



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.03.2005 Patentblatt 2005/11

(51) Int Cl.7: **B24B 5/42, B24B 19/12,
B24B 21/00**

(21) Anmeldenummer: **04020720.1**

(22) Anmeldetag: **01.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Steinwender, Horst, Dipl.Ing
42289 Wuppertal (DE)**
• **Wolters, Martin, Dipl.Ing
42113 Wuppertal (DE)**

(30) Priorität: **12.09.2003 DE 10342137**

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)**

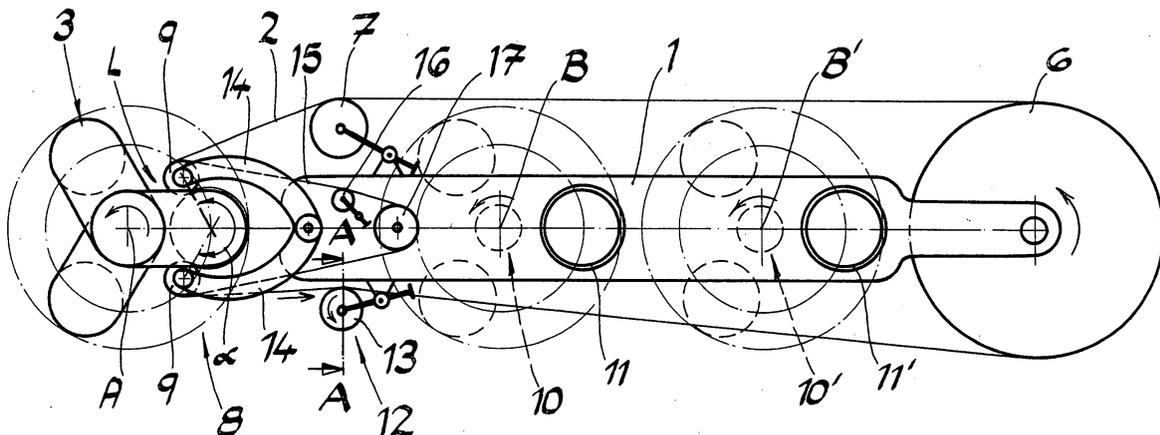
(71) Anmelder: **Thielenhaus Technologies GmbH
42285 Wuppertal (DE)**

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere Kurbel- und Nockenwellen, mit Werkzeugträger (1), endlosem Schleifband (2) das einen flexiblen Träger (4) und eine Schleifmittelschicht (5) mit Hartstoff aufweist, zur Bearbeitung eines um seine Rotationsachse (A) rotierenden Werkstückes (3), einem Schleifbandantrieb (6), welcher das Schleifband (2) während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt, und einer Spannvorrichtung (7) für das Schleifband (2). Der Werkzeugträger (1) weist einen Bearbeitungskopf (8) mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen (9) auf, die einen Arbeitsbereich (L) des Bearbeitungskopfes (8) begrenzen.

Das Schleifband (2) ist über die Bandumlenkungen (9) geführt und läuft im Arbeitsbereich (L) an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes (3) vorbei. Erfindungsgemäß ist dem umlaufenden Schleifband (2) außerhalb des Arbeitsbereiches (L) eine Vorrichtung (12) zum Abrichten der Schleifmittelschicht (5) zugeordnet, welche ein während der Werkstückbearbeitung gegen die Schleifmittelschicht (5) des mit einer auf die Werkstückbearbeitung abgestimmten Bandgeschwindigkeit umlaufenden Schleifbandes (2) zustellbares Abrichtwerkzeug (13) aufweist. Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Wellen.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere Kurbel- und Nockenwellen, mit

Werkzeugträger,

endlosem Schleifband, das einen flexiblen Träger und eine Schleifmittelschicht mit Hartstoff aufweist zur Bearbeitung eines um seine Rotationsachse rotierenden Werkstückes,

einem Schleifbandantrieb, welcher das Schleifband während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt, und

einer Spannvorrichtung für das Schleifband, wobei der Werkzeugträger einen Bearbeitungskopf mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen aufweist, die einen Arbeitsbereich des Bearbeitungskopfes begrenzen, und wobei das Schleifband über die Bandumlenkungen geführt ist und im Arbeitsbereich an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes vorbeiläuft.

