



(11)

EP 1 920 884 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.05.2009 Patentblatt 2009/20

(51) Int Cl.:
B24B 19/12 (2006.01) B24B 21/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07020675.0**

(22) Anmeldetag: **23.10.2007**

(54) Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen

Method for strip finishing of workpiece peripheral surfaces

Procédé destiné au traitement de finition de bandes de surfaces circonférentielles de pièces à usiner

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **09.11.2006 DE 102006052829**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(73) Patentinhaber: **Thielenhaus Technologies GmbH**
42285 Wuppertal (DE)

(72) Erfinder:
• **Steinwender, Holger**
42289 Wuppertal (DE)

• **Lupp, Martin Herbert**
45144 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald et al**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
P.O. Box 10 02 54
45002 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 029 129 DE-A1- 10 342 135

EP 1 920 884 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 ein Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes, wobei das Schleifband zur Bearbeitung konkaver Flächenabschnitte eines Werkstücks mittels einer Rolle gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt wird.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Druckschrift DE 103 42 135 A1 bekannt. Das zu bearbeitende Werkstück wird von dem Schleifband teilweise umschlungen, so dass das Schleifband am Umfang des Werkstückes flächig anliegt.

[0003] Aus der Druckschrift DE 103 42 139 A1 ist ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen an wellenförmigen Werkstücken bekannt, bei dem ebenfalls ein endloses Schleifband eingesetzt wird. Um eine flexible Werkstückbearbeitung zu ermöglichen, wird der Umschlingungswinkel des Schleifbandes während der Bearbeitung des Werkstückes verändert.

[0004] Die DE 103 42 137 A1 beschreibt ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Kurbel- und Nockenwellen mittels eines endlosen Schleifbandes, dem zur Vermeidung einer ungleichmäßigen Abnutzung der Schleifmittelschicht eine Abrichrolle zugeordnet ist.

[0005] Ein Verfahren zur Finishbearbeitung von nicht-zylindrischen Nockenwellen ist aus der Druckschrift US 2004/0029499 A1 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren drücken zwei Stützrollen das Schleifband gegen das rotierende Werkstück. Das Schleifband ist nicht endlos, sondern wird nach dem einmaligen Kontakt mit dem Werkstück auf eine Spule für verbrauchtes Schleifband aufgewickelt. Die Oberfläche des Werkstückes wird in zwei Kontaktzonen mit dem Schleifband linienförmig bearbeitet.

[0006] In DE 40 29 129 A1 wird ein Verfahren zur Schleifbearbeitung von Nocken mittels eines umlaufenden Schleifbandes beschrieben. Das Schleifband wird über eine Umlenkrolle geführt, welches das Schleifband gegen die zu bearbeitende Nockenfläche drückt.

[0007] Die erläuterten Verfahren haben sich zur Finishbearbeitung konvexer Werkstückgeometrien bewährt. Mit diesen Verfahren ist jedoch eine vollflächige Bearbeitung nicht möglich, sofern die Werkstückumfangsflächen sowohl konvexe als auch konkave Flächenabschnitte aufweisen, wie dies beispielsweise bei Nockenwellen der Fall sein kann. Denn bei der beschriebenen Bandbearbeitung überspannt das Schleifband die konkaven Bereiche, so dass diese nicht bearbeitet werden können. Zum Finishen dieser Werkstückbereiche werden daher Honsteine eingesetzt. Die Bearbeitung mittels Honsteinen ist jedoch vergleichsweise aufwendig und daher zeitraubend.

