



(11) **EP 1 514 640 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(51) Int Cl.:
B24B 5/42 (2006.01) **B24B 19/12** (2006.01)
B24B 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04020483.6**

(22) Anmeldetag: **28.08.2004**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere von Kurbel- und Nockenwellen**

Method and apparatus for finishing shafts, especially crank- and camshafts

Procédé et dispositif pour la finition d'arbres, en particulier de vilbrequins et d'arbres à cames

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **12.09.2003 DE 10342134**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.2005 Patentblatt 2005/11

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

(72) Erfinder:
• **Steinwender, Horst Dipl.-Ing.**
42289 Wuppertal (DE)

• **Wolters, Martin Dipl.-Ing.**
42113 Wuppertal (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 514 642 DE-C- 844 420
DE-U- 7 424 571 US-A- 5 951 377

EP 1 514 640 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 Finishbearbeitung von Wellen, insbes. von Kurbel- und Nockenwellen, wobei eine Werkstückfläche eines um seine Rotationsachse rotierenden Werkstückes mit Hilfe eines kontinuierlich angetriebenen endlosen Schleifbandes bearbeitet wird und wobei das Schleifband mit einer Spannvorrichtung gespannt und an seiner Rückseite im Bereich der Werkstückfläche von einem endlosen, in diesem Bereich parallel zum Schleifband gespannten Stützband gestützt wird, und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen ist aus der Druckschrift US 5,951,377 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren erfolgt zwischen dem Schleifband und dem zu bearbeitenden Werkstück eine in einer Schnittebene senkrecht zur Rotationsachse punktförmige Berührung. Das Schleifband wird im Bereich der zu bearbeitenden Werkstückfläche zwischen zwei Umlenkrollen geführt, die auch das Stützband spannen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Wellen, insbes. von Kurbel- und Nockenwellen anzugeben, das eine gleichmäßige und auf die zu bearbeitende Werkstückfläche gezielt abstimbare Finishbearbeitung ermöglicht.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung nach Anspruch 5 gelöst. Das Schleifband und das Stützband umschlingen das Werkstück teilweise, so dass das Schleifband am Umfang des Werkstückes flächig anliegt. Das Stützband wird mittels einer separaten zweiten Spannvorrichtung gespannt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt das Schleifband flächig mit gleichmäßiger Flächenpressung an der zu bearbeitenden Werkstückfläche an, wobei die Anpresskraft des Schleifbandes durch die separate Spannvorrichtung des Stützbandes gezielt einstellbar ist. Ferner erlaubt der Schleifbandantrieb eine gezielte Abstimmung der Schnittgeschwindigkeit auf die zu bearbeitende Oberfläche. Insbes. sind auch bei kleinen Werkstückdurchmessern hohe Schnittgeschwindigkeiten, welche für die Gewährleistung von guten Finishergebnissen erforderlich sind, einstellbar. Im Ergebnis ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine Finishbearbeitung von Werkstückflächen, die hohen Anforderungen an die Oberflächengüte entsprechen.

[0005] Das Stützband besteht aus Metall und folglich aus einem zugfesten Material mit hohem Elastizitätsmodul.

[0006] Das Stützband kann maschinenfest gespannt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird das Stützband ebenfalls kontinuierlich und mit gleicher Bewegungsrichtung wie das Schleifband abgetrieben. Hierdurch kann die mechanische Beanspruchung des Schleifbandes reduziert werden, so dass auch Schleifbänder mit geringer Zugfestigkeit eingesetzt wer-

den können. Vorzugsweise entspricht die Geschwindigkeit des Stützbandes der Geschwindigkeit des Schleifbandes.

[0007] Das Schleifband liegt mit einem Umschlingungswinkel von mehr als 90° flächig an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes an. Dies erlaubt eine sehr gleichmäßige Bearbeitung des Werkstückes.

[0008] Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung nach Anspruch 5 zur Durchführung des Verfahrens. Bevorzugte Ausführungen dieser Vorrichtung sind in den Ansprüchen 6 bis 8 beschrieben.

