

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87117432.2**

51 Int. Cl.4: **B24B 19/12**

22 Anmeldetag: **26.11.87**

30 Priorität: **27.11.86 DE 3640563**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.06.88 Patentblatt 88/22**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT SE**

71 Anmelder: **UNI-CARDAN AG**  
**Alte Lohmarer Str. 59**  
**D-5200 Siegburg(DE)**

Anmelder: **INTERATOM Gesellschaft mit**  
**beschränkter Haftung**  
**Friedrich-Ebert-Strasse**  
**D-5060 Bergisch Gladbach 1(DE)**

72 Erfinder: **Riemscheid, Helmut, Dipl.-Ing.**  
**Heiligenstock 53**  
**D-5204 Lohmar-Wahlscheid(DE)**  
Erfinder: **Grewe, Heribert, Dipl.-Ing.**  
**Auf dem Heidgen 42**  
**D-5063 Overath(DE)**  
Erfinder: **Schwarz, Engelbert, Dipl.-Ing.**  
**Hardtstrasse 13**  
**D-5207 Winterscheid(DE)**  
Erfinder: **Weiss, Karl, Dr. Ing.**  
**Kastanienweg 24**  
**D-5205 St. Augustin(DE)**

74 Vertreter: **Neumann, Ernst Dieter et al**  
**Harwardt Neumann Patentanwälte Postfach**  
**14 55 Scheerengasse 2**  
**D-5200 Siegburg(DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Schleifen von Nockenscheiben.**

EP 0 269 100 A2 57 Es wird ein Verfahren zum Fertigstellen von Nockenscheiben mit einer in Achsrichtung liegenden zentralen Öffnung für eine Nockenwelle bereitgestellt, bei dem mehrere Nockenscheiben, insbesondere sämtliche für eine Welle bestimmte Nockenscheiben, mit deckungsgleichen Öffnungsachse der Nockenscheiben ausgerichtet ist, bearbeitet werden. Ein zusätzliches Formschleifwerkzeug kann einen Teil der Bearbeitung übernehmen. Die Nocken werden anschließend auf einem Rohr oder Stab in gewünschter Art festgelegt. Auf diese Weise werden in einem Vorgang sämtliche Nocken einer Welle auf kurzer Spannlänge vor- bzw. fertiggeschliffen.

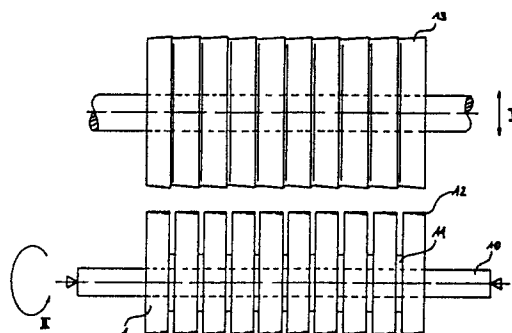


Fig. 2

### Verfahren und Vorrichtung zum Schleifen von Nockenscheiben

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schleifen von Nockenscheiben mit einer Zentralöffnung in Achsrichtung zur Aufnahme eines Stabes oder Rohres, mit dem sie zu einer Nockenwelle zu verbinden sind.

Derartige Nockenscheiben sind Zwischenerzeugnisse für gebaute Nockenwellen bei denen die Nockenscheiben nach der Fertigstellung auf eine Rohr- oder Profildelle aufgeschoben werden und dabei oder anschließend kraft- und/oder formschlüssig mit dieser verbunden werden. Solche gebauten Nockenwellen dienen der Gewichtsreduzierung und der Rationalisierung der Fertigung.

