

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 039 984 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.03.2003 Patentblatt 2003/10**

(51) Int Cl.7: **B24B 5/00**, B24B 35/00,  
B24B 33/00, B24B 27/00

(21) Anmeldenummer: **98948966.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP98/05808**

(22) Anmeldetag: **11.09.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 99/032258 (01.07.1999 Gazette 1999/26)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHLEIFEN VON WERKSTÜCKEN MIT ZUM SCHLEIFEN ZEITPARALLELER FEINSTBEARBEITUNG**

METHOD AND DEVICE FOR POLISHING WORKPIECES WITH A SIMULTANEOUS SUPERFINISH  
PROCEDE ET DISPOSITIF POUR POLIR DES PIECES AVEC SUPERFINITION SIMULTANEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT**

(72) Erfinder: **JUNKER, Erwin**  
**D-77815 Bühl (DE)**

(30) Priorität: **18.12.1997 DE 19756610**

(74) Vertreter: **Leske, Thomas, Dr. et al**  
**Patentanwalt,**  
**Kanzlei FROHWITTER,**  
**Postfach 86 03 68**  
**81630 München (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.10.2000 Patentblatt 2000/40**

(73) Patentinhaber: **Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH**  
**77787 Nordrach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 333 041**                      **DE-A- 4 227 315**  
**US-A- 4 222 203**                      **US-A- 5 224 300**

**EP 1 039 984 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen eines Werkstückes mit den Merkmalen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen gemäß Oberbegriff von Anspruch 4.

**[0002]** Die insbesondere im Motoren- und Getriebebau benötigten Bauteile erfordern sehr enge Fertigungstoleranzen. Diese engen Fertigungstoleranzen werden hauptsächlich durch Feinbearbeiten und anschließendes Feinstbearbeiten erzielt. Lagersitze oder andere im späteren Einsatz hochbelastete Bauteilabschnitte werden daher oft zunächst geschliffen und anschließend noch einer Feinstbearbeitung unterzogen, um die benötigte Form- und Oberflächenqualität im Hinblick auf Lebensdauer und Laufeigenschaften zu erzielen.

**[0003]** Das Feinbearbeiten und das Feinstbearbeiten sind in der Regel zwei aufeinanderfolgende Arbeitsgänge auf zwei eigens dafür ausgelegten Werkzeugmaschinen. Nachteilig dabei ist, daß einerseits die Anzahl unterschiedlicher Werkzeugmaschinen in starkem Maße den zur Realisierung der Herstellung eines bestimmten Bauteils erforderlichen Investitionsaufwand erhöht und daß andererseits die Fertigungskosten für das betreffende Bauteil durch höhere Durchlaufzeiten mit zwischengeschalteten Transportoperationen ebenfalls erhöht werden. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die erneute Aufspannung in der die Feinstbearbeitung realisierenden Werkzeugmaschine Fehler auftreten können, welche sich für die geforderten Fertigungstoleranzen als nachteilig erweisen.

**[0004]** Feinstbearbeitungsverfahren schließen insbesondere das Honen ein. Honen ist ein spanendes Fertigungsverfahren mit gebundenem Korn zur Verbesserung bzw. Änderung von Form, Maßgenauigkeit und Oberflächengüte des Werkstückes, wobei das Werkzeug ständig mit der Oberfläche des Werkstückes im Eingriff ist. Honen wird im allgemeinen im Anschluß an eine vorhergehende Feinbearbeitung, wie z.B. Schleifen, zur Endbearbeitung angewandt. Insbesondere das sog. Kurzhubhonen wird auch als Feinhonen, Finishbearbeiten oder Superfinishbearbeiten, Feinziehschleifen oder Schwingschleifen bezeichnet.

**[0005]** Bekannt sind Werkzeugmaschinen zum Schleifen und Werkzeugmaschinen beispielsweise zur Superfinishbearbeitung (siehe Firmenprospekt IMPCO Machine Tools, USA, 1994). Neben den oben geschilderten Nachteilen hinsichtlich des Investitionsaufwandes und des Fertigungsaufwandes erfordert das Konzept von zwei jeweils unterschiedlichen Werkzeugmaschinen für die Feinbearbeitung bzw. die Feinstbearbeitung auch einen erheblichen Entwicklungsaufwand.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken zu schaffen, mittels welchem bzw. welcher die Geometrie des Werkstückes maß- und

formhaltig bearbeitet, mit der erforderlichen Oberflächengüte versehen und die Fertigungszeit und damit die Stückkosten des Werkstückes erheblich verringert werden.