[0008] Vor dem Hintergrund der beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein schnelles und effektives Verfahren zur Finishbearbeitung von Werkstücken, insbesondere von Nockenwellen,

mit sowohl konvexen als auch konkaven Oberflächenabschnitten am Werkstückumfang anzugeben.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Schleifband mit einem frei gespannten Bandabschnitt an die konvexen Flächenabschnitte eines Werkstückes angelegt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine flächige Auflage des Schleifbandes an der zu bearbeitenden Werkstückfläche auch in den konkaven Oberflächenbereichen. Das Band wird mit großen Bandgeschwindigkeiten bewegt, wobei ohne weiteres auch Oszillationsbewegungen überlagert werden können. Es wird mit einer auf den jeweiligen Oberflächenbereich optimal angepassten Werkzeuggeometrie eine Verbesserung der Werkstückoberfläche erzielt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist wesentlich effektiver als die Bearbeitung der konkaven Oberflächenabschnitte mit Honsteinen. Die hohe Arbeitsgeschwindigkeit des Schleifbandes ermöglicht große Abtragsgeschwindigkeiten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist ferner sehr flexibel, da es weitgehend unabhängig von der Werkstückgeometrie eingesetzt werden kann. Das Band folgt bei der Bearbeitung der vorgegebenen Form des Werkstückes, um insbesondere auf die Oberflächenrauheit einzuwirken.

[0010] Das Schleifband kann über eine Umlenkrolle geführt werden, wobei die Umlenkrolle und das Werkstück zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen relativ zueinander verstellt werden. Die Umlenkrolle kann beispielsweise quer zur Bandlaufrichtung verstellt werden, um den Umschlingungswinkel des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. Bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte kann die Umlenkrolle beispielsweise in Bandlaufrichtung verstellt werden und hierdurch das Schleifband gegen die zu bearbeitende konkave Werkstückfläche drücken. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, während der Bearbeitung von dem Finishen von konvexen Oberflächenabschnitten auf das Finishen von konkaven Oberflächenabschnitten umzuschalten. Dabei kommen jeweils optimale Bandkonturen für den jeweils zu bearbeitenden Oberflächenabschnitt zum Einsatz.

[0011] Zur Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte kann das Schleifband auch alternativ mittels einer Druckrolle, die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist und auf den frei gespannten Bandabschnitt wirkt, gegen die konkaven Flächenabschnitte der zu bearbeitenden Werkstückflächen gedrückt werden. Dabei passt sich das Band immer der Form des Werkstückes an, um eine Formänderung zu vermeiden.

[0012] Im Rahmen der Erfindung liegt es, dass das Werkstück während der Bearbeitung gedreht wird und die Zustellbewegung der das Schleifband gegen konkave Flächen drückenden Rolle in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstücks gesteuert wird.

[0013] Im Rahmen der Erfindung liegt es jedoch auch, dass zunächst die konkaven Flächenabschnitte des

Werkstückes und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden. Das Werkstück kann hierbei in Ruhe sein, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden, während das Werkstück bei der nachfolgenden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Bandfinishbearbeitung gezielt zur Optimierung der Werkstückoberfläche gesteuert. Die Bandkontur kann individuell an konvexe oder konkave Oberflächenabschnitte angepasst werden.

[0014] Um bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte einen Flächenkontakt mit dem Schleifband zu ermöglichen, weist die Rolle vorzugsweise eine im Vergleich zu Stahl weiche Oberfläche, beispielsweise aus Vulkollan oder Gummi, insbesondere mit niedriger Shorehärte, auf.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1a, 1b ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen mit sowohl konvexen als auch konkaven Flächenabschnitten und

Fig. 2a, 2b eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Die Fig. 1a und 1b zeigen ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes 1. Bei dem zu bearbeitenden Werkstück handelt es sich im Ausführungsbeispiel um eine Nockenwelle 2. Bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte wird das Schleifband 1 mittels einer Rolle 3 gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt (siehe Fig. 1b). Zur Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte der Nockenwelle 2 wird das Schleifband 1 hingegen mit einem frei gespannten Bandabschnitt an die Nockenwelle 2 angelegt (siehe Fig. 1a). Das Schleifband 1 wird über die gleichzeitig als Umlenkrolle ausgebildete Rolle 3 geführt. Die Umlenkrolle 3 wird zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen der Nockenwelle 2 relativ zu dieser verstellt (siehe Pfeile in den Fig. 1a und 1b). In Fig. 1a wird die Umlenkrolle 3 quer zur Bandlaufrichtung verstellt, um den Umschlingungswinkel α des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. In Fig. 1b hingegen wird die Umlenkrolle 3 in Bandlaufrichtung verstellt und drückt so bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte das Schleifband 1 gegen die Nockenwelle 2. Mit einer optimal an die Oberfläche der Nockenwelle 2 angepassten Kontur des Schleifbandes 1 wird bei der Nockenwelle 2 eine Oberflächenverbesserung erzielt.