[0002] Eine Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen ist aus der Druckschrift US 5 951 377 bekannt. Die bei der Finishbearbeitung von Werkstücken verwendeten Schleifbänder haben im Allgemeinen zwar eine lange Standzeit. Ein Problem kann jedoch darin bestehen, dass sich das Schleifband im Laufe der Zeit durch die Werkstückbearbeitung ungleichmäßig abnutzt. Die mit der Bearbeitung erzielbare Oberflächengüte nimmt dann mit zunehmender Benutzungsdauer des Schleifbandes immer weiter ab. Um eine hohe Oberflächengüte zu gewährleisten, ist daher ein häufiger Wechsel des Schleifbandes erforderlich. Dieser Wechsel ist insbesondere bei einer vollautomatisierten, kontinuierlichen Werkstückbearbeitung sehr zeit- und kostenintensiv, da der kontinuierliche Betrieb hierfür unterbrochen werden muss.

[0003] Ausgehend von der beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen anzugeben, die eine kostengünstige und schnelle Finishbearbeitung ermöglicht, und mit der gleichzeitig eine hohe Oberflächengüte erzielbar ist.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass dem umlaufenden Schleifband außerhalb des Arbeitsbereiches eine Vorrichtung zum Abrichten der Schleifmittelschicht zugeordnet ist, welche ein während der Werkstückbearbeitung gegen die Schleifmittelschicht des mit einer auf die Werkstückbearbeitung abgestimmten Bandgeschwindigkeit umlaufenden Schleifbandes zustellbares Abrichtwerkzeug aufweist. Die durch die Bearbeitung der Werkstücke mit der Zeit auftretende ungleichmäßige Abnutzung der Schleifmittelschicht wird hierdurch wirksam ausgeglichen. Die gleichbleibend gleichmäßige Oberfläche des Schleifbandes ermöglicht die Erzielung einer dauerhaft hohen Oberflächengüte und damit eine lange Standzeit des Schleifbandes. Durch die Verlängerung der Austausch-

intervalle des Schleifbandes ergeben sich beachtliche Zeit- und Kostenvorteile, insbesondere bei einer vollautomatisierten, kontinuierlich betriebenen Werkstückbearbeitung, da in diesem Falle ein kontinuierlicher Betrieb ohne Unterbrechung über einen langen Zeitraum hinweg möglich ist. Der Hartstoff kann aus Diamant bestehen. Die Verwendung von diamantfreien Hartstoffen, wie z. B. Keramik oder kunstharzgebundenem Siliciumcarbid, ist jedoch ebenfalls möglich.

[0005] Vorzugsweise besteht das Abrichtwerkzeug aus einer Abrichtrolle. Die Abrichtrolle kann an einem eigenen Antrieb angeschlossen sein, der die Rolle vorzugsweise entgegen der Schleifbandbewegung antreibt, um eine möglichst hohe Relativgeschwindigkeit während des Abrichtvorganges zu gewährleisten. Bei einer sehr hohen, durch die Finishbearbeitung bedingten Geschwindigkeit des Schleifbandes kann die Abrichtrolle auch vom Schleifband angetrieben werden und zur Erzielung einer Relativgeschwindigkeit zwischen Schleifband und Abrichtrolle mit Hilfe einer Bremsvorrichtung gebremst werden. Alternativ kann das Abrichtwerkzeug auch gegenüber dem Schleifband feststehen.

[0006] Der Schleifmittelschicht kann vor der Montage des Schleifbandes auf dem Werkzeugträger eine Prägung verliehen werden, welche sich während der Werkstückbearbeitung entsprechend auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes überträgt. Vorzugsweise weist das Abrichtwerkzeug jedoch eine strukturierte Oberfläche auf, die der Schleifmittelschicht während des Kontaktes mit dem Abrichtwerkzeug eine entsprechende Prägung verleiht. Besonders bevorzugt weist das Abrichtwerkzeug quer zur Bandlaufrichtung eine aus mindestens einem Bogen bestehende Kontur auf, die beim Abrichten des Schleifbandes auf die Schleifmittelschicht übertragen wird. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes eine leichte Balligkeit zu verleihen. Die Balligkeit kann im Bereich von 3 bis 10µm liegen. Diese wird beispielsweise bei einigen modernen, hoch beanspruchten Kurbelwellen, Getriebewellen und dergleichen verlangt. Die Kombination von Abricht- und Profilgebungsvorgang ermöglicht eine einfache und kostengünstige Erzeugung komplexer Oberflächengeometrien mit hoher Oberflächengüte.