5 **[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie mit einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen gemäß Anspruch 4 gelöst.

10 **[0008]** Bei dem Verfahren zum Schleifen eines Werkstückes, insbesondere eines Wellenteils eines Getriebes, wird das Werkstück zur Bearbeitung eingespannt und die Geometrie des Werkstückes maß- und formhaltig geschliffen. Erfindungsgemäß wird zumindest ein Teil der Oberfläche des Werkstückes zumindest teilweise zeitparallel zum Schleifen feinstbearbeitet. Vorzugsweise erfolgt das Feinstbearbeiten durch Finishen.

15 **[0009]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt das Schleifen und das Feinstbearbeiten an zylindrischen und/oder konischen Oberflächenabschnitten des Werkstückes.

20 **[0010]** Die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendete Vorrichtung zum Schleifen eines Werkstückes wird insbesondere zum Schleifen von Wellenteilen, beispielsweise eines Getriebes, eingesetzt. Die Vorrichtung weist einen Werkstückspindelstock und einen Reitstock zum Einspannen des Werkstückes sowie eine Schleifeinheit auf. Die Schleifeinheit ist mit mindestens einer Schleifspindel, welche eine Schleifscheibe zum Schleifen des Werkstückes trägt, versehen. Der Werkstückspindelstock und der Reitstock und/oder die Schleifeinheit sind zur Erzielung einer, die gewünschte Werkstückgeometrie erzeugenden Schleifrelativbewegung zwischen der Schleifeinheit und dem Werkstück gesteuert beweglich angeordnet.  
25  
30  
35  
40

**[0011]** Dadurch ist es erstmals möglich, eine Komplettbearbeitung eines Werkstückes, d.h. das Feinbearbeiten und das Feinstbearbeiten auf einer Werkzeugmaschine auszuführen. Dadurch entfallen externe Verkettungen für mehrere Arbeitsgänge mit ggf. dazwischengeschalteten Transportvorgängen. Dadurch, daß die Installation von zwei verschiedenen Werkzeugmaschinen für das Feinbearbeiten und für das Feinstbearbeiten nicht mehr erforderlich sind, kann somit der Investitionsbedarf, können die Gesamtkosten und können auch die Stückkosten erheblich verringert werden. Darüberhinaus ist der erforderliche Platzbedarf geringer, da damit eine geringere Maschinenanzahl bei gleicher Ausbringleistung auf einer definierten Fertigungsfläche vorhanden ist. Des weiteren verringern sich dadurch die Durchlauf- und Lagerzeiten. Die Fertigung kann insgesamt transparenter ausgeführt werden. Weitere Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die Anzahl von Maschi-

nenlieferanten verringert werden kann, da ein identisches Maschinenkonzept für eine Maschine vorliegt, welche sowohl das Feinbearbeiten als auch das Feinstbearbeiten ausführt. Dies führt zu erheblichen Vorteilen auch im Service- und Wartungsbereich.

**[0012]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Schleifeinheit und die Feinstbearbeitungseinheit vorzugsweise bezüglich der Werkstücklängsachse im wesentlichen einander gegenüberliegend angeordnet, so daß zwischen beiden Bearbeitungseinheiten das Werkstück eingespannt ist. Dies hat den Vorteil, daß eine freie Beweglichkeit sowohl der Schleifeinheit als auch der Feinstbearbeitungseinheit ohne gegenseitige Behinderung vorhanden ist. Darüberhinaus kann bei einer solchen Anordnung von Schleifeinheit und Feinstbearbeitungseinheit ein gleichzeitiges Schleifen und Feinstbearbeiten des Werkstückes im wesentlichen über die gesamte Werkstücklänge erfolgen.

**[0013]** Es ist gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel auch möglich, die Schleifeinheit und die Feinstbearbeitungseinheit vorzugsweise bezüglich der Werkstücklängsachse im wesentlichen auf einer Seite des Werkstückes anzuordnen. Dies ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn nur ein Teil der Oberfläche des Werkstückes feinstbearbeitet werden muß und die Länge des zu bearbeitenden Werkstückes groß genug ist, so daß Feinstbearbeitungseinheit und Schleifeinheit während des gleichzeitigen Eingriffs mit dem Werkstück sich nicht gegenseitig behindern.