[0017] In den Fig. 2a und 2b ist ein alternatives erfindungsgemäßes Verfahren dargestellt. Bei diesem Verfahren ist zusätzlich eine Druckrolle 4 vorgesehen, die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist. Bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte befindet sich die Andruckrolle 4 in einer Ruheposition und ist von dem Schleifband 1 beabstandet. Bei der Bearbeitung konkaver Flächenabschnitte wirkt hingegen die Andruckrolle 4 auf den frei gespannten Bandabschnitt und drückt das Schleifband 1 gegen die konkave Werkstückoberfläche. Durch eine Verstellung der Druckrolle 4 kann die Kontur des Schleifbandes 1 damit auch individuell an konkave Werkstückoberflächen angepasst werden.

[0018] Wie aus den Fig. 1a bis 2b ersichtlich ist, wird das Werkstück 2 während der Bearbeitung gedreht. Die Zustellbewegung der das Schleifband gegen die konkaven Werkstückflächen drückenden Rolle 3 bzw. 4 wird in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstückes 2 gesteuert, so dass die Rolle 3, 4 beim entsprechenden Winkel an der konkaven Fläche anliegt.

[0019] Optimal für die Bearbeitungszeit ist ein Verfahren mit kontinuierlicher Drehung des Werkstückes, wobei die Zustellbewegung der Rolle 3, 4 in der zuvor beschriebenen Weise während der kontinuierlichen Drehung des Werkstückes 2 gesteuert wird. Eine unter die erfindungsgemäße Lehre bestehende Verfahrensvariante besteht darin, dass zunächst die konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes 2 unter entsprechender Zustellung der Rolle 3, 4 und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden, d. h. die in den Fig. 1b bzw. 2b dargestellten Verfahrensschritte werden vor den Verfahrensschritten in den Fig. 1a und 2a durchgeführt. Bei dieser Verfahrensvariante kann vorgesehen werden, dass das Werkstück 2 in Ruhe ist, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden, während das Werkstück 2 bei der nachfolgenden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Bandfinishbearbeitung zur Optimierung der Werkstückoberfläche zu steuern. An der Berührstelle zwischen Schleifband 1 und Werkstück 2 kann während der Bearbeitung zwischen einer konkaven oder einer konvexen Geometrie gewählt werden. Diese Berührkontur kann auch während der Bearbeitung gewechselt werden, so dass das Schleifband 1 jeweils der vorgegebenen Form des Werkstücks 2 folgt und damit nicht die Form des Werkstücks 2 ändert, sondern nur dessen Oberflächenrauheit bearbeitet.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes (1), wobei das Schleifband (1) zur Bearbeitung konkaver Flächenabschnitte eines Werkstückes (2) mittels einer Rolle gegen die zu bearbeitende Werkstückflä-

che gedrückt wird.

dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifband (1) mit einem frei gespannten Bandabschnitt an die konvexen Flächenabschnitte des Werkstückes (2) angelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifband (1) über eine Umlenkrolle (3) geführt wird und wobei die Umlenkrolle (3) und das Werkstück (2) zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen relativ zueinander verstellt werden. 10
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkrolle (3) quer zur Bandlaufrichtung verstellt wird, um den Umschlingungswinkel (α) des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. 15
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkrolle (3) in Bandlaufrichtung verstellt wird und bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes (2) das Schleifband (1) gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche drückt. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifband (1) mittels einer Druckrolle (4), die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist und auf den freigespannten Bandabschnitt wirkt, gegen die konkaven Flächenabschnitte der zu bearbeitenden Werkstückfläche gedrückt wird. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (2) während der Bearbeitung gedreht wird und die Zustellbewegung der das Schleifband (1) gegen konkave Flächen drückenden Rolle (3, 4) in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstückes (2) gesteuert wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (2) während der Bearbeitung kontinuierlich gedreht wird. 45
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst die konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes (2) und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden. 50
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (2) in Ruhe ist, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden und wobei das Werkstück (2) während der nachfol-

genden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert.