Derartige Nocken werden beispielsweise als Feinstanzteile oder als Sinterteile vorgefertigt; das Vor- und Fertigschleifen dieser Nocken erfolgt bisher nach der Festlegung auf der Nockenwelle nach üblichen Unrundschleifverfahren, wie bei konventionellen gegossenen oder geschmiedeten einstückigen Nockenwellen. Die für dieses Schleifverfahren erforderlichen Schleifvorrichtungen sind kompliziert in Aufbau und Steuerung, da die unterschiedlichen Winkellagen der Nocken nachvollzogen werden müssen. Durch die großen Spannweiten sind größere Toleranzen zu erwarten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes, gute Genauigkeit sicherstellendes Verfahren zum Schleifen von einzelnen Nockenscheiben bereitzustellen, das bei hoher Fertigungsgeschwindigkeit mit geringem Aufwand zu verwirklichen ist. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, das mehrere Nockenscheiben, insbesondere sämtliche für eine Welle bestimmte Nockenscheiben, mit dekkungsgleichen Öffnungen und winkelgleich orientierten Nockenerhebungen zusammengefasst und mittels eines rotierenden Schleifwerkzeugs, dessen Drehachse im wesentlichen parallel zur Öffnungsachse der Nockenscheiben ausgerichtet ist, bearbeitet werden. Mit einem derartigen Verfahren werden im wesentlichen identische Nocken hergestellt, die somit Unregelmäßigkeiten im Ventiltrieb von Zylinder zu Zylinder völlig vermeiden. Das Verfahren bedarf nur eines einzigen Einspannvorganges für eine Mehrzahl von Nocken. Es muß nur ein einziger Steuermechanismus für die Spannvorrichtungsbzw. die Schleifwerkzeugachse vorgesehen werden.

Nach einer ersten Verfahrensart werden die zusammengefassten Nockenscheiben schrittweise oder kontinuierlich nacheinander mittels eines in der Breite über einen Teil ihrer zusammengefassten Länge reichenden Schleifwerkzeuges bearbeitet. Dies hat den Vorteil, daß einfache, handelsübliche Schleifwerkzeuge verwendet werden können. In vereinfachter Verfahrensart gegenüber der Bearbeitung

an fertigen Nockenwellen werden hierbei die Nockenscheiben insgesamt zum einen mit jeweils gleicher Frequenz langsam rotierend und senkrecht zu ihrer Öffnungsachse getaktet oszillierend bewegt und zum anderen in Richtung ihrer Öffnungsachse gegenüber dem achsparallel angeordneten Schleifwerkzeug schrittweise oder kontinuierlich verschoben. Hierbei ist das Verfahren in Bezug auf die Vorrichtung besonders günstig darzustellen, wenn die zueinander achsparallelen Verschiebewegung durch eine Bewegung des oszillierenden Teils, d.h. insbesondere der Spannvorrichtung für die Nocken wahrgenommen wird, während die Schleifmaßzustellung durch eine senkrecht zur Achse liegende Bewegung der Schleifscheibenachse ausgeführt wird. Selbstverständlich umfaßt das erfindungsgemäße Verfahren die kinematische Umkehr der Bewegungsabläufe, d.h. das Festhalten der Spannvorrichtung in Richtung der Achse, während die Schleifscheibe in ihrer Achsrichtung verfahren wird, bzw. bezüglich der Unrundbewegung das achsfeste Rotieren der Spannvorrichtung unter geringer Schleifmaßzustellung bei getakteter oszillieren der Schleifscheibe senkrecht zu ihrer Achse erfolgt.

Nach einer ersten günstigen Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Vorschub in Achsrichtung - schrittweise, und zwar jeweils insbesondere um die Breite einer Nockenscheibe. Wenn hierbei nach einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Schleifscheibenbreite dem ein- oder mehrfachen einer Nockenscheibenbreite entspricht, wird in günstiger Weise verhindert, daß innerhalb einer Nockenlaufbahn Unregelmäßigkeiten stehen.

Ein weiterer günstiger Aspekt dieses Verfahrens ist darin zu sehen, daß bei geringfügig konischer Form der Schleifscheibe eine gewünschte Schrägung jedes einzelnen Nockens erzielt werden kann. Eine derartige Gestalt ist vorteilhaft, um ein regelmäßiges Drehen von direkt beaufschlagten hydraulischen Ventilstößeln zu bewirken.