[0009] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Finisbearbeitung von Wellen,

Fig. 2 und 3 weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ebenfalls in einer Seitenansicht.

[0010] Die Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung einer Welle. Die Vorrichtung weist einen Werkzeugträger 1, ein endloses Schleifband 2 zur Finishbearbeitung eines um seine Rotationsachse A rotierend angetriebenen Werkstückes 3, einen Schleifbandantrieb 4, welcher das Schleifband 2 während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt, und eine Spannvorrichtung 5 für das Schleifband 2 auf. Der Werkzeugträger 1 besitzt einen Bearbeitungskopf 6 mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen 7, die einen Arbeitsbereich L des Bearbeitungskopfes 6 begrenzen. Im Ausführungsbeispiel sind die Bandumlenkungen 7 als Umlenkrollen ausgebildet. Das Schleifband 2 wird über die Umlenkrollen 7 geführt und läuft im Arbeitsbereich L an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes 3 vorbei. Ferner ist ein endloses Stützband 8 vorgesehen, welches im Arbeitsbereich L des Bearbeitungskopfes 6 parallel zum Schleifband 2 gespannt ist und im Arbeitsbereich L die Rückseite des Schleifbandes 2 abstützt. Der Bearbeitungskopf 6 umgreift die zu bearbeitende Umfangsfläche des Werkstückes 3 so, dass das rückseitig von dem Stützband 8 beaufschlagte Schleifband 2 das Werkstück 3 teilweise umschlingt und entlang eines Umfangsabschnittes an der zu bearbeitenden Werkstückfläche flächig anliegt. Das Stützband 8 ist mit Hilfe einer separaten zweiten Spannvorrichtung 9 gespannt. Diese zweite Spannvorrichtung 9 erlaubt eine gezielte Einstellung der von dem Schleifband 2 auf das Werkstück 3 ausgeübten Flächenkraft. Diese Flächenkraft verläuft darüber hinaus über die gesamte Kontaktfläche zwischen Schleifband 2 und Werkstück 3 hinweg sehr gleichmäßig. Hierdurch sind sehr gute Finishergebnisse erzielbar. Die mechanische Beanspruchung des Schleifbandes 2 wird durch das Stützband 8 erheblich reduziert, so dass keine besonderen Anforderungen an

die Zugfestigkeit des Schleifbandes 2 gestellt werden müssen. Der Schleifbandantrieb erlaubt eine gezielte Abstimmung der Schnittgeschwindigkeit auf die zu bearbeitende Oberfläche. Die für die Erzielung von guten Finishergebnissen erforderlichen hohen Schnittgeschwindigkeiten sind damit auch bei kleinen Werkstückdurchmessern möglich. Das Stützband 8 besteht aus Metall. Das Stützband 8 ist zusammen mit dem Schleifband 2 über die den Arbeitsbereich L begrenzenden Umlenkrollen 7 geführt und wird im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ebenfalls von dem Schleifbandantrieb 4 angetrieben. Im Ausführungsbeispiel ist die gleichgerichtete Geschwindigkeit der beiden Bänder 2, 8 identisch, so dass im Arbeitsbereich L zwischen dem Schleifband 2 und dem Stützband 8 nur eine sehr geringe bzw. keine Relativbewegung vorliegt. Hierdurch ist eine besonders geringe Zugbeanspruchung des Schleifbandes 2 gewährleistet. Die beiden Spannvorrichtungen 5, 9, die beiden Bänder 2, 8 und der Schleifbandantrieb 4 sind gemeinsam auf dem Werkzeugträger 1 angeordnet. Die Spannvorrichtungen 5, 9 weisen Stalleinrichtungen 10 zur Veränderung der Bandlängen im Arbeitsbereich L auf. Der Umschlingungswinkel α zwischen dem Schleifband 2 und der zu bearbeitenden Werkstückfläche beträgt mehr als 90° . Hierdurch ist eine sehr gleichmäßige Werkstückbearbeitung möglich. Der Werkzeugträger 1 ist auf einem Zustellschlitten 11 montiert.