**[0014]** In einer Ausführungsform weist die Schleifeinheit einen Träger auf, an welchem zwei Schleifspindeln mit jeweils zumindest einer Schleifscheibe so schwenkbar und auf einer gemeinsamen Zustellachse angebracht sind, daß die Schleifscheiben nacheinander mit dem Werkstück in Eingriff bringbar sind. Eine solche Schleifeinheit ist vor allen Dingen dann sinnvoll, wenn unterschiedliche Oberflächenkonturen des Werkstückes mittels der Schleifeinheit maß- und formhaltig zu bearbeiten sind.

**[0015]** Vorzugsweise ist die Feinstbearbeitungseinheit als Feinstschleifeinheit oder als Finisheinheit ausgebildet. Sowohl die Feinstschleifeinheit als auch die Finisheinheit dienen dazu, Oberflächengüten des Werkstückes bzw. eines Teils der Oberfläche dieses Werkstückes zu erzielen, welche im Bereich der mit üblicherweise als Feinstbearbeitung bezeichneten Fertigungsverfahren liegen.

**[0016]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen detailliert erläutert.

**[0017]** Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

5 Fig. 2a den Eingriff einer ersten Schleifspindel der Vorrichtung gemäß Fig. 2 am Werkstück;

Fig. 2b die Zustellung einer zweiten Schleifspindel gemäß Fig. 2 sowie der Feinstbearbeitungseinheit zum Werkstück; und

10 Fig. 3 eine schematische Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

**[0018]** In Fig. 1 ist die Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Zwischen einem Werkstückspindelstock 1 und einem Reitstock 2 ist ein Werkstück 3 zwischen Spitzen 20, 21 eingespannt. Dabei ist die Längsachse des Werkstückes 3 fluchtend mit den Längsachsen der Spindeln des Werkstückspindelstocks 1 und des Reitstocks 2 ausgerichtet. Der Werkstückspindelstock 1 und der Reitstock 2 sind auf einem nicht dargestellten verfahrbaren Schleiftisch entlang einer CNC-Achse Z1 verfahrbar angeordnet. Auf einer Seite der Werkstückspindelstock/Werkstück/Reitstock-Anordnung ist ein Schleifspindelstock 23 vorgesehen. Der Schleifspindelstock 23 weist eine Schleifspindel 14 mit einer Schleifscheibe 15 auf. Der Schleifspindelstock 23 ist bezüglich einer Bewegungsachse X1 im Sinne einer Zustellung zu dem Werkstück 3 beweglich angeordnet. Die Längsachse der Schleifspindel 14 kann bezüglich der Achse des Werkstückes parallel oder horizontal verschwenkbar angeordnet sein.

**[0019]** Anstelle des Werkstückspindelstocks 1 und des Reitstocks 2 kann auch der Schleifspindelstock 23 in Richtung der Z1-Achse verfahrbar sein. In einem solchen Fall sind der Werkstückspindelstock 1 und der Reitstock 2 auf dem Maschinenständer fest montiert. Gegenüberliegend zu dem Schleifspindelstock 23 ist in einer im wesentlichen horizontalen Ebene eine Feinstbearbeitungseinheit 25 angeordnet.

**[0020]** Mittels dieser Feinstbearbeitungseinheit 25 wird die Oberfläche des Werkstückes 3 entsprechend den Form-, Toleranz- und Oberflächenanforderungen nachbearbeitet, wobei die Feinstbearbeitung zeitparallel zum Eingriff der Schleifscheibe 15 mit dem Werkstück 3 durchführbar ist.

**[0021]** Diese Feinstbearbeitungseinheit 25 ist beispielsweise mit einer Superfinisheinheit versehen. Die Feinstbearbeitungseinheit 25 ist entlang von zwei rechtwinklig zueinander angeordneten CNC-Achsen X2 bzw. Z2 verfahrbar, so daß sie vom Schleifspindelstock 23 unabhängige Bewegungen ausführen kann. Dieses Ausführungsbeispiel, bei welchem dem Werkstück gegenüberliegend die Schleifeinheit 14, 15, 23 und die Feinstbearbeitungseinheit 25 angeordnet sind, hat den

Vorteil, daß im wesentlichen die gesamte Oberfläche des Werkstückes 3 mit der Schleifeinheit 14, 15, 23 geschliffen und zeitparallel dazu mit der Feinstbearbeitungseinheit 25 feinstbearbeitet werden kann.