Nach einer anderen günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, daß die Axialverschiebung kontinuierlich erfolgt, wobei zur Darstellung gleichmäßiger Ergebnisse der Verschiebeweg von einer Nockenbreite nach einem oder mehreren zyklischen Bewegungen der Unrundschleifvorrichtung abgeschlossen sein sollte.

Bei der vorgenannten Verfahrensart kann eine geringfügige Schrägung der Nockenlaufbahnen durch eine Winkelstellung zwischen den Achsen der Schleifscheibe und der Spannvorrichtung erzielt werden. Hierbei entstehen voneinander geringfügig abweichende Nocken, dies ist aber unschädlich, da die Schrägungsdifferenz für einen Nocken mehrfach in-

nerhalb der zulässigen Fertigungstoleranz liegt.

Nach einer zweiten grundsätzlichen Abwandlung des Verfahrens werden die zusammengespannten Nockenscheiben gleichzeitig mittels eines über ihre zusammenge nommene Länge reichenden Schleifwerkzeuges bearbeitet. Dies bedingt zwar Sonderwerkzeuge oder zusammengespannte Werkzeuge, beschleunigt aber das Verfahren und reduziert die Gefahr eines Durchbiegens der Spannvorrichtung. Wie beim Unrundsleifen eines einzelnen Nockens werden hierbei bevorzugt die Nockenscheiben insgesamt zum einen mit gleicher Frequenz langsam rotierend angetrieben und zum anderen senkrecht zu ihrer Öffnungsachse getaktet oszillierend bewegt. Ein axialer Vorschub kann hierbei selbstverständlich grundlegend entfallen.

Auch hierbei ist es ohne weiteres möglich, bei geringfügig konischer Form des Schleifwerkzeuges eine gewünschte Schrägung jedes einzelnen Nockens zu erzielen, um ein regel mäßiges Drehen von direkt beaufschlagten hydraulischen Ventilstößeln zu bewirken. Nach einer günstigen Ausgestaltung kann dabei das Schleifwerkzeug einzelne, der Breite einer Nockenscheibe entsprechende konische Abschnitte haben, die lösbar oder unlösbar miteinander verbunden sind. Jede der Nockenscheiben erhält hierbei bei Identität dieser konischen Abschnitte die gleiche Form.

Nach einer vereinfachten Form kann auch das Schleifwerkzeug insgesamt eine leicht konische Form haben oder bei zylindrischer Form mit geringem Winkel zur Öffnungsachse der Nockenscheiben angestellt sein. Hierbei entstehen wieder voneinander geringfügig abweichende Nocken, die jedoch alle innerhalb der zulässigen Fertigungstoleranz des Gesamtmaßes liegen.

Nach einer Abwandlung der vorstehenden Verfahrensarten kann die Spannvorrichtung bzw. das Schleifwerkzeug auch so gesteuert werden, daß nur die Nockenerhebungen der Nockenscheiben durch ein mit paralleler Drehachse zur Öffnungsachse der Nockenscheiben ausgerichtetes Werkzeug bearbeitet werden, insbesondere um eine Schrägung der Nockenerhebung zu erzeugen, während der Rest der Nockenlaufbahnen durch ein mit senkrecht dazu stehender Achse angeordnetes an ihnen vorbeigeführtes Formschleifwerkzeug bearbeitet wird.

Das günstige Ergebnis läßt sich dann erzielen, wenn die Nocken nach dem Verfahren insgesamt fertiggeschliffen sind und auch nach dem Fügen mit der Welle keiner weiteren Nachbearbeitung bedürfen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist unabhängig von gewissen Einspannfehlern und liefert jeweils völlig oder nahezu identische Nockenscheiben. Die erforderlichen Vorrichtungen können relativ klein gehalten werden.

Da jegliche Umspann- bzw. Nachjustiervorgänge von Nocken zu Nocken hierbei entfallen, kann die

Bearbeitungsgeschwindigkeit wesentlich gesteigert werden. Abwandlungen der bereits angesprochenen Art, die auf kinematischer Umkehr beruhen, sind von der Erfindung einbegriffen. Selbstverständlich können die genannten Vorrichtungen auch dahingehend abgewandelt werden, daß mehrere Schleif-scheiben am Umfang verteilt, insbesondere gegenüberliegend vorgesehen sind. Durch die kurze Aufspannvorrichtung, die möglich ist, wenn nur die Nocken einer Welle zusammengespannt werden, sind auch solche Fehler, die beispielsweise vom Durchbiegen der Welle beim Schleifen herrühren, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht zu erwarten.