[0007] Die Vorrichtung zum Abrichten des Schleifbandes kann von Zeit zu Zeit gegen die Schleifmittelschicht zugestellt werden. Vorzugsweise weist die Vorrichtung einen prozessgesteuerten Zustellantrieb für die Zustellung des Abrichtwerkzeuges auf. Die Zustellung kann mittels einer zeitlich festgelegten Taktung erfolgen. Alternativ kann auch die Zahl der bearbeiteten Werkstücke zur Festlegung der Abrichtintervalle dienen. Schließlich ist es auch möglich, die Abnutzung des Schleifbandes während der Bearbeitung zu überwachen und die Abrichtintervalle entsprechend darauf abzustimmen.

[0008] Vorzugsweise umgreift der Bearbeitungskopf

die zu bearbeitende Umfangsfläche gabelförmig so, dass das Schleifband das Werkstück teilweise umschlingt. Hierdurch besteht ein großflächiger Kontakt zwischen Schleifband und Werkstück und resultiert eine gleichmäßige Flächenpressung zwischen Schleifband und Werkstück. Vorzugsweise weist der Bearbeitungskopf relativ zueinander verstellbare Gabelarme auf, an denen die den Arbeitsbereich begrenzenden Bandumlenkungen angeordnet sind. Hierdurch ist eine gezielte Einstellung des Umschlingungswinkels möglich. Es können auch große Umschlingungswinkel von mehr als 180°, eingestellt werden.

[0009] Vorzugsweise ist ein endloses Stützband vorgesehen, das im Arbeitsbereich parallel zum Schleifband gespannt ist und in diesem Bereich die Rückseite des Schleifbandes abstützt. Hierdurch wird die Standzeit des Schleifbandes weiter erhöht, da die mechanische Belastung des Schleifbandes durch die abstützende Wirkung des Stützbandes erheblich reduziert wird.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Wellen gemäß Anspruch 9. Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist in Anspruch 10 beschrieben.

[0011] 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 Finishbearbeitung von Wellen und

Fig. 2 den Schnitt A-A in Fig. 1.

[0012] Die Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere von Kurbel- und Nockenwellen. Die Vorrichtung weist einen Werkzeugträger 1 sowie ein endloses Schleifband 2 zur Bearbeitung eines um seine Rotationsachse A rotierenden Werkstückes 3 auf. Das Schleifband 2 besitzt einen flexiblen Träger 4 und eine Schleifmittelschicht 5 mit Hartstoff 5' (siehe Fig. 2). Ferner ist ein Schleifbandantrieb 6 vorgesehen, welcher das Schleifband 2 während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt. Das Schleifband 2 wird über eine Spannvorrichtung 7 gespannt. Der Werkzeugträger 1 weist einen Bearbeitungskopf 8 mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen 9 auf, die einen Arbeitsbereich L des Bearbeitungskopfes 8 begrenzen und im Ausführungsbeispiel als Umlenkrollen ausgebildet sind. Das Schleifband 2 ist über die Umlenkrollen 9 geführt und läuft im Arbeitsbereich L an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes 3 vorbei. Der Werkzeugträger 1 folgt der Umlaufbewegung des rotierenden Werkstückes 3. Hierzu sind im Ausführungsbeispiel zwei parallel zum Werkstück 3 angeordnete Lagerwellen 10, 10' vorgesehen, deren Gestalt dem Werkstück 3 entspricht. Die Lagerwellen 10, 10' rotieren synchron und phasengleich zum Werkstück 3 um ihre Achsen B, B'. Der Werk-

