anpressdruck an die zu bearbeitenden Oberflächen des Werkstücks (12) anpresst werden.

[0027] Aus Figur 5 ist außerdem erkennbar, dass zwischen der Arbeitsfläche 40 und/oder 42 des Finishsteins 28 und der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks 20 ein Finishband 52 zwischengeschaltet sein kann. Dies ist auch bei den anderen, oben beschriebenen Varianten möglich. Zum Ausfahren des Werkzeugs 28 aus dem Werkstück 20 werden die Finishsteinabschnitte über die Vorrichtung 50 zusammengefahren. Mittels der Vorrichtung 50 können die Finishsteinabschnitte auch mit einem definierten Anpressdruck an die Arbeitsflächen 40 und 42 angepresst werden. Das Finishband 52 oszilliert zusammen mit dem Finishstein 28, der auch lediglich ein Element zum Übertragen der gewünschten Form sein kann und z.B. aus Vulkollan® besteht.

[0028] Auf jeden Fall kann mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 eine gekrümmte Fläche 22, 24, die sich nicht über 360° erstreckt, bearbeitet werden, ohne dass während der Bearbeitung der Finishstein 28 von der zu bearbeitenden Fläche 22, 24 abgehoben werden muss. Sowohl die zu bearbeitende Fläche 22 beziehungsweise 24 als auch die Arbeitsflächen 40 und 42 des Finishsteins 28 führen oszillierende Bewegungen aus, die in einem Winkel zueinander stehen. Dabei besitzen die Oszillationsbewegungen vorteilhaft unterschiedliche Frequenzen, die insbesondere kein ganzzahliges Vielfaches voneinander sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Oberflächenbearbeiten, z.B. zum Superfinishen, Polieren, Schleifen oder Läppen, von Kugelschalen oder Kalotten (20) eines Werkstücks (12), z.B. für ein Kugelgelenk, mittels eines einen Finishstein (28) aufweisenden Werkzeugs, mit einer Werkstückaufnahme (14), einem ersten Antrieb (16) für eine oszillierende Bewegung des Werkstücks (12) um eine erste Achse (32), einem Werkzeughalter (26) und einem zweiten Antrieb (30) für eine oszillierende Bewegung des Werkzeughalters (26) um eine zweite Achse (36), wobei sich die Achsen (32 und 36) des ersten Antriebs (16) und des zweiten

Antriebs (30) im Zentrum der Kugelschale oder der Kalotte (20) schneiden und orthogonal zueinander stehen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationswinkel wenigstens eine Antriebs (16 und/oder 30) einstellbar und/oder während der Bearbeitung veränderbar ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oszillationswinkel wenigstens eines Antriebs (16 und/oder 30) $\pm 5^\circ$ bis $\pm 20^\circ$, insbesondere $\pm 8^\circ$ bis $\pm 15^\circ$, und bevorzugt von $\pm 10^\circ$, beträgt.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) zylindrisch ist und wenigstens eine teilsphärische Arbeitsfläche (40, 42) aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) und/oder das Werkstück (12) bzw. dessen Antrieb (16) in Richtung (Pfeil 46) der Achse (32) des ersten Antriebs (16) verfahrbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) und/oder der erste Antrieb (16) in Richtung (Pfeil 44) der Achse (36) des zweiten Antriebs (30) verfahrbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) und/oder der erste Antrieb (16) in Richtung (Pfeil 46) der Achse (32) des ersten Antriebs (16) mit einem Anpressdruck beaufschlagbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) zwei einander gegenüberliegende Arbeitsflächen (40 und 42) aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (28) aus zwei Finishsteinabschnitten besteht und jeder Finishsteinabschnitt eine Arbeitsfläche (40 und 42) aufweist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Finishsteinabschnitten eine Vorrichtung zum Spreizen und Zusammenfahren der Finishsteinabschnitte vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zum Spreizen und Zusammenfahren der Finishsteinabschnitte die Finishsteinabschnitte mit einem definierbaren An-

pressdruck an die zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks (12) anpresst.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Finishstein (28) und der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks (12) ein Finishband zwischenschaltbar ist.

