

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 737 545 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
16.10.1996 Patentblatt 1996/42

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B24B 7/17

(21) Anmeldenummer: 96103740.5

(22) Anmeldetag: 09.03.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE GB SE

(30) Priorität: 08.04.1995 DE 19513383

(71) Anmelder:  
• Supfina Grieshaber GmbH & Co.  
D-42859 Remscheid (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE GB SE  
• ROBERT BOSCH GmbH  
70469 Stuttgart (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE

(72) Erfinder:  
• Steinwender, Horst  
42859 Remscheid (DE)  
• Strätz, Georg  
96052 Bamberg (DE)

(74) Vertreter: Dreiss, Fuhlendorf & Steimle  
Patentanwälte  
Gerokstrasse 6  
70188 Stuttgart (DE)

#### (54) Vorrichtung zum beidseitigen Feinstbearbeiten eines Werkstücks

(57) Bei einer Vorrichtung zum beidseitigen Feinstbearbeiten von scheibenförmigen Werkstücken mit planer und/oder sphärischer Oberfläche sind an zwei Orbitsspindeln zwei Werkzeugspindeln mit zwei Werkzeugen vorgesehen, wobei die beiden Werkzeuge an den beiden stirnseitigen Oberflächen des Werkstücks

angreifen. Die Werkzeugspindeln laufen mit einem bestimmten Abstand um die Achsen der beiden Orbitsspindeln um. Auf diese Weise werden hervorragende Schlibbilder und Schleifergebnisse erzielt.

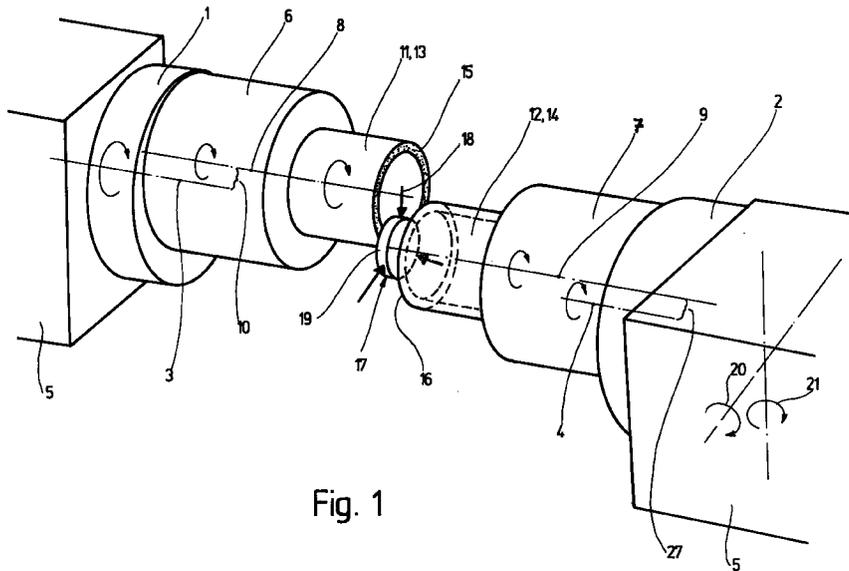


Fig. 1

EP 0 737 545 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum beidseitigen Feinstbearbeiten oder Superfinishen von scheibenförmigen Werkstücken oder Werkstückflächen mit planer und/oder sphärischer Oberfläche.

Derartige Vorrichtungen sind z.B. aus der EP 640 436 A1 oder EP 640 437 A1 bekannt. Diese beiden Druckschriften betreffen eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Feinschleifen eines Bremsscheibenkranzes einer Bremsscheibe, wobei das Werkzeug über eine gelenkige Aufnahme relativ zu der zu bearbeitenden Fläche verstellbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß mit ihr scheibenförmige Werkstücke optimal auf beiden Seiten gleichzeitig bearbeitet werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zum beidseitigen Feinstbearbeiten oder Superfinishen von scheibenförmigen Werkstücken mit planen und/oder sphärischen Oberflächen Mittel zum Aufnehmen des Werkstücks aufweist und außerdem versehen ist mit einem ersten, in einer ersten Werkzeugspindel drehbar aufgenommenen Werkzeug zum Bearbeiten der einen Oberfläche des Werkstücks, wobei die erste Werkzeugspindel in einer ersten Orbitsspindel drehbar aufgenommen ist und die Achse der ersten Werkzeugspindel und die Achse der ersten Orbitsspindel einen ersten Abstand zueinander aufweisen, mit einem zweiten, in einer zweiten Werkzeugspindel drehbar aufgenommenen Werkzeug zum Bearbeiten der anderen Oberfläche des Werkstücks, wobei die zweite Werkzeugspindel in einer zweiten Orbitsspindel drehbar aufgenommen ist und die Achse der zweiten Werkzeugspindel und die Achse der zweiten Orbitsspindel einen zweiten Abstand zueinander aufweisen, und bei der Bearbeitung des Werkstücks beide Orbitsspindeln und beide Werkzeugspindeln in Drehbewegung versetzt werden.