zeugträger 1 ist an Umfangsflächen 11, 11' der Lagerwellen 10, 10' gelagert, die der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes 3 entsprechen. Dem umlaufenden Schleifband 2 ist außerhalb des Arbeitsbereiches L eine Vorrichtung 12 zum Abrichten der Schleifmittelschicht 5 zugeordnet, welche ein während der Werkstückbearbeitung gegen die Schleifmittelschicht 5 des mit einer auf die Werkstückbearbeitung abgestimmten Bandgeschwindigkeit umlaufenden Schleifbandes 2 zustellbares Abrichtwerkzeug 13 aufweist. Das Abrichtwerkzeug 13 sorgt für einen wirksamen Ausgleich einer durch die Werkstückbearbeitung hervorgerufenen ungleichmäßigen Abnutzung der Schleifmittelschicht 5. Hierdurch wird eine gleichbleibend gleichmäßige Oberfläche der Schleifmittelschicht 5 gewährleistet, so dass auch bei langen Standzeiten des Bandes 2 Werkstücke mit gleichbleibend hoher Oberflächengüte herstellbar sind. Da die Austauschintervalle des Schleifbandes 2 somit deutlich verlängerbar sind, sind hierdurch beachtliche Zeit- und Kostenersparnisse möglich. Dies ist insbesondere bei einer vollautomatisierten, kontinuierlichen Werkstückbearbeitung von Bedeutung, da hierbei die durch einen Schleifbandaustausch bedingten Bearbeitungsunterbrechungen deutlich seltener erforderlich sind. Im Ausführungsbeispiel besteht der Hartstoff 5' aus Diamant. Möglich ist jedoch auch die Verwendung von diamantfreien Hartstoffen, wie z. B. Keramik oder kunstharzgebundenen Siliciumcarbiden. Im Ausführungsbeispiel besteht das Abrichtwerkzeug 13 aus einer Abrichtrolle. Diese weist einen eigenen, nicht näher dargestellten Antrieb auf, der die Abrichtrolle 13 entgegen der Schleifbandlaufrichtung antreibt. Hierdurch ist eine Relativgeschwindigkeit zwischen Abrichtrolle 13 und Schleifband 2 erzielbar, die höher als die auf die Werkstückbearbeitung abgestimmte Geschwindigkeit des Schleifbandes 2 ist. Sofern jedoch die Schleifbandgeschwindigkeit ausreichend hoch ist, kann die Abrichtrolle 13 auch vom Schleifband 2 angetrieben werden. In diesem Falle ist zweckmäßigerweise eine Bremsung der Abrichtrolle 13 vorgesehen, um die gewünschte Relativgeschwindigkeit zwischen Schleifband 2 und Abrichtrolle 13 während des Abrichtens zu gewährleisten. Die Vorrichtung 12 zum Abrichten des Schleifbandes 2 weist einen nicht näher dargestellten prozessgesteuerten Zustellantrieb für die Zustellbewegung der Abrichtrolle 13 auf. Die Zustellbewegung kann über eine zeitlich festgelegte Taktung erfolgen oder aber von der Zahl der bereits bearbeiteten Werkstücke abhängig sein.

[0013] Der Bearbeitungskopf 8 umgreift die zu bearbeitende Umfangsfläche gabelförmig so, dass das Schleifband 2 das Werkstück 3 teilweise umschlingt. Hierdurch besteht ein großflächiger Kontakt zwischen Werkstück 3 und Schleifband 2. Der Bearbeitungskopf 8 weist relativ zueinander verstellbare Gabelarme 14 auf, an denen die den Arbeitsbereich L begrenzenden Umlenkrollen 9 angeordnet sind. Dies erlaubt eine gezielte Einstellung des Umschlingungswinkels α . Insbesondere kann hierbei auch ein sehr großer Umschlin-