Claims

1. Device for machining surfaces, for example for superfinishing, polishing, grinding or lapping spherical shells or calottes (20) of a workpiece (12), for example for a ball joint, using a tool having a machining stone (28) with a workpiece receiver (14), a first drive (16) for an oscillating motion of the workpiece (12) about a first axis (32), a tool holder (26) and a second drive (30) for an oscillating motion of the tool holder (26) about a second axis (36), wherein the axes (32 and 36) of the first drive (16) and the second drive (30) intersect at the center of the spherical shell or the calotte (20) and are orthogonal to one another.
2. Device according to claim 1, **characterized in that** the oscillation angle of at least one drive (16 and/or 30) is adjustable and/or may be modified during the machining process.
3. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the angle of oscillation of at least one drive (16 and/or 30) is $\pm 5^\circ$ to $\pm 20^\circ$, especially $\pm 8^\circ$ to $\pm 15^\circ$, and preferably $\pm 10^\circ$.
4. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) is cylindrical and has at least one partial spherical working surface (40, 42).
5. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) and/or the workpiece (12) or its drive (16) may be moved in the direction (arrow 46) of the axis (32) of the first drive (16).
6. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) and/or the first drive (16) may be moved in the direction (arrow 44) of the axis (36) of the second drive (30).
7. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) and/or the first drive (16) may be acted upon by a contact pressure in the direction (arrow 46) of the axis (32) of the first drive (16).

8. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) has two working surfaces (40 and 42) opposed to one another.

9. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the machining stone (28) consists of two machining stone sections and each machining stone section has a working surface (40 and 42).

10. Device according to claim 9, **characterized in that** a device for spreading the machining stone sections and moving them together is provided between the machining stone sections.

11. Device according to claim 10, **characterized in that** the device for spreading the machining stone sections and moving them together presses the machining stone sections against the surface of the workpiece (12) to be machined at a definable contact pressure.

12. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a finishing band may be interposed between the machining stone (28) and the surface of the workpiece (12) to be machined.

Revendications

1. Dispositif de traitement de surface, pour par exemple la super finition, le polissage, la rectification ou le ro dage de coussinets sphériques ou calottes sphériques (20) d'une pièce (12), pour un joint à rotule par exemple, au moyen d'un outil comportant une pierre de finition (28), avec un porte-pièce (14), un premier dispositif d'entraînement (16) destiné à entraîner la pièce (12) dans un mouvement d'oscillation autour d'un premier axe (32), un porte-outil (26) et un second dispositif d'entraînement (30) destiné à entraîner le porte-outil (26) dans un mouvement d'oscillation autour d'un second axe (36), les axes (32 et 36) du premier dispositif d'entraînement (16) et du second dispositif d'entraînement (30) se coupant à angle droit au centre du coussinet sphérique ou de la calotte sphérique (20).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'angle d'oscillation d'au moins un dispositif d'entraînement (16 et/ou 30) est réglable et/ou peut être modifié en cours de traitement.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'angle d'oscillation d'au moins un dispositif d'entraînement (16 et/ou 30) est compris entre $\pm 5^\circ$ et $\pm 20^\circ$, en particulier entre $\pm 8^\circ$ et $\pm 15^\circ$ et est de préférence égal à

+10°.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) est cylindrique et présente au moins une surface de travail partiellement sphérique (40, 42). 5

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) et/ou la pièce (12) ou son dispositif d'entraînement (16) peuvent être déplacés dans la direction (flèche 46) de l'axe (32) du premier dispositif d'entraînement (16). 10

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) et/ou le premier dispositif d'entraînement (16) peuvent être déplacés dans la direction (flèche 44) de l'axe (36) du second dispositif d'entraînement (30). 15
20