[0011] Die Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der Werkzeugträger 1 folgt hier der Umlaufbewegung des um seine Rotationsachse A rotierenden Werkstückes 3, welches in der Fig. 2 als Kurbelwelle ausgebildet ist. Es sind zwei parallel zum Werkstück 3 angeordnete Lagerwellen 12, 12' vorgesehen, deren Gestalt dem Werkstück 3 entspricht. Die Lagerwellen 12, 12' rotieren synchron und phasengleich zum Werkstück 3 um ihre Achsen B, B'. Der Werkzeugträger 1 ist an Umfangsflächen 13, 13' der Lagerwellen 12, 12' gelagert, die der zu bearbeitenden Fläche des Werkstückes 3 entsprechen. In Fig. 2 ist ein separater Stützbandantrieb 14 vorgesehen, welcher das Stützband 8 kontinuierlich antreibt. Die gleichgerichteten Bandgeschwindigkeiten von Schleifband 2 und Stützband 8 sind auch in diesem Ausführungsbeispiel identisch.

[0012] Bei der in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsform ist der Werkzeugträger 1 schwenkbar um eine Drehachse C gelagert, die parallel zur Rotationsachse A des Werkstückes 3 ausgerichtet ist und in einem zwischen dem Bearbeitungskopf 6 und dem Schleifbandantrieb 4 liegenden Werkzeugträgerbereich angeordnet ist. Der als Schwenkarm ausgebildete Werkzeugträger 1 kann durch eine oszillierende Schwenkbewegung den umlaufenden Werkstückflächen der Kurbelwelle 3 folgen, wobei sich der Kontaktbereich zwischen Schleifband 2 und Werkstück 3 innerhalb des Arbeitsbereiches L während der Umlaufbewegung entsprechend verschiebt. Aufgrund der einfachen Konstruktion und Betriebsweise erlaubt diese Ausführungsform eine besonders kostengünstige Finishbearbeitung von Kurbel- und Nockenwellen.

Der Abstand des Schleifbandantriebes 4 von der Drehachse C des Werkzeugträgers 1 ist so festgelegt, dass ein weitgehender Massenausgleich der um die Drehachse C schwingenden Massen gegeben ist. Ferner ist eine entlang des Werkzeugträgers 1 verschiebbar angeordnete Masse 15 vorgesehen, die vor dem Bearbeitungsbeginn an einer bestimmten Position des Werkzeugträgers 1 arretierbar ist, so dass die gewünschte Anpresskraft zwischen Schleifband 2 und Werkstückfläche während der Bearbeitung gewährleistet ist. Auch in dieser Ausführungsform wird das Stützband 8 ebenfalls kontinuierlich mit gleicher Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit wie das Schleifband 2 von dem Schleifbandantrieb 4 angetrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere von Kurbel- und Nockenwellen, wobei eine Werkstückfläche eines um seine Rotationsachse (A) rotierenden Werkstückes (3) mit Hilfe eines kontinuierlich angetriebenen endlosen Schleifbandes (2) bearbeitet wird, wobei das Schleifband (2) mit einer Spannvorrichtung (5) gespannt und an seiner Rückseite im Bereich der Werkstückfläche von einem endlosen, in diesem Bereich parallel zum Schleifband gespannten Stützband (8) gestützt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifband (2) und das Stützband (8) das Werkstück (3) teilweise umschlingen, so dass das Schleifband (2) mit einem Umschlingungswinkel (α) von mehr als 90° flächig an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes (3) anliegt, dass ein Stützband (8) aus Metall verwendet wird und dass das Stützband (8) mittels einer separaten zweiten Spannvorrichtung (5) gespannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützband (8) während der Bearbeitung der Werkstückfläche fest steht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützband (8) ebenfalls kontinuierlich und mit gleicher Bewegungsrichtung wie das Schleifband (2) angetrieben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschwindigkeit des Stützbandes (8) der Geschwindigkeit des Schleifbandes (2) entspricht.
5. Vorrichtung mit Werkzeugträger (1), endlosem Schleifband (2) zur Finishbearbeitung eines um seine Rotationsachse (A) rotierend angetriebenen Werkstückes (3), einem Schleifbandantrieb (4), welcher das Schleif-