gungswinkel α eingestellt werden, der im Ausführungsbeispiel mehr als 180° beträgt. Der Fig. 1 ist ferner zu entnehmen, dass ein endloses Stützband 15 vorgesehen ist, das im Arbeitsbereich L parallel zum Schleifband 2 gespannt ist und in diesem Bereich L die Rückseite des Schleifbandes 2 abstützt. Das Stützband 15 wird hierbei ebenfalls über die an den Gabelarmen 14 angeordneten Umlenkrollen 9 geführt. Das Stützband 15 wird über eine separate zweite Spannvorrichtung 16 gespannt und über einen separaten zweiten Stützbandantrieb 17 angetrieben. Die Arbeitsweise der beiden Antriebe 6, 17 ist so aufeinander abgestimmt, dass sich das Stützband 15 und das Schleifband 2 gleichgerichtet mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegen. Das vorzugsweise aus Metall bestehende Stützband bewirkt eine Zugentlastung des Schleifbandes, so dass auch Schleifbänder mit geringerer Zugfestigkeit eingesetzt werden können. Das Stützband 15 kann alternativ ebenfalls vom Schleifbandantrieb 6 angetrieben werden oder aber auch gegenüber dem Schleifband 2 fest stehen.

[0014] Die Fig. 2 zeigt den Schnitt A-A der Fig. 1. Der Schnittdarstellung ist zu entnehmen, dass die Abrichtrolle 13 quer zur Bandlaufrichtung eine - in der Fig. 2 übertrieben dargestellte - bogenförmige Kontur 18 aufweist, die beim Abrichten des Schleifbandes 2 auf die Schleifmittelschicht 5 übertragen wird. Hierdurch kann beispielsweise an dem zu bearbeitenden Werkstück 3 eine leicht ballige Oberfläche erzeugt werden. Die Balligkeit h liegt im Ausführungsbeispiel im Bereich von 3 bis $10\mu\text{m}$. Eine derartige Balligkeit wird beispielsweise bei einigen modernen hochbeanspruchten Wellen verlangt. Durch die Kombination des Abrichtvorganges mit einem gleichzeitigen Profilgebungsvorgang können somit auch komplexe Oberflächengeometrien mit hoher Oberflächengüte auf einfache und kostengünstige Weise erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere von Kurbel- und Nockenwellen, mit Werkzeugträger (1), endlosem Schleifband (2) das einen flexiblen Träger (4) und eine Schleifmittelschicht (5) mit Hartstoff (5') aufweist, zur Bearbeitung eines um seine Rotationsachse (A) rotierenden Werkstückes (3), einem Schleifbandantrieb (6), welcher das Schleifband (2) während einer Werkstückbearbeitung kontinuierlich antreibt, und einer Spannvorrichtung (7) für das Schleifband (2), wobei der Werkzeugträger (1) einen Bearbeitungskopf (8) mit zwei zueinander beabstandeten Bandumlenkungen (9) aufweist, die einen Arbeitsbereich (L) des Bearbeitungskopfes (8) begrenzen und wobei das Schleifband (2) über die Bandumlenkungen (9) geführt ist und im Arbeitsbereich (L) an der zu bearbeitenden Umfangsfläche des Werkstückes (3) vorbeiläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem umlaufenden Schleifband (2) außerhalb des Arbeitsbereiches (L) eine Vorrichtung (12) zum Abrichten der Schleifmittelschicht (5) zugeordnet ist, welche ein während der Werkstückbearbeitung gegen die Schleifmittelschicht (5) des mit einer auf die Werkstückbearbeitung abgestimmten Bandgeschwindigkeit umlaufenden Schleifbandes (2) zustellbares Abrichtwerkzeug (13) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abrichtwerkzeug (13) aus einer Abrichtrolle besteht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abrichtwerkzeug (13) eine strukturierte Oberfläche aufweist, die der Schleifmittelschicht (5) während des Kontaktes mit dem Abrichtwerkzeug (13) eine entsprechende Prägung verleiht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abrichtwerkzeug (13) quer zur Bandlaufrichtung eine aus mindestens einem Bogen bestehende Kontur (18) aufweist, die beim Abrichten des Schleifbandes (2) auf die Schleifmittelschicht (5) übertragen wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (12) zum Abrichten des Schleifbandes (2) einen prozessgesteuerten Zustellantrieb für die Zustellbewegung des Abrichtwerkzeuges (13) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bearbeitungskopf (8) die zu bearbeitende Umfangsfläche gabelförmig so umgreift, dass das Schleifband (2) das Werkstück (3) teilweise umschlingt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bearbeitungskopf (8) relativ zueinander verstellbare Gabelarme (14) aufweist, an denen die den Arbeitsbereich (L) begrenzenden Bandumlenkungen (9) angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein endloses Stützband (15) vorgesehen ist, das im Arbeitsbereich (L) parallel zum Schleifband (2) gespannt ist und in diesem Bereich (L) die Rückseite des Schleifbandes (2) abstützt.
9. Verfahren zur Finishbearbeitung von Wellen, insbesondere von Kurbel- und Nockenwellen, wobei eine Werkstückfläche eines um seine Rotationsachse