5 Claims

1. Method for strip finishing of workpiece peripheral faces, which have convex and concave face sections, using an endless and driven grinding strip (1), wherein the grinding strip (1) for machining concave face sections of a workpiece (2) is pressed against the workpiece face to be machined by means of a roller, **characterised in that** the grinding strip (1) is placed against the convex face sections of the workpiece (2) with a freely tensioned strip section.
2. Method according to Claim 1, **characterised in that** the grinding strip (1) is guided over a pulley (3) and wherein the pulley (3) and the workpiece (2) are adjusted relative to one another in order to machine the convex and concave faces.
3. Method according to Claim 2, **characterised in that** the pulley (3) is adjusted transversely with respect to the strip running direction in order to change the wrap angle (α) of the freely tensioned strip section when machining convex face sections and to adapt the said angle to the curvature of the convex face section.
4. Method according to Claim 2, **characterised in that** the pulley (3) is adjusted in the strip running direction and presses the grinding strip (1) against the workpiece face to be machined when machining the concave face sections of the workpiece (2).
5. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the grinding strip (1) is pressed against the concave face sections of the workpiece face to be machined by means of a pressure roller (4), which can be adjusted transversely with respect to the strip running direction and acts on the freely tensioned strip section.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the workpiece (2) is rotated during machining and the placing movement of the roller (3, 4) which presses the grinding strip (1) against concave faces is controlled as a function of the angle position of the workpiece (2).
7. Method according to Claim 6, **characterised in that** the workpiece (2) is continuously rotated during machining.
8. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterised in that** first the concave face sections of the

workpiece (2) and then the convex face sections are machined.

9. Method according to Claim 8, **characterised in that** the workpiece (2) is at rest when the concave face sections are machined and wherein the workpiece (2) rotates during the subsequent machining of the convex face sections.

Revendications

1. Procédé d'usinage fini à la bande de surfaces périphériques de pièces, qui présentent des sections de surfaces convexes et concaves, en utilisant une bande abrasive (1) sans fin et entraînée, la bande abrasive (1), pour l'usinage de sections de surfaces concaves d'une pièce (2), étant pressée au moyen d'un rouleau contre la surface de la pièce à usiner, **caractérisé en ce que** la bande abrasive (1) est appliquée par une section de bande librement tendue sur les sections de surfaces convexes de la pièce (2). 20
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande abrasive (1) est guidée par l'intermédiaire d'une poulie de renvoi (3), la poulie de renvoi (3) et la pièce (2) étant déplacées l'une par rapport à l'autre pour l'usinage des surfaces convexes et concaves. 25
3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** la poulie de renvoi (3) est déplacée transversalement à la direction de défilement de la bande, pour modifier l'angle d'enroulement (α) de la section de bande librement tendue et l'adapter à la courbure de la section de surface convexe. 30
4. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** la poulie de renvoi (3) est déplacée dans la direction de défilement de la bande et presse la bande abrasive (1) contre la surface de la pièce à usiner lors de l'usinage des sections de surfaces concaves de la pièce (2). 35
5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la bande abrasive (1) est pressée contre les sections de surfaces concaves de la surface de la pièce à usiner au moyen d'un rouleau presseur (4), qui peut être déplacé transversalement à la direction de défilement de la bande et agit sur la section de bande librement tendue. 40
6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la pièce (2) est tournée pendant l'usinage et le mouvement d'avant- 45

ce du rouleau (3, 4), pressant la bande abrasive (1) contre des surfaces concaves, est réglé en fonction de la position angulaire de la pièce (2).