band (2) während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt und

einer Spannvorrichtung (5) für das Schleifband (2), wobei der Werkzeugträger (1) einen Bearbeitungskopf (6) mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen (7) aufweist, die einen Arbeitsbereich (L) des Bearbeitungskopfes (6) begrenzen, wobei das Schleifband (2) über die Bandumlenkungen (7) des Bearbeitungskopfes (6) geführt ist und wobei ein endloses Stützband (8) vorgesehen ist, welches im Arbeitsbereich (L) des Bearbeitungskopfes (6) parallel zum Schleifband (2) gespannt ist und im Arbeitsbereich (L) die Rückseite des Schleifbandes (2) abstützt, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, der Bearbeitungskopf (6) die zu bearbeitende Umfangsfläche des Werkstückes (3) gabelförmig so umgreift, dass das rückseitig von dem Stützband (8) beaufschlagte Schleifband (2) das Werkstück (3) teilweise umschlingt und mit einem Umschlingungswinkel (α) von mehr als 90° flächig an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstücks (3) anliegt, und dass das Stützband (8) aus Metall besteht und mit Hilfe einer zweiten Spannvorrichtung (9) gespannt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützband (8) zusammen mit dem Schleifband (2) über die den Arbeitsbereich (L) begrenzenden Bandumlenkungen (6) geführt ist und von dem Schleifbandantrieb (4) oder einem separaten Stützbandantrieb (14) angetrieben wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannvorrichtungen (5, 9) und die Antriebe (4, 14) für das Schleifband (2) und das Stützband (8) auf dem Werkzeugträger (1) angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannvorrichtungen (5, 9) Stalleinrichtungen (10) zur Veränderung der Bandlängen im Arbeitsbereich (L) aufweisen.

Claims

1. A method for the finish-processing of shafts, more preferably crankshafts and camshafts, wherein a workpiece surface of a workpiece (3) rotating about its axis of rotation (A) is processed with the help of a continuously driven continuous abrasive belt (2) wherein the abrasive belt (2) is tensioned with a tensioning device (5) and at its back in the region of the workpiece surface is supported by a continuous support belt (8) tensioned in this region parallel to the abrasive belt, **characterised in that** the abrasive belt (2) and the support belt (8) partially wrap the

workpiece (3) so that the abrasive belt (2) in a flat manner hugs the circumferential surface of the workpiece (3) to be processed with a wrapping angle (α) of more than 90°, **in that** a support belt (8) of metal is used and **in that** the support belt (8) is tensioned by means of a separate second tensioning device (5).

2. The method according to Claim 1, **characterised in that** the support belt (8) during the processing of the workpiece surface is stationary.

3. The method according to Claim 1, **characterised in that** the support belt (8) is likewise driven continuously and with the same movement direction as the abrasive belt (2).

4. The method according to Claim 3, **characterised in that** the speed of the support belt (8) corresponds to the speed of the abrasive belt (2).

5. A device with tool carrier (1), continuous abrasive belt (2) for the finish-processing of a workpiece (3) rotatingly driven about its axis of rotation (A), an abrasive belt drive (4), which continuously drives the abrasive belt (2) during workpiece processing and a tensioning device (5) for the abrasive belt (2), wherein the tool carrier (1) comprises a processing head (6) with two belt deflections (7) spaced from each other, which limit a working region (L) of the processing head (6), wherein the abrasive belt (2) is guided via the belt deflections (7) of the processing head (6) and wherein a continuous support belt (8) is provided, which is tensioned in the working region (L) of the processing head (6) parallel to the abrasive belt (2) and in the working region (L) supports the back of the abrasive belt (2), **characterised in that** for carrying out the method according to any one of the Claims 1 to 4 the processing head (6) engages about the circumferential surface of the workpiece (3) fork-like so that the abrasive belt (2) loaded at the back by the support belt (8) partially wraps the workpiece (3) and in a flat manner hugs the circumferential surface of the workpiece (3) to be processed with a wrapping angle (α) of more than 90°, and that the support belt (8) consists of metal and is tensioned with the help of a second tensioning device (9).