Unter scheibenförmiger Werkstückfläche werden z.B. Stirnflächen von Bohrungen verstanden, die in einem Gehäuse, z.B. Pumpengehäuse, vorgesehen sind. Nachfolgend wird stets auf scheibenförmige Werkstücke Bezug genommen, wobei dies nicht einschränkend verstanden werden soll.

Mit einer derartigen Vorrichtung können scheibenförmige Werkstücke auf einfache und schnelle Art und Weise bearbeitet werden. Außerdem führt die erfindungsgemäße Vorrichtung zu minimalen Verformungen des Werkstücks, was sich in sehr engen Bearbeitungstoleranzen widerspiegelt. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können verschiedene Schlibfbilder, insbesondere kann ein Kreuzschlibf erzeugt werden.

Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, daß die Mittel zum Aufnehmen des Werkstücks dieses an seinen Randflächen aufnehmen. Bevorzugt bilden die Mittel zum Aufnehmen des Werkstücks eine Dreipunkt- oder Dreilinielagerung. Eine andere Ausführungsform sieht vor, daß zur Halterung des Werkstücks eine Spann-

zange verwendet wird. Das Haltemittel ergreift das Werkstück an dessen Randfläche, so daß die zu bearbeitenden Stirnseiten frei zugänglich sind. Außerdem wird das Werkstück über die Haltemittel gegen Drehbewegungen, radialen Versatz u.dgl. festgehalten. Die Bestückung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und die Werkstückentnahme kann vollautomatisch, z.B. über eine Revolverhalterung oder linear verfahrbare Halterung erfolgen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Drehrichtungen aller Spindeln gleich. Dies hat den Vorteil, daß innerhalb der Spindelantriebe auf Vorrichtungen zur Drehrichtungsumkehr verzichtet werden kann.

Bei anderen Ausführungsformen ist vorgesehen, daß die Drehrichtungen der ersten Werkzeugspindel und/oder der ersten Orbitsspindel ungleich der Drehrichtungen der zweiten Werkzeugspindel und/oder der zweiten Orbitsspindel ist. Durch diese Ausgestaltung können eine Vielzahl von unterschiedlichen Superfinishverfahren durchgeführt werden.

Dadurch, daß das erste Werkzeug und/oder das zweite Werkzeug, insbesondere hydraulisch, pneumatisch oder über eine NC-Steuerung von beiden Seiten des Werkstücks anstellbar sind, ist ein vollautomatischer Betrieb möglich. Außerdem ist eine Einbindung des Ansteuerantriebs in herkömmliche Maschinen problemlos möglich.

Optimale Arbeitsergebnisse werden dadurch erzielt, daß die Achsen der beiden Werkzeuge um einen von 0° verschiedenen Winkel, insbesondere um 90° zueinander versetzt sind. Auf diese Weise greift an Abschnitten des Werkstücks jeweils nur ein Werkzeug und greifen an anderen Abschnitten des Werkstücks beide Werkzeuge gleichzeitig an. Außerdem greift an wiederum anderen Abschnitten des Werkstücks keines der Werkzeuge an, so daß diese Abschnitte gereinigt und/oder gekühlt werden können.

Vorteilhaft laufen die Achsen der Werkzeuge um den Mittelpunkt des Werkstücks, insbesondere kreisförmig um. Dabei ist bevorzugt der Winkelversatz der beiden Werkzeuge bei der Umlaufbewegung der Werkzeuge um den Mittelpunkt des Werkstücks konstant. Auf diese Weise werden optimale Bearbeitungsbedingungen, bei denen eine hohe Schnittleistung, enge Toleranzen, optimale Oberflächengüte usw. erzielt werden, beibehalten.