Fig. 1 zeigt eine Spannvorrichtung im Schnitt mit einem Einzelschleifwerkzeug,

Fig. 2 zeigt eine Spannvorrichtung in Ansicht mit einem Mehrschleifwerkzeug,

Fig. 3 zeigt eine Spannvorrichtung in zwei Ansichten mit einem Doppelschleifwerkzeug und einem Formschleifwerkzeug sowie einem perspektivisch dargestellten Raumnocken.

In Fig. 1 ist ein mittels einer Spannvorrichtung axial zusammengespanntes Paket von mehreren Nocken gezeigt. Hierin sind einzelne Nocken 1 mit zentralen Durchtrittsöffnungen 2 gezeigt, die decungsgleich aufgespannt sind.

Die Spannvorrichtung besteht aus einer Hülse 3, die im wesentlichen den Durchmesser der Nockenöffnung 2 hat und einen Längsschlitz 4 aufweist. Die Hülse 3 hat einen Innenkonus 4, der mit einem Spannkonus 5 zusammenwirkt. Der Spannkonus 5 wirkt über eine Stützscheibe 6, an deren Stelle auch ein Federpaket treten kann, auf die Nocken 1 und greift über ein Gewindeteil 7 in eine Spannmutter 8 ein, die die Nocken 1 in Gegenrichtung beaufschlagt. Es ist weiterhin mit paralleler Achse eine Schleifscheibe 9 dargestellt, deren Breite der eines Nockens entspricht. Mit dem Doppelpfeil I ist die zyklische Bewegung der Spannvorrichtung senkrecht zu ihrer Achse dargestellt, wobei die Frequenz  $f_1'$  dieser zyklischen Bewegung übereinstimmt mit der Frequenz  $f_1$  der Rotation der Spannvorrichtung, die durch den Drehpfeil II gekennzeichnet sein soll. Daneben gibt der Pfeil III den Fortschritt der Spannvorrichtung in axialer Richtung an, der schrittweise oder kontinuierlich erfolgen kann. Der Pfeil IV gibt die Zustellbewegung der an sich achsfesten Schleifscheibe 9 an. Abwandlungen und Umkehrungen ergeben sich ohne weiteres aus der Zeichnung, die Vorrichtungen für die Darstellung der Bewegung sind als solche bekannt.

In Fig. 2 ist unten eine Spannvorrichtung gezeigt, bei der die Spannmittel nicht im einzelnen dargestellt sind, sondern nur ein Spanndorn 10 erkennbar ist, auf den die Nockenscheiben 1 unter Zwischenschalten von Distanzscheiben 11 aufgespannt sind. Mit gestrichelten Linien ist angedeutet,

daß die Nockenscheiben nach dem Fertigschleifen jeweils eine geringe Schrägung 12 aufweisen. Dies ergibt sich ohne weiteres aus der gestuft konischen Form des Schleifwerkzeuges 13. Der Drehpfeil II gibt wiederum die Drehbewegung des Spannwerkzeuges 11 an, während der Doppelpfeil V kenntlich macht, daß das Schleifwerkzeug 13 eine oszillierende Bewegung zur Erzeugung der Nockenform ausüben soll, der ein Vorschub überlagert werden kann.