- 5 7. Procédé suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** la pièce (2) est tournée en continu pendant l'usinage.
8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** sont usinés d'abord les sections de surfaces concaves de la pièce (2), puis les sections de surfaces convexes. 10
9. Procédé suivant la revendication 8, **caractérisé en ce que** la pièce (2) est au repos lorsque les sections de surfaces concaves sont usinées, la pièce (2) tournant pendant l'usinage consécutif des sections de surfaces convexes. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1a

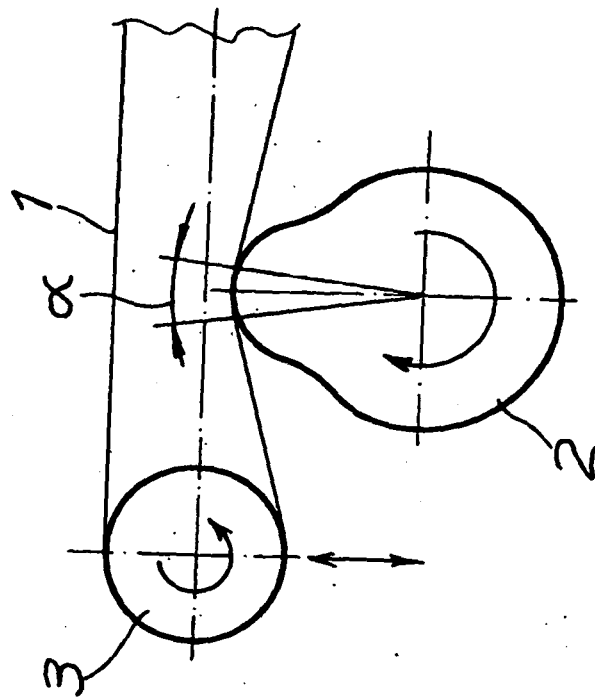


Fig. 1b

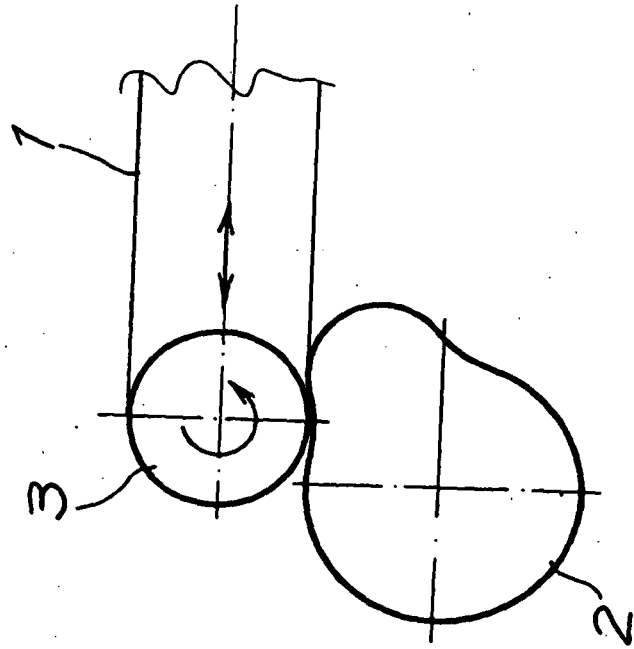


Fig. 2b

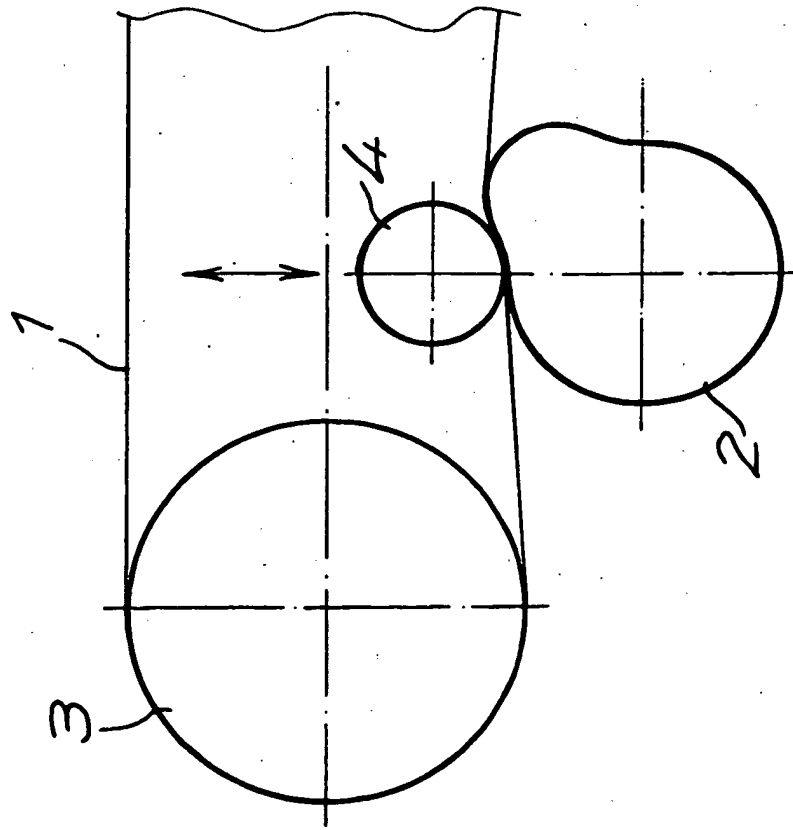
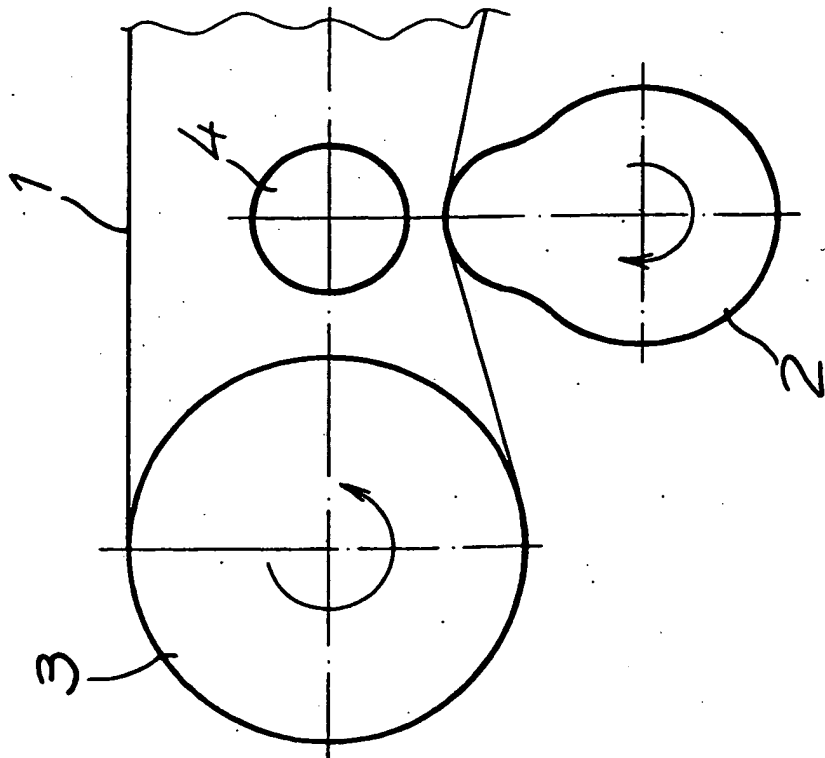


Fig. 2a



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 10342135 A1 [0002]
- DE 10342139 A1 [0003]
- DE 10342137 A1 [0004]
- US 20040029499 A1 [0005]
- DE 4029129 A1 [0006]