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) et/ou le premier dispositif d'entraînement (16) peuvent être soumis à une pression d'appui dans la direction (flèche 46) de l'axe (32) du premier dispositif d'entraînement (16). 25

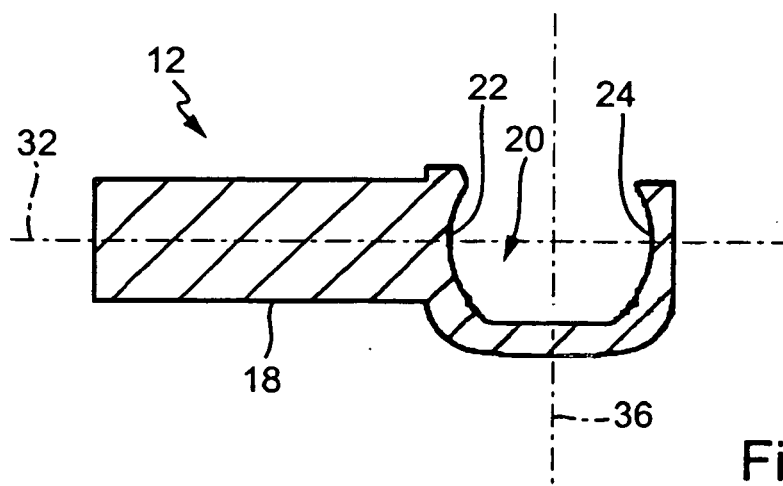
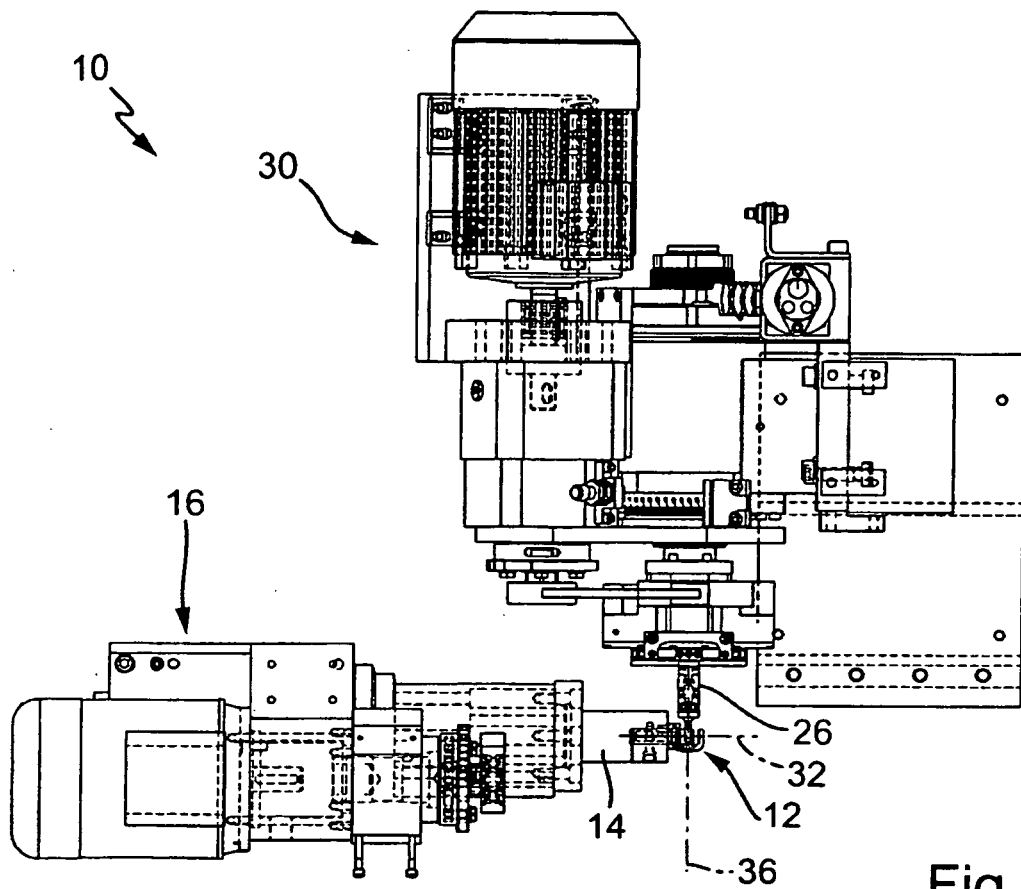
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) présente deux faces de travail opposées (40 et 42). 30