**[0022]** Fig. 2 zeigt die Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Eine Vorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel findet vor allem dann Anwendung, wenn die äußere Kontur des Werkstückes 3 mit mindestens zwei Schleifscheiben bearbeitet werden muß. Auf der einen Seite der Werkstückspindelstock/Werkstück/Reitstock-Anordnung ist wiederum ein Schleifspindelstock 24 vorgesehen. Dieser Schleifspindelstock 24 trägt in einer gemeinsamen horizontalen Ebene zwei Schleifspindeln 12, 13, welche unter einem Winkel zueinander am Schleifspindelstock 24 montiert sind. Jede Schleifspindel 12 bzw. 13 trägt eine für einen jeweiligen Konturabschnitt des Werkstückes vorgesehene und geformte Schleifscheibe. Der Schleifspindelstock 24 ist um den Punkt B verschwenkbar, so daß je nach Fertigungsabfolge die an der Schleifspindel 12 montierte Schleifscheibe 5 oder die an der Schleifspindel 13 montierte Schleifscheibe 6 dem Werkstück 3 zugestellt werden kann. Die um die Schwenkachse B ausführbare Schwenkbewegung des Schleifspindelstocks 24 wird hydraulisch oder CNC-gesteuert ausgeführt.

**[0023]** Der Schleifeinheit 12, 13, 24 gegenüberliegend ist analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 die Feinstbearbeitungseinheit 25 angeordnet. Die gesteuerten Bewegungen der Schleifeinheit 12, 13, 24, der Feinstbearbeitungseinheit 25 und der Werkstückspindelstock/Werkstück/Reitstock-Anordnung sind analog zu den im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 beschriebenen.

**[0024]** In Fig. 2a ist die Schleifspindel 12 des Schleifspindelstockes 24 im Eingriff mit dem Werkstück 3 zum Schleifen einer konischen Kontur 4 mittels der Schleifscheibe 5. Der Übersichtlichkeit halber sind sowohl Schleifspindelstock 24 als auch Feinstbearbeitungseinheit 25 nicht eingezeichnet.

**[0025]** In Fig. 2b ist die Zustellung sowohl der Schleifspindel 13 mit der Schleifscheibe 6 des Schleifspindelstockes 24 als auch der Feinstbearbeitungseinheit 25 mit einem Finishstein 9 zum Werkstück 3 dargestellt. Mit der Schleifscheibe 6 wird ein zylindrischer Zapfen 7 am Werkstück 3 geschliffen. Die konische Kontur 4 des Werkstückes 3 wird gleichzeitig einer Finishbearbeitung unterzogen, um die Oberflächengüte mittels des Finishsteins 9 zu erhöhen. Die Verwendung eines derartigen Finishsteins ist vor allen Dingen dann vorteilhaft, wenn hohe Traganteile in bezug auf die Oberflächengüte der Werkstückoberfläche erzielt werden sollen.

**[0026]** Fig. 3 zeigt die Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind sowohl die Schleifeinheit 14, 15 als auch die Feinstbearbeitungseinheit 25 an einer Seite der Werkstückspindelstock/Werkstück/Reitstock-Anordnung vorgesehen.

Sowohl die Schleifeinheit 14, 15 als auch die Feinstbearbeitungseinheit 25 sind entlang jeweiliger Achsen X1, Z1 bzw. X2, Z2 CNC-gesteuert verfahrbar. Dadurch ist es möglich, die Schleifscheibe 15 und den Finishstein 9 zumindest an einem Teil der Oberfläche des Werkstückes zumindest teilweise zeitparallel zum Schleifen und zum Feinstbearbeiten zum Werkstück 3 zuzustellen. Zur Erzeugung der zum Schleifen bzw. Feinstbearbeiten erforderlichen Relativbewegung zwischen der Schleifscheibe bzw. dem Finishstein 9 und dem Werkstück 3 ist eine Bewegung der Schleifeinheit 14, 15 entlang der Achsen X1, Z1 bzw. der Feinstbearbeitungseinheit 25 entlang der Achsen X2, Z2 möglich, und die Werkstückspindelstock/Werkstück/Reitstock-Anordnung ist fest mit einem Maschinenständer verbunden montiert.