Eine Ausführungsform sieht vor, daß die Achsen der Werkzeugspindeln mechanisch oder elektronisch gekoppelt sind. Bei der elektronischen Kopplung besteht außerdem die Möglichkeit, daß gezielt in den Verfahrensablauf eingegriffen werden kann, z.B. initiiert durch In-Prozeß-Meßvorrichtungen. Außerdem können die Achsen der Orbitsspindeln mechanisch oder elektronisch miteinander gekoppelt sein.

Zur Einstellung des Kreuzschlibfes und der Ebenheit bzw. sphärischen Geometrie, die konkav oder konvex sein kann, weist die Achse der Werkzeugspindel zur Achse der Orbitsspindel einen einstellbaren, von 0°

verschiedenen Winkel auf. Auf diese Weise können planparallele Oberflächen bearbeitet werden bzw. kann das Werkstück mit planparallelen Stirnseiten versehen werden oder am Werkstück können eine oder zwei konvex oder konkav gewölbte Stirnflächen bearbeitet werden.

Zur Plan- oder Winklereinstellung der Werkstückflächen können die Achsen der Orbitsspindel einen in der horizontalen und/oder vertikalen Ebene einstellbaren, von 0° verschiedenen Winkel zueinander aufweisen.

Bevorzugt ist das Werkzeug eine Topfschleifscheibe oder ein Schleifring. Dies hat den Vorteil, daß die am Werkstück angreifende Fläche des Werkzeugs einen im wesentlichen konstanten Abstand zur Drehachse der Werkzeugspindel aufweist, gegenüber einer vollflächig am Werkstück anliegenden Schleifscheibe.

Vorzugsweise laufen die Achse der ersten und/oder zweiten Orbitsspindel durch den Mittelpunkt des Werkstücks. Bei einer anderen Ausführungsform liegen die Orbitsspindeln koaxial zueinander und weisen einen Abstand zum Mittelpunkt des Werkstücks auf. Durch diese Ausgestaltung sind weitere Variationen im Finishverfahren möglich. Eine zusätzliche Variation wird dadurch erzielt, daß die Drehgeschwindigkeit wenigstens einer der Spindeln variabel ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung die erfindungsgemäße Vorrichtung im einzelnen dargestellt ist. Dabei können die in der Zeichnung dargestellten und in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht zweier Orbitsspindeln mit Werkzeugspindeln, wobei zwischen dem Werkzeug ein Werkstück eingespannt ist; und

Figur 2 eine Ansicht in Richtung des Pfeils II gemäß Figur 1 das Werkstück und die beiden Werkzeuge zeigend.

In der Figur 1 sind von einer nicht näher dargestellten Superfinishmaschine zwei Orbitsspindeln 1 und 2 dargestellt. Diese Orbitsspindeln 1 und 2 besitzen Achsen 3 und 4, um die sie drehbar sind. Der Antrieb der Orbitsspindeln 1 und 2 ist nicht dargestellt und befindet sich innerhalb der Gehäuse 5.

An den Orbitsspindeln 1 und 2 sind Werkzeugspindeln 6 und 7 befestigt, deren Drehachsen 8 und 9 jeweils einen Abstand 10 und 27 zu den Achsen 3 und 4 der Orbitsspindeln 1 und 2 aufweisen. Koaxial zu den Achsen 8 und 9 sind an den Werkzeugspindeln 6 und 7 Werkzeuge 11 und 12 befestigt. Die Spindeln 1 und 2 sowie 6 und 7 sowie die Werkzeuge 11 und 12 drehen sich in Richtung der durch die um die Achsen 3 und 4 sowie 8 und 9 gezeichneten teilkreisbogenförmigen

Pfeile. Die Werkzeuge 11 und 12 sind als Topfschleifscheiben 13 und 14 ausgebildet.

Zwischen den ringförmigen Werkzeugflächen 15 und 16 befindet sich ein scheibenförmiges Werkstück 17, welches von einem lediglich durch drei Pfeile 18 angedeuteten Werkstückhalter an dessen Umfangsrand 19 ortsfest gehalten wird. Dieses Werkstück 17 besitzt parallele Stirnflächen, die von den beiden Werkzeugen 11 und 12 planparallel bearbeitet werden. Das Werkstück 17 kann jedoch auch mit einem oder mit zwei konkav oder konvex gewölbten Stirnseiten versehen sein, die über die beiden Werkzeuge 11 und 12 bearbeitet werden.