6. The device according to Claim 5, **characterised in that** the support belt (8) together with the abrasive belt (2) is guided via the belt deflections (6) limiting the working region (L) and is driven by the abrasive belt drive (4) or a separate support belt drive (14).

7. The device according to Claim 5 or 6, **characterised**

in that the tensioning devices (5, 9) and the drives (4, 14) for the abrasive belt (2) and the support belt (8) are arranged on the tool carrier (1).

8. The device according to any one of the Claims 5 to 7, **characterised in that** the tensioning devices (5, 9) comprise adjusting devices (10) for changing the belt lengths in the working region (L).

Revendications

1. Procédé pour l'usinage de finissage d'arbres, en particulier de vilebrequins et d'arbres à cames, une surface de pièce (3) tournant autour de son axe de rotation (A) étant traitée à l'aide d'une bande abrasive (2) sans fin entraînée de façon continue, la bande abrasive (2) étant tendue avec un dispositif de serrage (5) et étant soutenue sur sa face arrière dans la zone de la surface de pièce par une bande de soutien (8) sans fin, tendue dans cette zone parallèlement à la bande abrasive, **caractérisé en ce que** la bande abrasive (2) et la bande de soutien (8) entourent partiellement la pièce (3) de telle sorte que la bande abrasive (2) s'applique avec un angle d'enroulement (α) de plus de 90° à plat sur la surface périphérique à traiter de la pièce (3), qu'une bande de soutien (8) en métal est utilisée et que la bande de soutien (8) est commandée au moyen d'un second dispositif de serrage (5) séparé.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande de soutien (8) est fixe pendant l'usinage de la surface de pièce.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande de soutien (8) est entraînée également de façon continue et avec le même sens de déplacement que la bande abrasive (2).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la vitesse de la bande de soutien (8) correspond à la vitesse de la bande abrasive (2).
5. Dispositif avec porte-outil (1), la bande abrasive (2) sans fin pour l'usinage de finissage d'une pièce (3) entraînée de façon rotative autour de son axe de rotation (A), un entraînement de bande abrasive (4), qui entraîne de façon continue la bande abrasive (2) pendant un usinage de pièce et un dispositif de serrage (5) pour la bande abrasive (2), le porte-outil (1) présentant une tête d'usinage (6) avec deux déviations de bande (7) espacées l'une de l'autre, lesquelles délimitent une zone de travail (L) de la tête d'usinage (6), la bande abrasive (2) étant guidée par les déviations de bande (7) de la

tête d'usinage (6) et une bande de soutien (8) sans fin étant prévue, laquelle est tendue dans la zone de travail (L) de la tête d'usinage (6) parallèlement à la bande abrasive (2) et soutient dans la zone de travail (L) la face arrière de la bande abrasive (2), **caractérisé en ce que**, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, la tête d'usinage (6) entoure en forme de fourche la surface périphérique à usiner de la pièce (3) de telle sorte que la bande abrasive (2), sollicitée côté arrière par la bande de soutien (8), entoure partiellement la pièce (3) et s'applique avec un angle d'enroulement (α) de plus de 90° à plat sur la surface périphérique à usiner de la pièce (3), et **en ce que** la bande de soutien (8) est en métal et est tendue à l'aide d'un second dispositif de tension (9).

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la bande de soutien (8) est guidée conjointement avec la bande abrasive (2) par les déviations de bande (6) délimitant la zone de travail (L) et est entraînée par l'entraînement de la bande abrasive (4) ou un entraînement séparé de bande de soutien (14).

7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les dispositifs de serrage (5,9) et les entraînements (4, 14) pour la bande abrasive (2) et la bande de soutien (8) sont disposés sur le porte-outil (1).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** les dispositifs de serrage (5, 9) présentent des dispositifs de réglage (10) pour la modification des longueurs de bande dans la zone de travail (L).