In Fig. 3 ist in a) in einer ersten Ansicht und in b) in einer zweiten Ansicht jeweils ein im einzelnen nicht näher dargestellter Spanndorn 10 mit zwei Nockenscheiben und einer dazwischenliegenden Distanzscheibe 11 dargestellt, dem ein Doppelschleifwerkzeug 15 mit spiegelbildlich konischer Form 15 gegenüberliegt. Mit gestrichelten Linien ist wiederum angedeutet, daß zumindest im Bereich der Nockenerhebung die Nocken eine Schrägung 14 nach dem Fertigschleifen annehmen. Neben den beiden parallelachsigen Anordnungen ist mit senkrecht zur Bildebene stehender Drehachse gegenüberliegend zum Doppelschleifwerkzeug 15 ein Formschleifwerkzeug 16 dargestellt, das die Nockenform außerhalb des Nockenerhebungsbereiches vorgehen und bearbeiten soll. Mit dem Drehpfeil II ist wiederum die rotierende Bewegung des Spanndornes 10 angedeutet, während der Doppelpfeil V die oszillierende Bewegung des Doppelschleifwerkzeuges 15 verdeutlicht, dem eine axiale Zustellbewegung überlagert werden kann. Mit dem Grundkreis des Nockens kommt das Doppelschleifwerkzeug aufgrund der Konusform nicht in Kontakt, vielmehr wird ausschließlich die konische Nockenerhebung 1" vom Schleifwerkzeug 15 bearbeitet. Der Grundkreis wird vom Formschleifwerkzeug 16 mittels einer Bewegung in Richtung des Doppelpfeils VI erzeugt, wobei eine Zustellbewegung in Richtung des Doppelpfeils VII möglich ist.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Nocken
- 2 Durchtrittsöffnung
- 3 Hülse
- 4 Längsschlitz
- 5 Spannkonus
- 6 Stützscheibe
- 7 Gewindeteil
- 8 Spannmutter
- 9 Einfachschleifwerkzeug
- 10 Spanndorn
- 11 Distanzscheibe
- 12 Schrägung
- 13 Mehrfachschleifwerkzeug
- 14 Schrägung
- 15 Doppelschleifwerkzeug

#### 16 Formschleifwerkzeug

1. Verfahren zum Schleifen von Nockenscheiben mit einer in Achsrichtung liegenden zentralen Öffnung für die Aufnahme eines Stabes oder Rohres, mit dem sie zu einer Nockenwelle zu verbinden sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß mehrere Nockenscheiben, insbesondere sämtliche für eine Welle bestimmte Nockenscheiben, mit deckungsgleichen Öffnungen und winkelgleich orientierten Nockenerhebungen zusammengepresst und mittels eines rotierenden Schleifwerkzeuges, dessen Drehachse im wesentlichen parallel zur Öffnungsachse der Nockenscheiben ausgerichtet ist, bearbeitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1.

dadurch gekennzeichnet,

daß die zusammengepressten Nockenscheiben - schrittweise oder kontinuierlich nacheinander mittels eines in der Breite über einen Teil ihrer zusammengepressten Länge reichenden Schleifwerkzeuges bearbeitet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Nockenscheiben zum einen mit jeweils gleicher Frequenz langsam rotierend und senkrecht zu ihrer Öffnungsachse getaktet oszillierend angetrieben werden und zum anderen in Richtung ihrer Öffnungsachse relativ gegenüber dem achsparallelen rotierenden Schleifwerkzeug bewegt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verschiebung der Nocken in Richtung ihrer Öffnungsachse schrittweise, insbesondere jeweils nach einem oder mehreren Umläufen der Nockenachse erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verschiebung der Nocken in Richtung ihrer Öffnungsachse jeweils um eine oder mehrere Nockenbreiten erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verschiebung der Nocken in Richtung ihrer Öffnungsachse während ihrer rotierenden und getaktet oszillierenden Bewegung kontinuierlich erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Ausrichtung und Verschiebung der Nocken in Richtung ihrer Öffnungsachse unter einem geringen Winkel zur Achse der Schleifscheibe erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die zusammengespannten Nockenscheiben gleichzeitig mittels eines in der Breite über ihre zusammenge nommene Länge reichenden Schleifwerkzeuges bearbeitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Nockenscheiben insgesamt mit jeweils gleicher Frequenz zum einen langsam rotierend und zum anderen senkrecht zu ihrer Öffnungsachse getaktet oszillierend bewegt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß nur die Nockenerhebungen der zusammengespannten Nockenscheiben mittels eines rotierenden Schleifwerkzeugs, dessen Drehachse im wesentlichen parallel zur Öffnungsachse der Nockenscheiben ausgerichtet ist, bearbeitet werden, während der übrige Teil der Nockenlaufbahnen durch ein mit senkrecht dazu stehender Achse angeordnetes, an ihnen entlanggeführtes Formschleifwerkzeug bearbeitet wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Schleifwerkzeug einen geringen Konuswinkel aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Breite des rotierenden Schleifwerkzeugs der mehrfachen Breite eines Nockens entspricht.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Breite des Schleifwerkzeugs der Gesamtbreite der zusammengespannten Nockenscheiben, einschließlich etwaiger Distanzscheiben entspricht.