rotierenden Werkstückes mit Hilfe eines kontinuierlich angetriebenen, an der Werkstückfläche vorbeilaufenden endlosen Schleifbandes das einen flexiblen Träger und eine Schleifmittelschicht mit Hartstoff aufweist, bearbeitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Werkstückbearbeitung die Schleifmittelschicht mit Hilfe eines gegen das Schleifband zustellbaren Abrichtwerkzeuges abgerichtet wird, um eine durch die Werkstückbearbeitung hervorgerufene ungleichmäßige Abnutzung des Schleifbandes auszugleichen. 5
10

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifband während des Abrichtvorganges eine Prägung quer zur Bandlaufrichtung durch eine entsprechende Formgebung des Abrichtwerkzeuges erhält. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

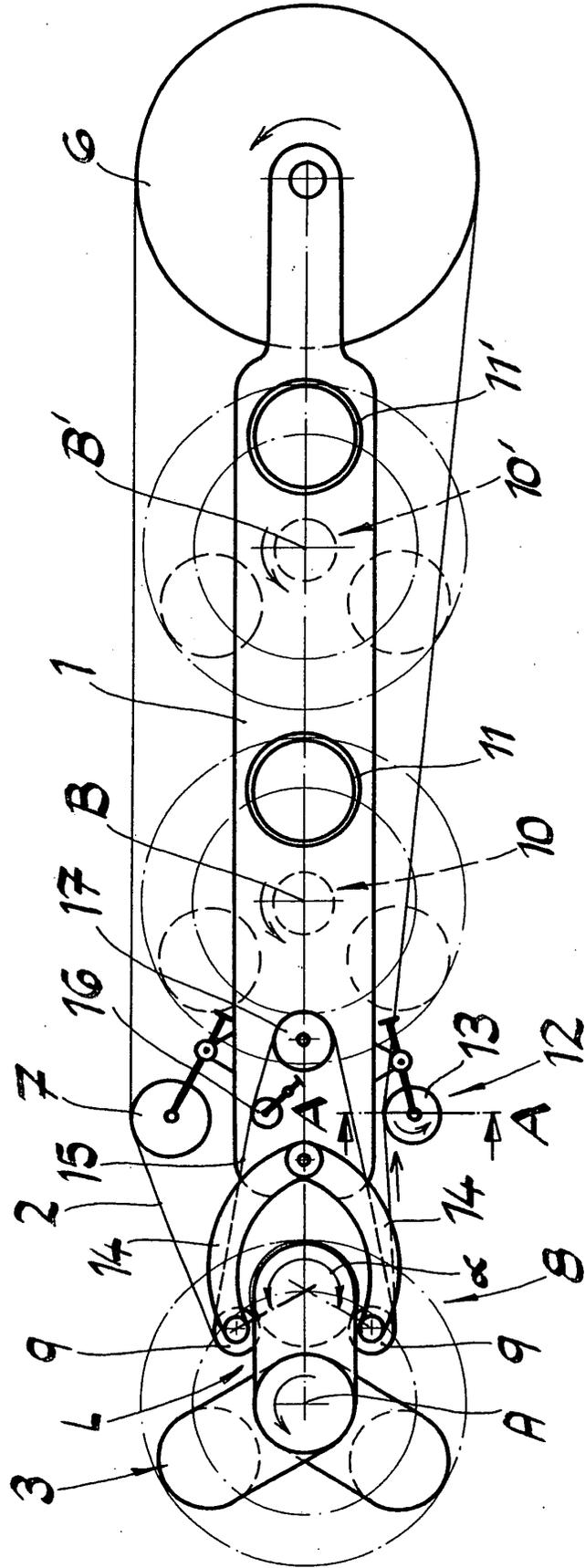


Fig. 2