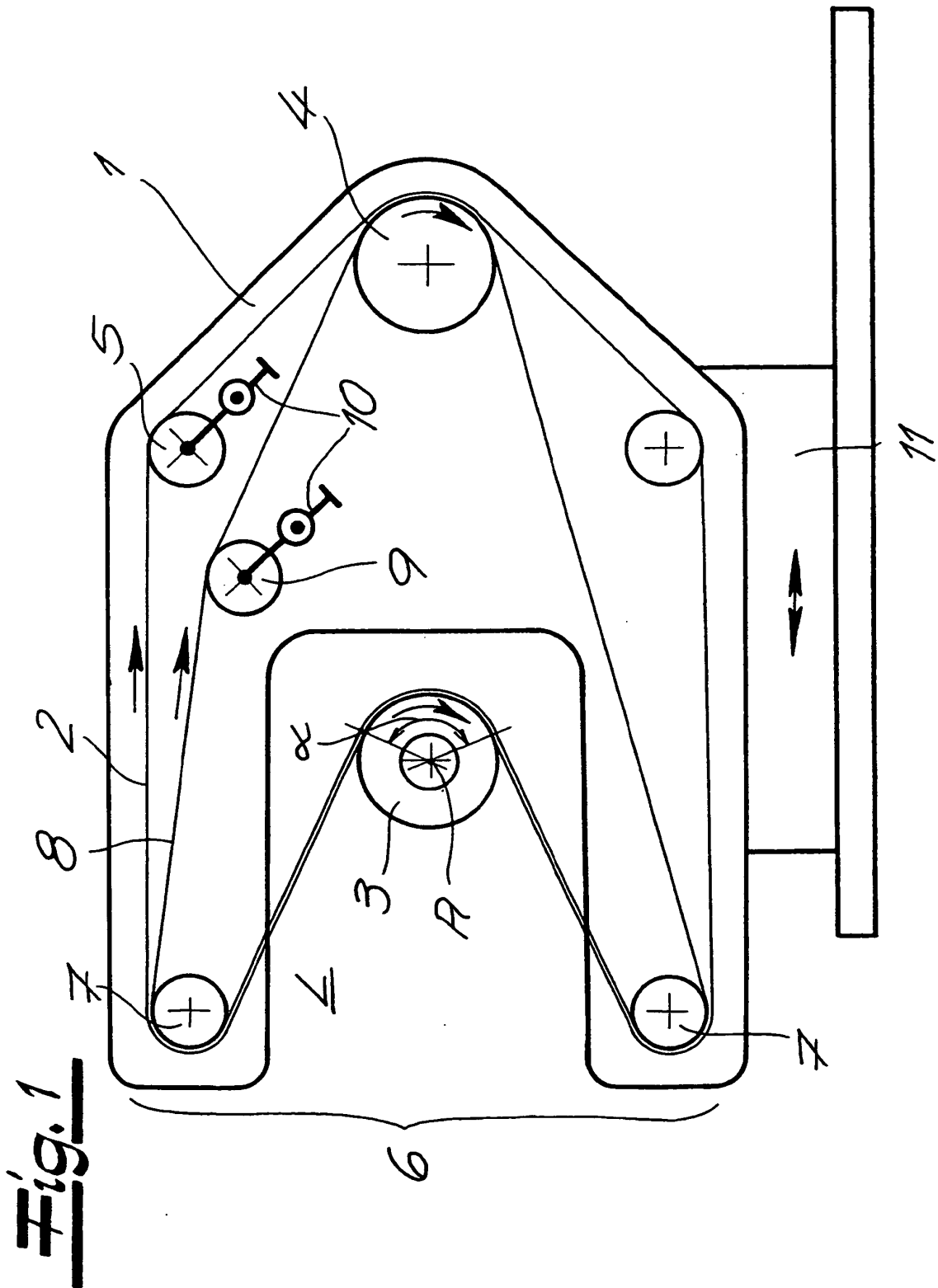
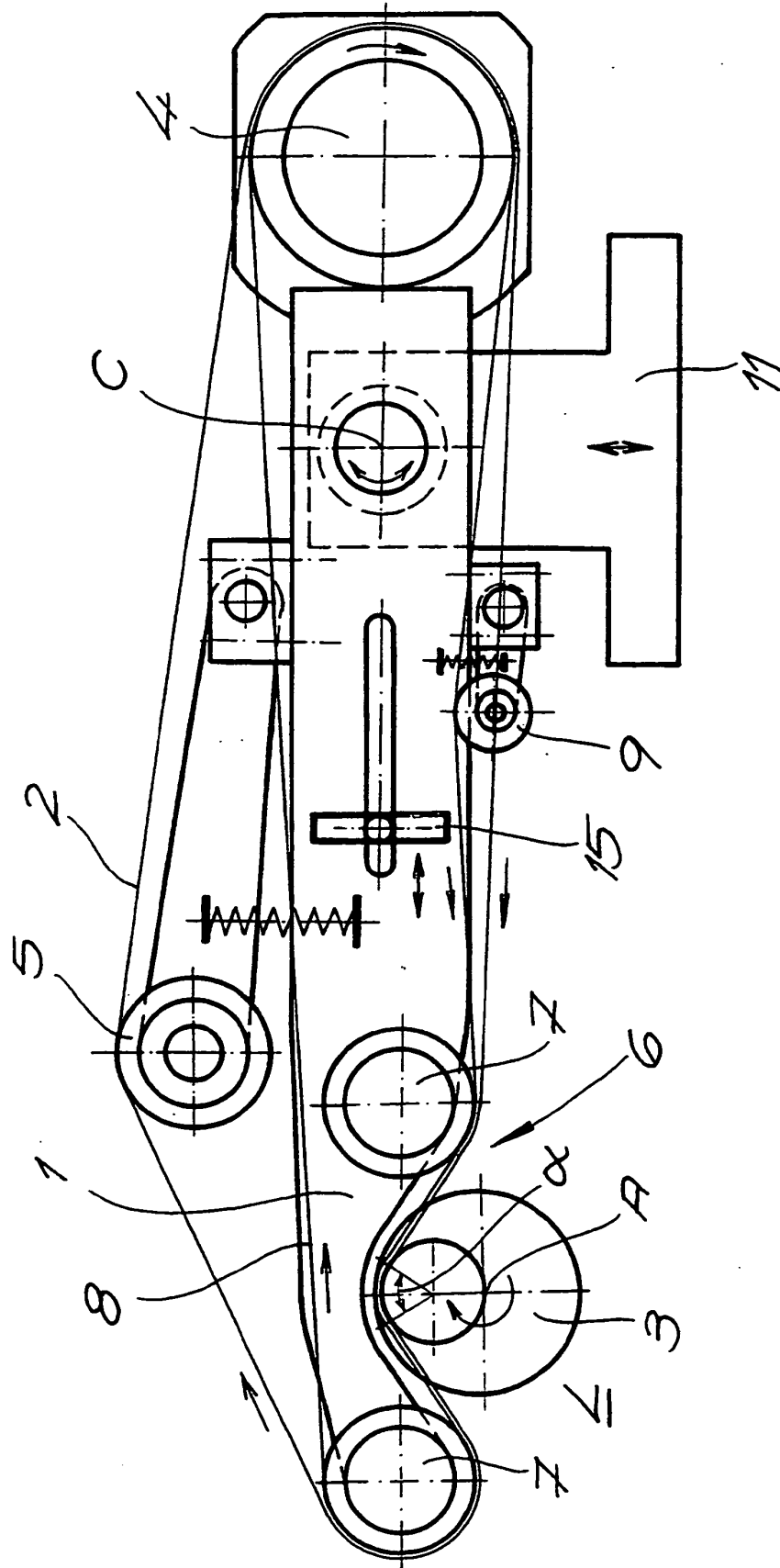