14. Vorrichtung nach den Ansprüche 11 bis 13.

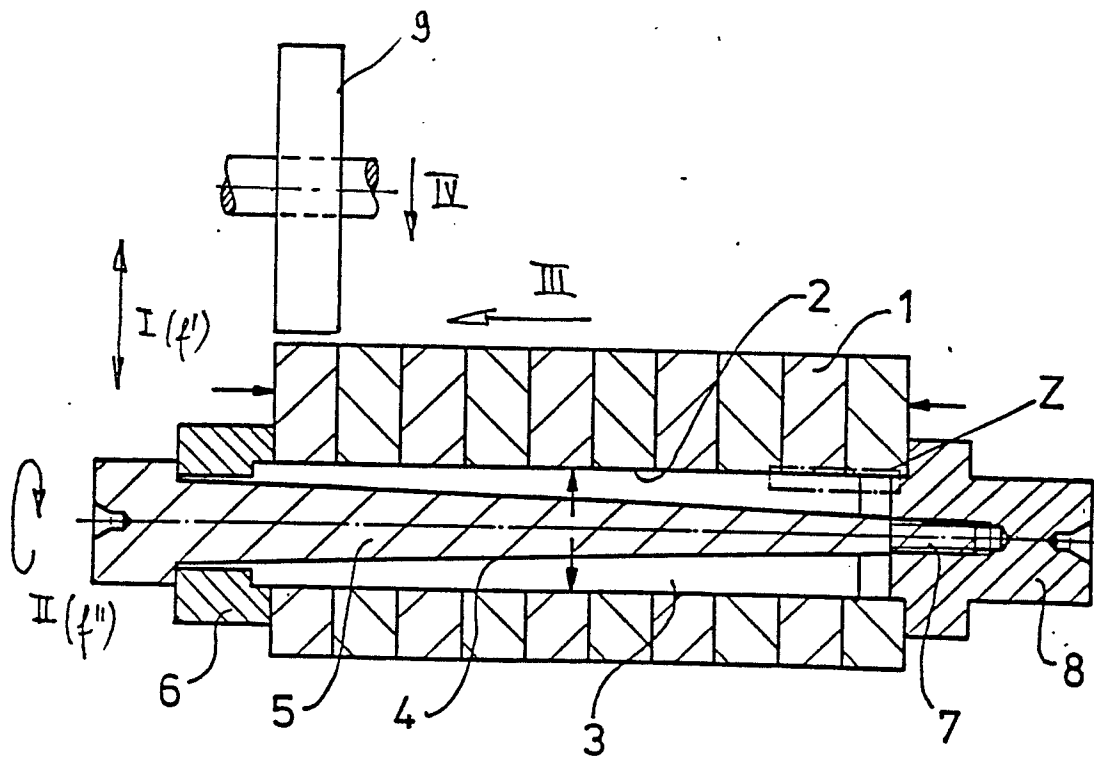
dadurch gekennzeichnet,

daß das Schleifwerkzeug einzelne, der Breite einer Nockenscheibe entsprechende konische Abschnitte hat, die lösbar oder unlösbar miteinander verbunden sind.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Schleifwerkzeug senkrecht zu seiner Drehachse zur Einstellung des Schleifmaßes zustellbar ist.