Um eine planparallele Bearbeitung der beiden Stirnflächen des Werkstücks 17 zu gewährleisten, sind die beiden Achsen 3 und 4 der Orbitsspindeln 1 und 2 in der horizontalen Ebene und in der vertikalen Ebene in Richtung der Pfeile 20 und 21 oder in deren Gegenrichtung winkelmäßig verstellbar.

Um gewölbte Flächen am Werkstück 17 bearbeiten zu können bzw. um die Werkstücke auf diese Flächen einstellen zu können, ist die Achse 8 der ersten Werkzeugspindel 6 zur Achse 3 der ersten Orbitsspindel 1 und entsprechend die Achse 9 der zweiten Werkzeugspindel 7 zur Achse 4 der zweiten Orbitsspindel 2 winkelmäßig einstellbar. Die Achsen 3 und 8 bzw. 4 und 9 können sich schneiden oder windschief zueinander verlaufen.

In der Figur 2 sind die beiden Werkzeuge 11 und 12 sowie das Werkstück 17 dargestellt. Der Mittelpunkt des Werkstücks 17 ist mit 22 bezeichnet. Durch diesen Mittelpunkt 22 laufen auch die Achsen 3 und 4 der beiden Orbitsspindeln 1 und 2. Mit 23 und 24 sind die beiden Mittelpunkte der Werkstücke 11 und 12 bezeichnet, wobei durch diese Mittelpunkte 23 und 24 die Drehachsen 8 und 9 der Werkzeugspindeln 6 und 7 laufen.

Die Drehachsen 8 und 9 der Werkzeugspindeln 6 und 7 sowie der Werkzeuge 11 und 12 bewegen sich auf einer Umlaufbahn 25 bzw. auf einem kreisförmigen Orbit, der einen Durchmesser 26 besitzt. Der Durchmesser 26 entspricht jeweils etwa dem zweifachen Abstand 10 bzw. 27 der Achsen 3 und 8 der Spindeln 1 und 6 bzw. der Achsen 4 und 9 der Spindeln 2 und 7.

Außerdem ist in Figur 2 erkennbar, daß die beiden Drehachsen 8 und 9 winkelmäßig um einen Winkel  $\alpha$  von etwa 90° versetzt sind, wobei die Drehachse 9 der zweiten Werkzeugspindel 7 der Drehachse 8 der ersten Werkzeugspindel 6 vorausseilt.

Die Größe der Werkzeuge 11 und 12 ist so gewählt, daß der Bereich, in dem beide Werkzeuge 11 und 12 gleichzeitig an beiden Stirnflächen des Werkstücks 17 angreifen, sich im wesentlichen im Bereich des Mittelpunkts 22 befindet. Einseitige Belastungen, die evtl. zu Verformungen führen könnten, werden auf diese Weise vermieden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum beidseitigen Feinstbearbeiten oder Superfinishen von scheibenförmigen Werk-

stücken (17) mit planen und/oder sphärischen Oberflächen, mit Mitteln (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) und mit

- einem ersten, in einer ersten Werkzeugspindel (6) drehbar aufgenommenen Werkzeug (11) zum Bearbeiten der einen Oberfläche des Werkstücks (17), wobei die erste Werkzeugspindel (6) in einer ersten Orbitsspindel (1) drehbar aufgenommen ist und die Achse (8) der ersten Werkzeugspindel (6) und die Achse (3) der ersten Orbitsspindel (1) einen ersten Abstand (10) zueinander aufweisen,
  - einem zweiten, in einer zweiten Werkzeugspindel (7) drehbar aufgenommenen Werkzeug (12) zum Bearbeiten der anderen Oberfläche des Werkstücks (17), wobei die zweite Werkzeugspindel (7) in einer zweiten Orbitsspindel (2) drehbar aufgenommen ist und die Achse (9) der zweiten Werkzeugspindel (7) und die Achse (4) der zweiten Orbitsspindel (2) einen zweiten Abstand (27) zueinander aufweisen, und
  - bei der Bearbeitung des Werkstücks (17) beide Orbitsspindeln (1 und 2) und beide Werkzeugspindeln (6 und 7) in Drehbewegung versetzt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) dieses an seinen Randflächen (19) aufnehmen.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) eine Dreipunkt- oder Dreilinienerlagerung, eine Spann- zange o.dgl. ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die Mittel (18) zum Aufnehmen des Werkstücks (17) dieses gegen Drehbewegungen festgehalten wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehrichtungen aller Spindeln (1 und 2, 6 und 7) gleich ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehrichtungen der ersten Werkzeugspindel (6) und/oder der ersten Orbitsspindel (1) ungleich der Drehrichtungen der zweiten Werkzeugspindel (7) und/oder der zweiten Orbitsspindel (2) ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Werkzeug (11) und/oder das zweite Werk-