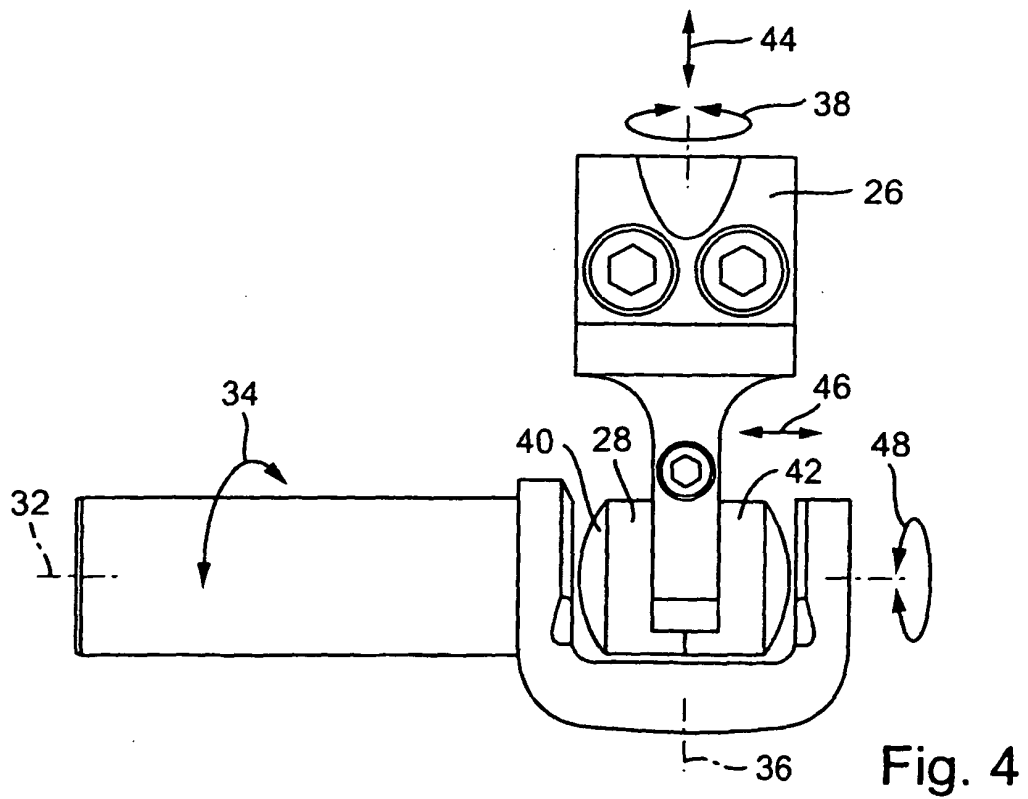
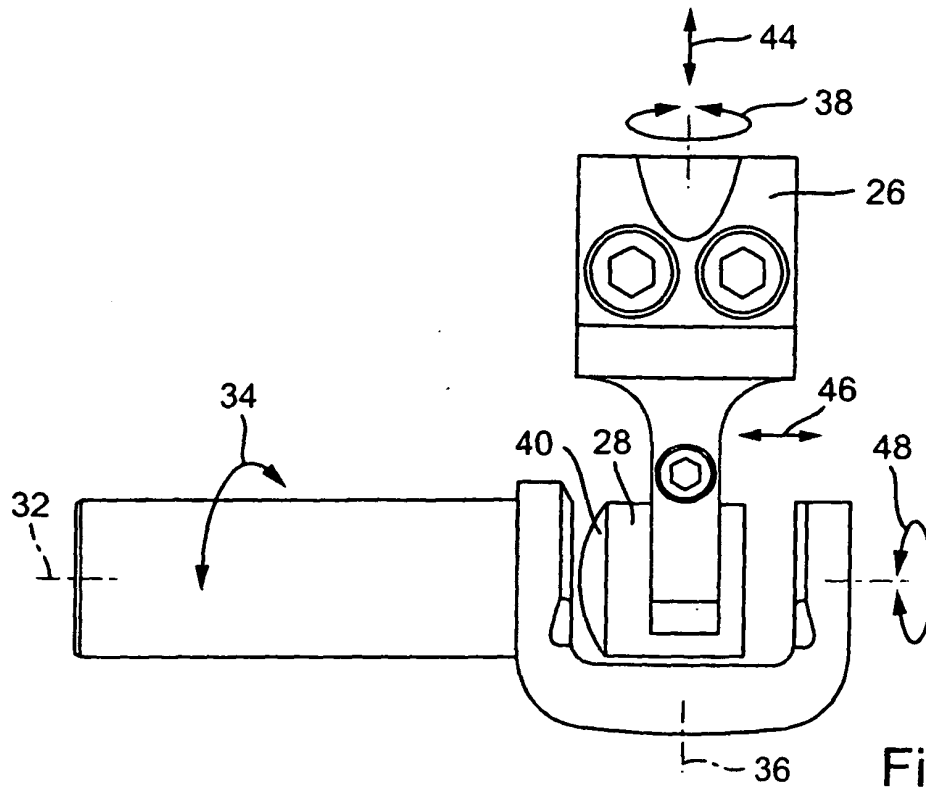
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (28) se compose de deux portions de pierre de finition, dont chacune présente une face de travail (40 et 42). 35