Draufsicht Z

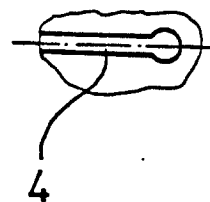
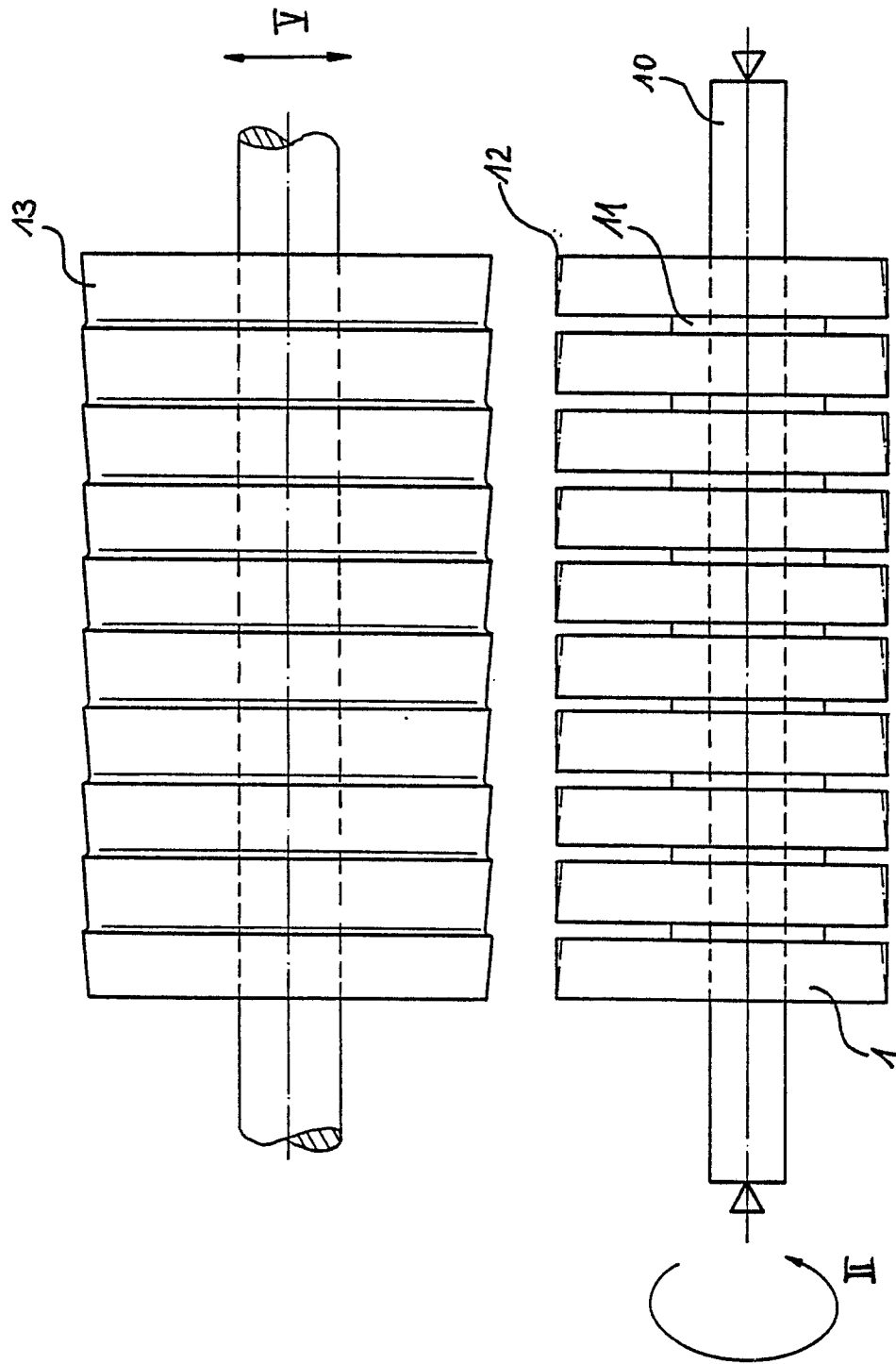