zeug (12), insbesondere hydraulisch, pneumatisch oder über eine NC-Steuerung zustellbar sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (8 und 9) der beiden Werkzeuge (11 und 12) um einen von 0° verschiedenen Winkel, insbesondere um 90°, zueinander versetzt sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (8 und 9) der Werkzeuge (11 und 12) um den Mittelpunkt (22) des Werkstücks (17) umlaufen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlaufbahn (25) kreisförmig ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8 und 9 oder 8 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelversatz der beiden Werkzeuge (11 und 12) bei der Umlaufbewegung der Werkzeuge (11 und 12) um den Mittelpunkt (22) des Werkstücks (17) konstant ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (8 und 9) der Werkzeugspindeln (6 und 7) mechanisch oder elektronisch gekoppelt sind.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (8 oder 9) der Werkzeugspindel (6 oder 7) zur Achse (3 oder 4) der Orbitsspindel (1 oder 2) einen einstellbaren, von 0° verschiedenen Winkel aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (3 und 4) der Orbitsspindeln (1 und 2) einen in der horizontalen und/oder vertikalen Ebene einstellbaren, von 0° verschiedenen Winkel aufweisen.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (11, 12) eine Topfschleifscheibe (13, 14) oder ein Schleifring ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (3 oder 4) der ersten und/oder zweiten Orbitsspindel (1 oder 2) durch den Mittelpunkt (22) des Werkstücks (17) laufen.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Orbitsspindeln (1 und 2) koaxial zueinander liegen.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die

Drehgeschwindigkeit wenigstens einer der Spindeln (1, 2, 6 oder 7) variabel ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