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** est prévu, entre les portions de pierre de finition, un dispositif d'écartement et de rapprochement desdites portions de pierre de finition. 40

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif d'écartement et de rapprochement des portions de pierre de finition plaque lesdites portions de pierre de finition avec une pression d'appui définissable contre la surface à traiter de la pièce (12). 45
50

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** bande de finition peut être intercalée entre la pierre de finition (28) et la surface à traiter de la pièce (12). 55





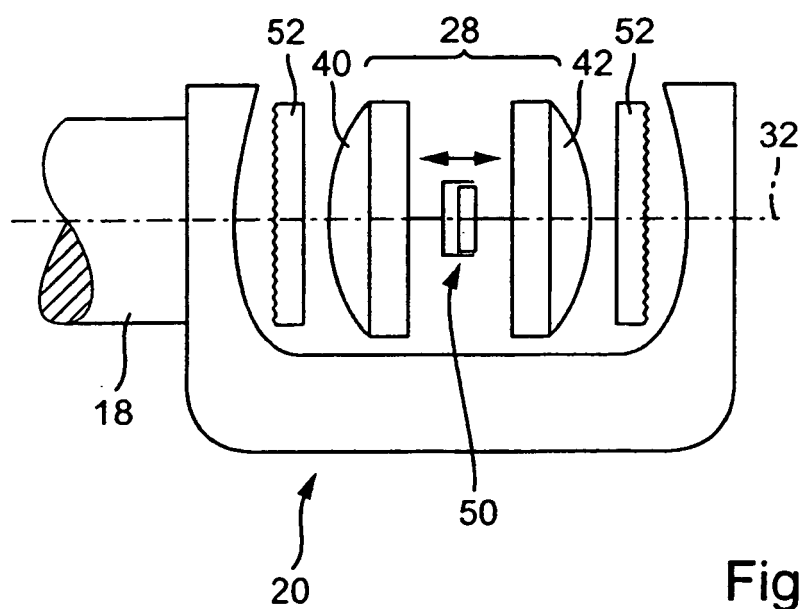


Fig. 5

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 4329781 A [0002]
- US 5025595 A [0003] [0006]