Fig. 1

Fig. 2



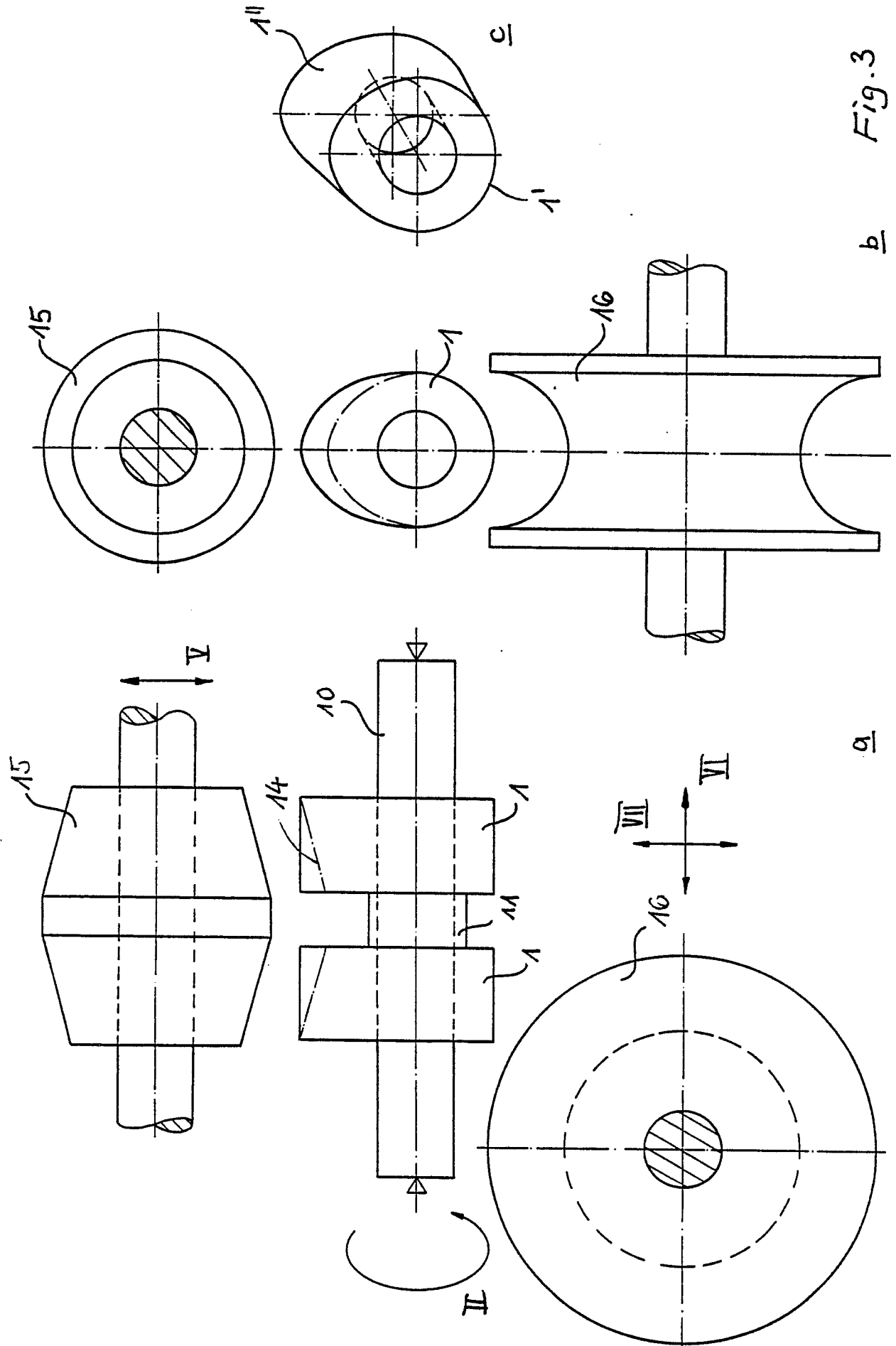


Fig. 3

b

a