**[0027]** Insbesondere bei Getriebeteilen, welche zylindrische Wellenabschnitte mit unterschiedlichem Durchmesser und beispielweise konisch bzw. kegelig ausgebildete Getrieberäder aufweisen, ist der Einsatz der Vorrichtung und des Verfahrens gemäß der Erfindung vorteilhaft, da die normale Schleifbearbeitung und die Feinstbearbeitung zumindest teilweise zeitparallel erfolgen können und dadurch erhebliche Kosteneinsparungen erzielbar sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen eines Werkstückes, insbesondere eines Wellenteils, bei welchem das Werkstück zur Schleifbearbeitung eingespannt wird; und in der gleichen Aufspannung die Geometrie des Werkstückes anschließend maßund formhaltig mit zumindest einer rotierenden Schleifscheibe geschliffen wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Teil der in der Aufspannung geschliffenen Oberfläche des Werkstückes zumindest teilweise zeitparallel zum Schleifen feinstbearbeitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Feinstbearbeiten durch Finishen ausgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schleifen und das Feinstbearbeiten an zylindrischen und/oder konischen Oberflächensegmenten des Werkstückes erfolgt.
4. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 3, zum Schleifen eines Werkstückes (3), insbesondere eines Wellenteils, welches einen Werkstückspindelstock (1) und einen Reitstock (2) zum Einspannen des Werkstückes (3) sowie eine Schleifeinheit (14, 15, 23) mit zumindest einer, eine Schleifscheibe (15) tragenden Spindel (14) zum Schleifen des Werkstückes (3)

aufweist, wobei der Werkstückspindelstock (1) und der Reitstock (2) und/oder die Schleifeinheit (14, 15, 23) zur Erzielung einer, die gewünschte Werkstückgeometrie erzeugenden Schleifrelativbewegung zwischen der Schleifeinheit (14, 15, 23) und dem Werkstück (3) gesteuert beweglich angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Feinstbearbeitungseinheit (25) vorgesehen ist, welche entsprechend der Geometrie des Werkstückes (3) derart bewegbar ist, dass zumindest ein Teil der in der Aufspannung geschliffenen Oberfläche des Werkstückes (3) zeitparallel zum Schleifen feinstbearbeitbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleifeinheit (14, 15, 23) und die Feinstbearbeitungseinheit (25) so bewegbar sind, daß sie zumindest zeitweise mit dem Werkstück (3) gleichzeitig im Eingriff sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleifeinheit (14, 15, 23) und die Feinstbearbeitungseinheit (25) im wesentlichen einander gegenüberliegend mit dem Werkstück (3) dazwischen angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleifeinheit (14, 15, 23) und die Feinstbearbeitungseinheit (25) im wesentlichen auf einer Seite des Werkstückes (3) angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleifeinheit (14, 15, 23) einen Schleifspindelstock (24) aufweist, an welchem zwei Schleifspindeln mit jeweils zumindest einer Schleifscheibe (12, 13) so schwenkbar und auf einer gemeinsamen Zustellachse (X1) angebracht sind, daß die Schleifscheiben (12, 13) nacheinander mit dem Werkstück (3) in Eingriff bringbar sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feinstbearbeitungseinheit (25) eine Feinstschleifeinheit ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feinstbearbeitungseinheit (25) eine Finisheinheit ist.

## Claims

1. Method for grinding a workpiece in particular a shaft part, in which the workpiece is clamped in place for the grinding working; and the geometry of the workpiece is subsequently ground in the same chucking set-up by at least one rotating grinding wheel in

such a way as to maintain its dimensions and shape, **characterized in that** at least part of the surface of the workpiece ground in the chucking set-up is precision-worked at least partly at the same time as the grinding.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the precision working is performed by finishing.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the grinding and the precision working are performed on cylindrical and/or conical portions of the surface of the workpiece.

4. Apparatus, in particular for carrying out the method according to Claims 1 to 3, for grinding a workpiece (3), in particular a shaft part, which apparatus has a work-spindle headstock (1) and a tailstock (2) for clamping the workpiece (3) in place as well as a grinding unit (14, 15, 23) with at least one spindle (14), bearing a grinding wheel (15), for grinding the workpiece (3), the work-spindle headstock (1) and the tailstock (2) and/or the grinding unit (14, 15, 23) being arranged movably in a controlled manner between the grinding unit (14, 15, 23) and the workpiece (3) for achieving relative movement in grinding, producing the desired workpiece geometry, **characterized in that** a precision-working unit (25) is provided, which can be moved according to the geometry of the workpiece (3) in such a way that at least part of the surface of the workpiece (3) ground in the chucking set-up is able to undergo precision working at the same time as the grinding.