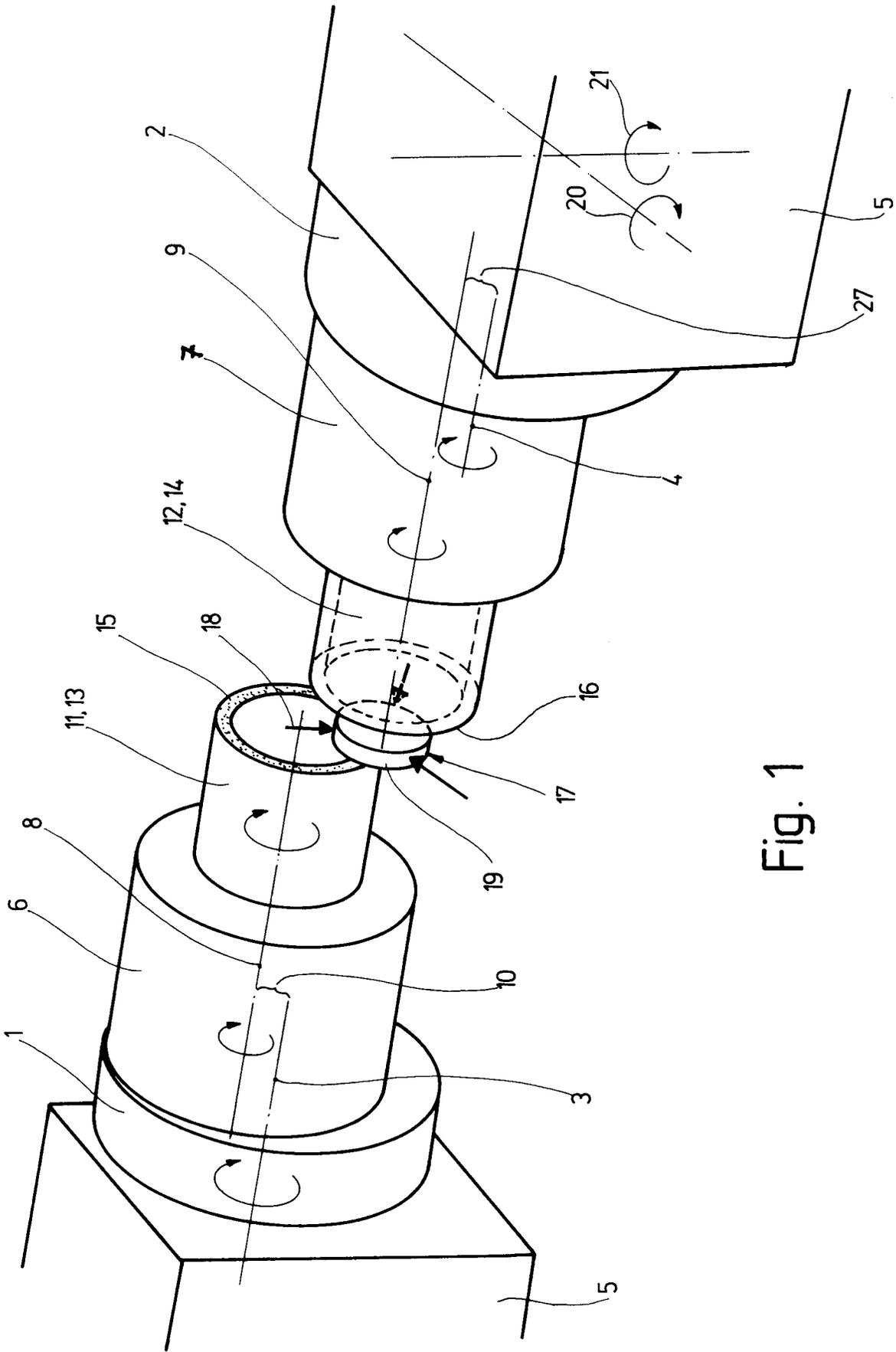


Fig. 1

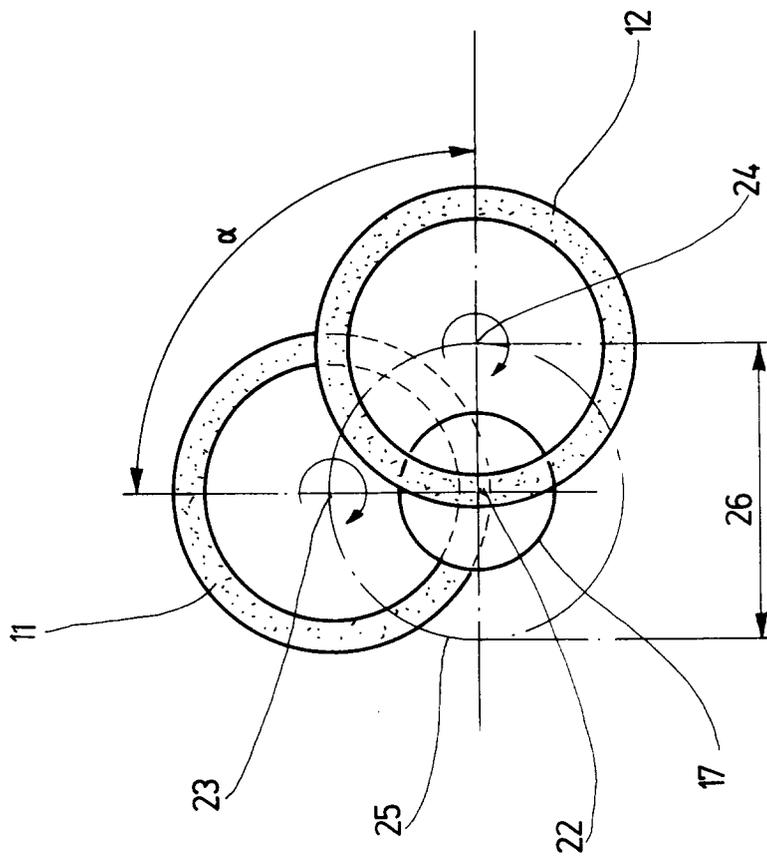


Fig. 2