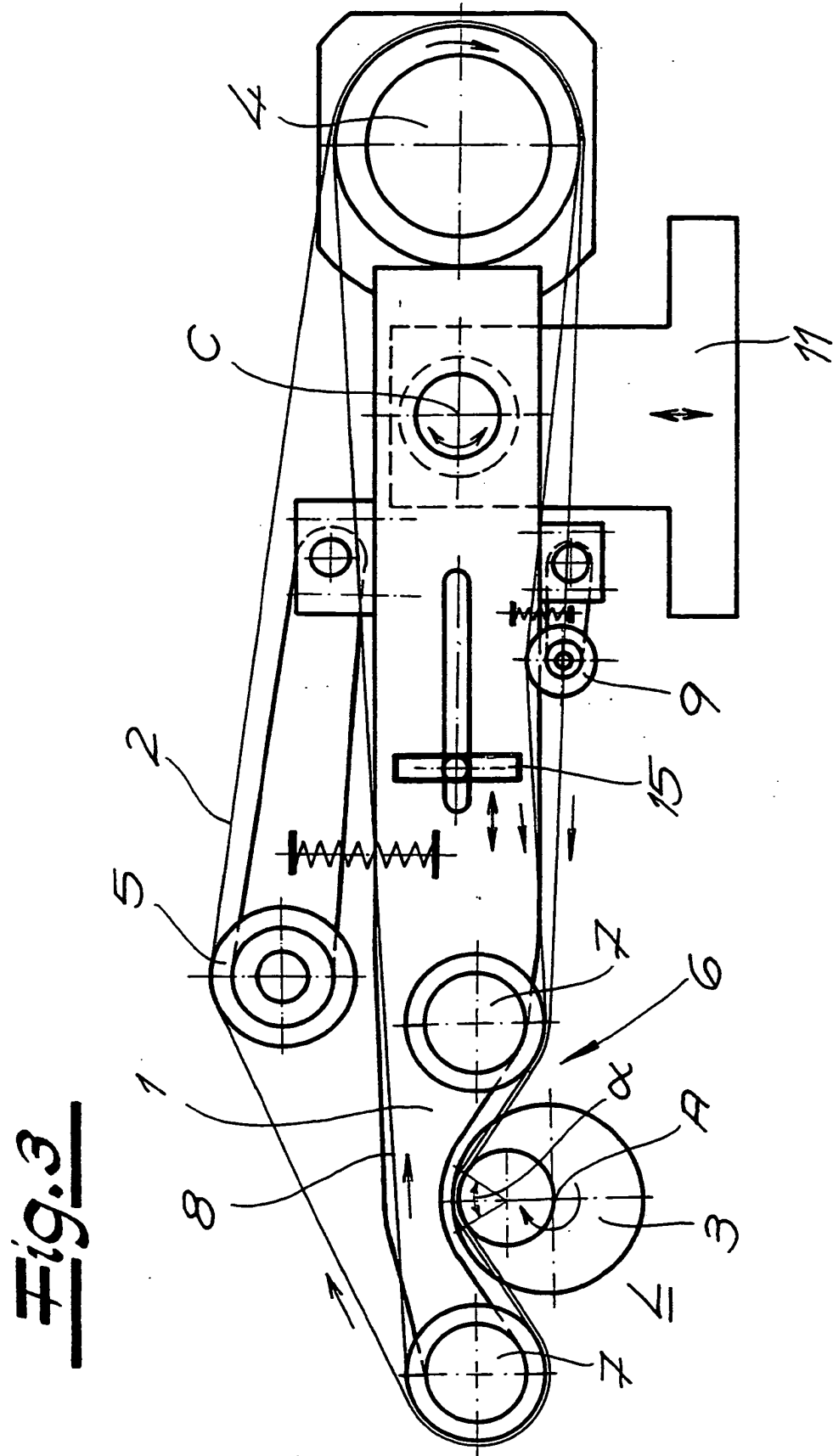


Fig. 3





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

- US 5951377 A [0002]