5. Apparatus according to Claim 4, **characterized in that** the grinding unit (14, 15, 23) and the precision-working unit (25) are movable in such a way that at least some of the time they are simultaneously in engagement with the workpiece.

6. Apparatus according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the grinding unit (14, 15, 23) and the precision-working unit (25) are arranged essentially opposite each other with the workpiece (3) in between.

7. Apparatus according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the grinding unit (14, 15, 23) and the precision-working unit (25) are arranged essentially on one side of the workpiece (3).

8. Apparatus according to one of Claims 4 to 6, **characterized in that** the grinding unit (14, 15, 23) has a grinding-spindle headstock (24), to which two grinding spindles each with at least one grinding wheel (12, 13) are attached in such a way that they can swivel and are on a common infeed axis (X1) such that the grinding wheels (12, 13) can successively be brought into engagement with the work-

pièce (3).

9. Apparatus according to one of Claims 4 to 8, **characterized in that** the precision-working unit (25) is a precision-grinding unit.
10. Apparatus according to one of Claims 4 to 8, **characterized in that** the precision-working unit (25) is a finishing unit.

### Revendications

1. Procédé de meulage d'une pièce à usiner, en particulier un élément ondulé, dans lequel la pièce à usiner est serrée pour être traitée à la meule ; et dans le même élément de fixation, la géométrie de la pièce à usiner est ensuite meulée en conservant les dimensions et la forme, avec au moins un disque de meule rotatif, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie de la surface meulée dans l'élément de fixation de la pièce à usiner fait périodiquement l'objet d'une super finition parallèlement au meulage.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la super finition est réalisée par une opération de fini de surface.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le meulage et la super finition sont réalisés au niveau des sections de surface cylindriques et/ou coniques.
4. Dispositif permettant en particulier de mettre en oeuvre le procédé selon les revendications 1 à 3, destiné à meuler une pièce à usiner (3), en particulier un élément ondulé, qui présente une poupée porte-pièce (1) et une poupée mobile (2) permettant de serrer la pièce à usiner (3) ainsi qu'une unité de meulage (14, 15, 23) avec au moins une broche (14) portant un disque de meule (15) destinée à meuler la pièce à usiner (3), moyennant quoi la poupée porte-pièce (1) et la poupée mobile (2) et/ou l'unité de meulage (14, 15, 23) sont disposées de manière mobile en étant commandées de manière à atteindre un déplacement relatif de la meule, produisant la géométrie de pièce à usiner souhaitée, entre l'unité de meulage (14, 15, 23) et la pièce à usiner (3), **caractérisé en ce qu'**il est prévu une unité de super finition (25) qui peut se déplacer conformément à la géométrie de la pièce à usiner (3), de telle sorte qu'au moins une partie de la surface meulée dans l'élément de fixation de la pièce à usiner (3) peut faire l'objet d'un traitement, de super finition parallèlement au meulage.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'unité de meulage (14, 15, 23) et l'unité de

super finition (25) peuvent se déplacer de telle sorte qu'elles sont, au moins périodiquement, en contact en même temps avec la pièce à usiner (3).

- 5 6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'unité de meulage (14, 15, 23) et l'unité de super finition (25) sont disposées de manière à être sensiblement opposées l'une à l'autre, avec une pièce à usiner (3) entre les deux.
- 10 7. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'unité de meulage (14, 15, 23) et l'unité de super finition (25) sont disposées sensiblement d'un côté de la pièce à usiner (3).
- 15 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** l'unité de meulage (14, 15, 23) présente une poupée porte-pièce (24), au niveau de laquelle deux broches porte-meule avec respectivement au moins un disque de meule (12, 13) peuvent pivoter et sont apposées sur un axe de positionnement (X1) commun de telle sorte que les disques de meule (12, 13) peuvent être mis en contact l'un après l'autre avec la pièce à usiner (3).
- 20 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** l'unité de super finition (25) est une unité de polissage.
- 25 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** l'unité de super finition (25) est une unité de fini de surface.

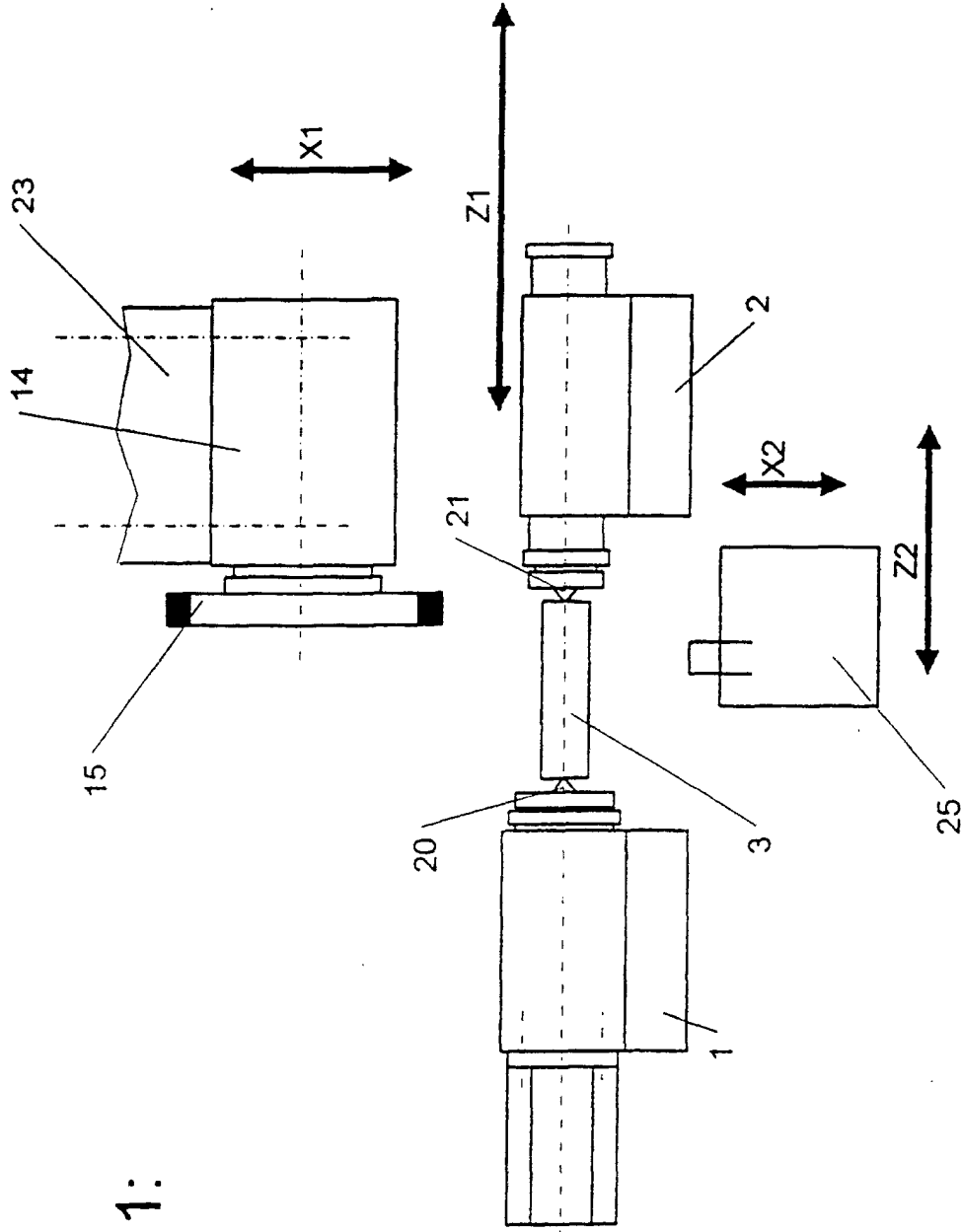


Fig. 1:

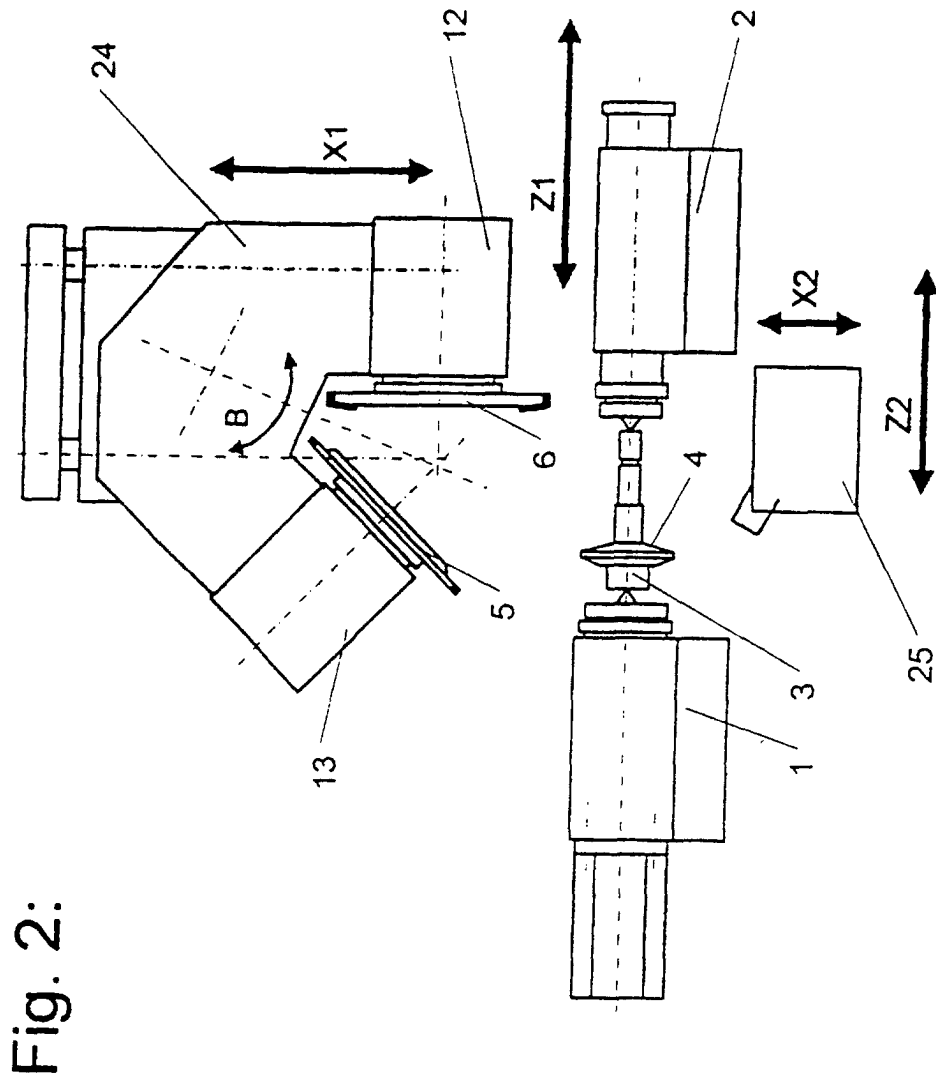


Fig. 2a:

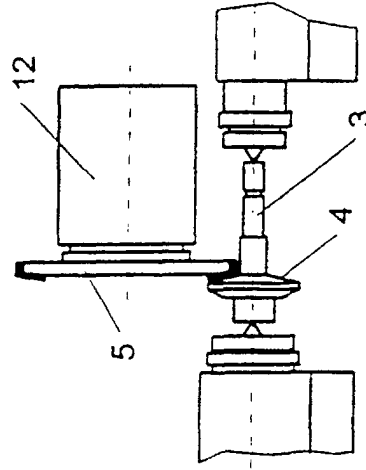


Fig. 2b:

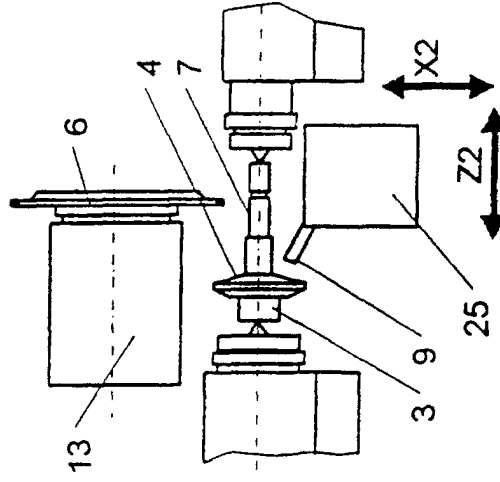


Fig. 3:

