



(11) **EP 1 673 200 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
B24B 33/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04763846.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/008808

(22) Anmeldetag: **06.08.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/046934 (26.05.2005 Gazette 2005/21)

(54) **VERFAHREN ZUM SCHRUPPHONEN DER MANTELFLÄCHE EINER BOHRUNG**

METHOD FOR ROUGH-HONING THE PERIPHERAL SURFACE OF A BORE

PROCEDE DE PIERRAGE DE LA SURFACE LATÉRALE D'UN TROU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB

(30) Priorität: **14.10.2003 DE 10348419**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.2006 Patentblatt 2006/26

(73) Patentinhaber: **Gehring Technologies GmbH**
73760 Ostfildern (DE)

(72) Erfinder:
• **BLAUT, Arnold**
73765 Neuhausen (DE)
• **FLORES, Gerhard**
73760 Ostfildern (DE)

(74) Vertreter: **Hellwig, Tillmann Johannes**
Dreiss Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 254 591

• **KLINK U ET AL: "ZYLINDER-BOHRUNGEN AUS GGV HONEN", WERKSTATT UND BETRIEB, CARL HANSER VERLAG GMBH & CO. KG, DE, vol. 133, no. 4, 1 April 2000 (2000-04-01) , pages 48-50,52, XP000954466, ISSN: 0043-2792**

EP 1 673 200 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 zum Schrupphonen der Mantelfläche einer Bohrung, bei dem zur Korrektur des Versatzes der Lage der Längsachse und/oder der Winkeligkeit der Bohrung gegenüber ihrer Sollposition die Mantelfläche zunächst im Partialschnitt bearbeitet wird, bis die Lage der Achse der zu bearbeitenden Bohrung gleich der Achse des Honwerkzeugs ist, und anschließend die Bearbeitung der Bohrung im Vollschnitt erfolgt.

[0002] Ein solches Verfahren ist aus dem Artikel von U. Klink und G. Flores, Honen von Zylinderbohrungen aus GGV, veröffentlicht in der Zeitschrift WB [Werkstatt und Betrieb] Jahrgang 133 (2000), Heft 4, S. 48-50, 52 bekannt. Dabei ist die Längsachse des Honwerkzeugs während der gesamten Bearbeitung durch eine obere und eine untere Führung festgelegt. Ebenso ist das Zylinderkurbelgehäuse und damit die zu bearbeitende Bohrung fest aufgespannt (vgl. aaO, Bild 5). Daher muss bei der Bearbeitung der Achsversatz zwischen Längsachse der Arbeitsspindel und der Längsachse des Honwerkzeugs durch ein Doppelgelenk ausgeglichen werden (vgl. aaO, Bild 5 Buchstabe b). Nachteilig sind sowohl die Notwendigkeit einer festen Lagerung der Werkzeugachse oberhalb und unterhalb des Werkstückes als auch die Notwendigkeit eines Ausgleiches eines Achsversatzes zwischen der Achse des Honwerkzeugs und der Achse der Arbeitsspindel durch ein Doppelgelenk. Dies bedingt ferner, dass dieses Verfahren nur bei Werkstücken einsetzbar ist, bei denen bestimmte Voraussetzungen für die Zugänglichkeit der Bohrung im Werkstück gegeben sind. Das bedeutet, dass dieses Verfahren nur für Durchgangsbohrungen, jedoch nicht für Sacklochbohrungen, wie sie überwiegend z.B. bei Kolbenlaufbahnen in den Motorblöcken von Verbrennungsmotoren anzutreffen sind, einsetzbar ist.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das universeller anwendbar ist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, wobei die Achse der Arbeitsspindel gleich der Sollposition der Bohrung ist, wobei die Arbeitsspindel fliegend gelagert und das Honwerkzeug an ihrem Ende fest angeordnet ist, und wobei ferner das Honwerkzeug bei Beginn der Bearbeitung exzentrisch in die zu bearbeitende Bohrung eingeführt wird und die Bearbeitung erfolgt, bis die Längsachse der Bohrung gleich der Längsachse der Arbeitsspindel ist.

[0005] Ein Ausgleich des Versatzes der Längsachse der Arbeitsspindel zur Längsachse des Honwerkzeugs ist infolge der fliegenden Lagerung der Arbeitsspindel und der festen Anordnung des Honwerkzeugs an dieser nicht mehr erforderlich. Ebenso ist eine feste Lagerung des Honwerkzeugs beidseitig der Bohrung nicht mehr erforderlich. Vielmehr ist der Verfahrensablauf derart, dass, zunächst im Partial- und dann im Vollschnitt, sich die Lage der Längsachse des Honwerkzeugs der Lage

der Längsachse der Arbeitsspindel, die gleich der Sollposition der Bohrung ist, annähert und diese erreicht.

[0006] Dadurch wird es möglich, auch Bohrungen an Werkstücken mittels Schrupphonen zu bearbeiten, die lediglich von einer Seite zugänglich sind. Dabei ist sowohl eine Korrektur der Bohrungsposition als auch eine Korrektur der Winkellage der Bohrungsachse möglich. Letzteres ist insbesondere bei Motorblöcken von erheblicher Bedeutung, da es dort in besonderem Maße auf die Winkelgenauigkeit, bezogen auf die Kurbelwellenachse, ankommt. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen vorgesehen.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass zumindest während der Bearbeitung des einer Schlitteneinheit abgewandt liegenden Abschnitts der Bohrung die Hubbewegung des Honwerkzeugs von einer Schlitteneinheit ausgeführt wird, so dass die Arbeitsspindel von der Schlitteneinheit alternierend bezüglich ihrer Längsachse bewegt wird. Die Schlitteneinheit bietet unabhängig von ihrer momentanen Position eine gleichbleibende Führungsstabilität der Spindel. Dabei befindet sich die Honspindel in ihrer oberen Endlage. Die verwendete Kombination von Schlitteneinheit mit aufgebauter Honspindel ermöglicht im Partialschnitt eine hohe Stabilität der Schlitteneinheit und im Vollschnitt hohe Hubgeschwindigkeiten, wie sie eine Honspindel ermöglicht. Aufgrund dieser Ausgestaltung kann eine fliegend gelagerte Arbeitsspindel bezüglich ihrer Baulänge minimiert werden. Dabei ist als minimale Baulänge zu verstehen, dass bei Erreichen des unteren Hubumkehrpunktes des Werkzeugs bei maximal üblicher Überlauflänge die Werkzeuglagerung sich kurz vor der oberen Bohrungskante befindet. Dies entspricht der minimalen Baulänge, die nicht weiter unterschritten werden kann und durch die zu honende Bohrungslänge vorgegeben ist.

[0008] Es wird als zweckmäßig angesehen, dass während eines zunächst erfolgenden Partialschnitts eine elektromechanische Zustellung der Honleisten mit definierten Pausenzeiten erfolgt. Das Umschalten von Partialschnitt auf Vollschnittparameter kann durch eine Überwachung der Leistungsaufnahme ausgelöst werden, da das Drehmoment mit vollflächigem Anlegen der Schneidleisten zunimmt. Dies kann auch das Signal zum Retirieren der Schlittenbewegung sein, so dass damit die Hubbewegung durch die Honspindel einsetzt und die alternierende Längsbewegung durch die Honspindel im Vollschnitt ausgeführt wird. Durch die Verwendung der Schlitteneinheit als Hubtrieb kann die Stabilität der Spindel wesentlich erhöht werden.

[0009] Während des Vollschnitts erfolgt eine elektromechanische Schrittzustellung, wobei die Zustellkraft, die auf die Honleisten wirkt, überwacht wird. Es ergibt sich daraus eine Kombination von weg- und kraftgesteuerter Zustellung. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird während des Partialschnitts ein erster Honleistensatz beaufschlagt und der Vollschnitt wird mit einem zweiten Honleistensatz durchge-

führt.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1 Einen Schnitt durch einen Motorblock und ein darüber befindliches Honwerkzeug in schematischer Darstellung,
- Fig. 2 einen Schnitt durch den Motorblock gemäß Fig. 1 mit dem Honwerkzeug nahe dem Ende der Bearbeitung,
- Fig. 3 einen radialen Schnitt durch eine Bohrung und das Honwerkzeug zu Beginn der Bearbeitung,
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts einer Bohrungswandung mit dem Übergang vom Drehprofil zum Honprofil,
- Fig. 5 eine Abwicklung eines Ausschnitts der Bohrungswandung gemäß Fig. 4.

[0011] Die Fig. 1 zeigt ein Werkstück 1, bei dem es sich in dem Ausführungsbeispiel um einen Motorblock handelt. Dieses Werkstück 1 umfasst mehrere Bohrungen 2, die als Zylinderbohrungen vorgesehen sind und eine Mantelfläche 3 aufweisen, die zu bearbeiten ist. Jede Bohrung 2 besitzt eine Längsachse M_B . An dem Motorblock 1 sind im unteren Bereich mehrere Kurbelwellenlager 4 vorgesehen, die eine gemeinsame Achse κ besitzen, nämlich die Längsachse der Kurbelwelle M_K . Der Motorblock 1 ist auf einem Werkstückträger 8 mittels Indexierstiften 9 positionsgenau aufgenommen, so dass die relative Lage des Werkstücks 1 exakt positioniert ist.

[0012] Ebenso bedeutet die Korrektur der Winkellage der Bohrungsachse eine winkeltgerechte Aufnahme des Werkstücks. Es ist daher erforderlich, dass die Achsen M_A und M_K rechtwinklig zueinander ausrichtbar sind.

[0013] Über dem Werkstück 1 ist ein Honwerkzeug 5 dargestellt, das an einer fliegend gelagerten Arbeitsspindel 6 angeordnet ist und mehrere Honleisten 7 umfasst, die zur Bearbeitung der Mantelfläche 3 der Bohrungen 2 vorgesehen sind. Die Arbeitsspindel 6 und somit auch das Honwerkzeug 5 selbst besitzen eine Längsachse M_A , wobei aus Fig. 1 ersichtlich ist, dass vor der Bearbeitung mittels des Honwerkzeugs 5 ein Versatz S zwischen der Längsachse der Arbeitsspindel M_A und der Längsachse der Bohrung M_B auftritt. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist ein derartiger Versatz der Achsen vorhanden, der bis zu 0,3 mm beträgt.

[0014] Durch den Arbeitsschritt des Schrupphonens kann ein entsprechender Materialabtrag bei gleichzeitiger Eliminierung des Versatzes S erfolgen und somit die Längsachse der Bohrung M_B dahingehend verlagert werden, dass diese Achse der tatsächlich im Motorblock 1 benötigten Lage exakt entspricht und somit sich der Längsachse M_A annähert. Damit wird gleichzeitig die ho-

he Winkelgenauigkeit der Längsachse M_B der Bohrung 2 der Längsachse der Kurbelwelle M_K erreicht.

[0015] Sofern der Versatz S der Längsachse der Arbeitsspindel M_A zur Längsachse der Bohrung M_B in einer Größe liegt, durch die das freie Einführen des Honwerkzeugs 5 in die Bohrung 2 nicht möglich ist, so wird die Längsachse der Arbeitsspindel M_A in einem entsprechenden Winkel ausgelenkt, um auf diese Weise in die Bohrung 2 zu gelangen und deren Mantelfläche 3 zu bearbeiten. Während der Bearbeitung wird nicht nur der Versatz S der Längsachsen M_A und M_B zueinander eliminiert, sondern auch ein evtl. eingenommener Winkel der Längsachse M_A der gegebenenfalls auch durch die Fertigungstoleranzen des Motorblocks 1 bedingt sein kann.

[0016] Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Motorblock 1 gemäß Fig. 1, wobei jedoch das Honwerkzeug 5 in der Bohrung 2 befindlich ist und der Zustand nahe dem Ende der Bearbeitung dargestellt ist. Für gleiche Teile stimmen die Bezugszeichen mit demjenigen der Fig. 1 überein. Es ist aus Fig. 2 ersichtlich, dass die Arbeitsspindel 6 in einer Schlitteneinheit 10 geführt ist, wobei die Schlitteneinheit 10 für einen bestimmten Abschnitt des Verfahrens (z.B. Arbeiten im Partialschnitt) mit der Arbeitsspindel 6 in Längsrichtung der Arbeitsspindel 6 bzw. der Längsachse M_A arretierbar ist. Gemäß der Darstellung in Fig. 2 ist die Bearbeitung des Schrupphonens bereits soweit fortgeschritten, dass die Längsachse der Arbeitsspindel M_A mit der Längsachse der Bohrung M_B koaxial liegt, so dass abschließend eine gleichmäßig gehobte Mantelfläche erzeugt wird. In diesem ersten Arbeitsabschnitt ist es von Vorteil, die Arbeitsspindel 6 in Längsrichtung in der Schlitteneinheit 10 zu arretieren und die Hubbewegung durch die Schlitteneinheit 10 auszuführen, da auf diese Weise das freie, aus der Schlitteneinheit 10 herausragende Ende der Arbeitsspindel 6 möglichst kurz gehalten wird und damit eine hohe Biegesteifigkeit der Arbeitsspindel 6 erreicht wird. Dementsprechend verbleibt die Arbeitsspindel 6 im ersten Abschnitt des Verfahrens in ihrer oberen Endlage in der Schlitteneinheit 10, so dass eine Stabilisierung gegen seitige Zerspankräfte gegeben ist. Dadurch wird auch eine größere Führungsgenauigkeit und eine höhere Normalkraftstabilität erreicht.

[0017] Erst im Vollschnitt verbleibt die Schlitteneinheit 10 in einer festen Position und die Arbeitsspindel 6 führt relativ zur in Ruhe befindlichen Schlitteneinheit 10 eine Hubbewegung aus. Hierbei können höhere Hubgeschwindigkeiten gefahren werden und das Schrupphon im Vollschnitt in kurzen Bearbeitungszeiten ist somit möglich.

[0018] Die Fig. 3 zeigt einen radialen Schnitt durch eine Bohrung 2 und das Honwerkzeug 5 zu Beginn der Bearbeitung. Es ist daraus ersichtlich, dass die Längsachse M_B der Bohrung 2 einen Abstand bzw. einen Versatz S zu der Längsachse M_A der Arbeitsspindel bzw. des Honwerkzeugs 5 aufweist. In dem Honwerkzeug 5 befindet sich zentrisch eine Zustellstange 11, die über

Zustellkeile 12 auf die Honleisten 7 wirkt. Durch die Zustellstange 11 können die Zustellkeile 12 radial nach außen gedrückt werden, wodurch auch die Honleisten 7 eine radial nach außen gerichtete Bewegung ausführen.

[0019] Wie die Fig. 3 zeigt, liegt zu Beginn der Bearbeitung lediglich ein Teil des Honwerkzeugs 5 an der Mantelfläche 3 der Bohrung 2 an, so dass bezüglich der Schrupphonoperation zunächst ein Partialschnitt erfolgt, bei dem das Honwerkzeug 5 unvollständig anliegt. Der Abtrag des Materials lediglich einem Teil der Mantelfläche 3 führt dazu, dass sich das Bohrungszentrum und somit die Längsachse der Bohrung M_B verlagert, so dass sich die Längsachse der Arbeitsspindel M_A und die Längsachse der Bohrung M_B gegenseitig annähern. Erst wenn die Bohrung 2 überall flächendeckend bearbeitet wird und damit der Versatz S zwischen den Achsen eliminiert ist, wird die Bohrung 2 überall flächendeckend bearbeitet, so dass die Honleisten 7 über den gesamten Umfang der Bohrung 2 anliegen. Damit ist der Vollschnitt erreicht, mit dem dann die gleichmäßig gehonte Mantelfläche 3 erzeugt wird.

[0020] Die Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der Bohrungswandung bzw. der Mantelfläche 3 der Zylinderbohrung 2. Dabei ist ein Abschnitt 13 mit Drehprofil im linken Bereich der Bohrung 2 zu sehen, während ein Abschnitt 14 mit Honprofil im rechten Teil der Bohrung 2 vorhanden ist. Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass im zunächst folgenden Partialschnitt nur ein bestimmter Abschnitt der Mantelfläche 3 durch Schrupphon bearbeitet wird und ein Übergang vom Drehprofil zum Honprofil besteht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schrupphon der Mantelfläche (3) einer Bohrung (2) durch ein Honwerkzeug (5) mit Honleisten (7) an einer Arbeitsspindel (6), deren Längsachse (MA) bei Versatz (S) zur Längsachse (MB) der Bohrung (2) vor dem Honen exzentrisch in die Bohrung (2) eingeführt wird und während der Honoperation der Materialabtrag in der Bohrung (2) derart ausgeführt wird, dass eine Verschiebung der Längsachse (MB) der Bohrung (2) erfolgt, bis die gegebenenfalls aufgetretene Auslenkung eliminiert ist und die Längsachse (MB) der fertigen Bohrung (2) mit der Längsachse (MA) des Honwerkzeugs (5) koaxial ist, wobei nachfolgend in der koaxialen Lage der Längsachsen (3, MA, MB) die Mantelfläche durch (Schrupp-)Honen im Vollschnitt gleichmäßig gehont wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsspindel (6) fliegend gelagert ist, und dass zumindest während der Bearbeitung des einer Schlitteneinheit (10) abgewandt liegenden Abschnitts der Bohrung (2) die Hubbewegung des Honwerkzeugs (5) von der Schlitteneinheit (10) ausgeführt wird, so dass die Arbeitsspindel (6) von der Schlitteneinheit (10) alternierend bezüglich ihrer Längsachse (MA)

bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Bearbeitung im Partialschnitt die Arbeitsspindel (6) in der Schlitteneinheit (10) in Längsrichtung arretierbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Schrupphons im Partialschnitt eine formschlüssige Schrittzustellung der Honleisten (7) mit definierten Pausenzeiten erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Schrupphons im Vollschnitt eine kraftschlüssige Schrittzustellung erfolgt.

Claims

1. Method of rough-honing the circumferential surface (3) of a bore (2) by a honing tool (5) with honing stones (7) on a working spindle (6), the longitudinal axis (MA) of which is inserted excentrically into the bore (2) with offset (S) to the longitudinal axis (MB) of the bore (2) before honing and during the honing operation the removal of material in the bore (2) is implemented such that a displacement of the longitudinal axis (MB) of the bore (2) is effected, until the deflection which may have occurred is eliminated and the longitudinal axis (MB) of the finished bore (2) is coaxial with the longitudinal axis (MA) of the honing tool (5), wherein subsequently in the coaxial position of the longitudinal axes (3, MA, MB) the circumferential surface is uniformly honed in the full cut by rough-honing, **characterized in that** the working spindle (6) is overhung-mounted, and wherein at least during the machining of the section of the bore (2) facing away from a slide unit (10) the reciprocating motion of the honing tool (5) is effected by the slide unit (10) such that the working spindle (6) is moved by the slide unit (10) alternately in terms of its longitudinal axis (MA).
2. Method according to claim 1, **characterized in that** during the machining in the partial cut the working spindle (6) is lockable in the sliding unit (10) in longitudinal direction.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** during rough-honing in the partial cut a form-locking incremental feed of the honing stones (7) is effected with definite paused intervals.
4. Method according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** during rough-honing in the full cut a frictionally engaged incremental feed is effected.

Revendications

1. Procédé de rodage-dégrossissage de la surface enveloppe (3) d'un perçage (2) par un outil de rodage (5) avec des barrettes de rodage (7) sur une broche de travail (6), dont l'axe longitudinal (MA) est introduit, avec un décalage (S) par rapport à l'axe longitudinal (MB) du perçage (2) de façon excentrique dans le perçage (2) avant le rodage, et pendant l'opération de rodage, l'enlèvement de matériau dans le perçage (2) est exécuté de telle façon qu'il se produit un déplacement de l'axe longitudinal (MB) du perçage (2), jusqu'à ce que la déviation éventuellement apparue soit éliminée et que l'axe longitudinal (MB) du perçage fini (2) soit coaxial avec l'axe longitudinal (MA) de l'outil de rodage (5), et ensuite, dans la situation coaxiale des axes longitudinaux (3, MA, MB) la surface enveloppe est rôdée de façon régulière par rodage (-dégrossissage) en taille totale, **caractérisé en ce que** la broche de travail (6) est montée flottante, et **en ce que** au moins pendant l'usinage du tronçon du perçage (2) situé détourné d'une unité à chariot (10), le déplacement de l'outil de rodage (5) par l'unité à chariot (10) est exécuté de telle façon que la broche de travail (6) est déplacée par l'unité à chariot (10) de façon alternante par rapport à son axe longitudinal (MA).

5
10
15
20
25
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pendant l'usinage en taille partielle la broche de travail (6) est susceptible d'être arrêtée en direction longitudinale dans l'unité à chariot (10).

30
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** pendant le rodage en taille partielle il se produit une approche pas à pas avec coopération de formes des barrettes de rodage (7) avec des temps de pause définis.

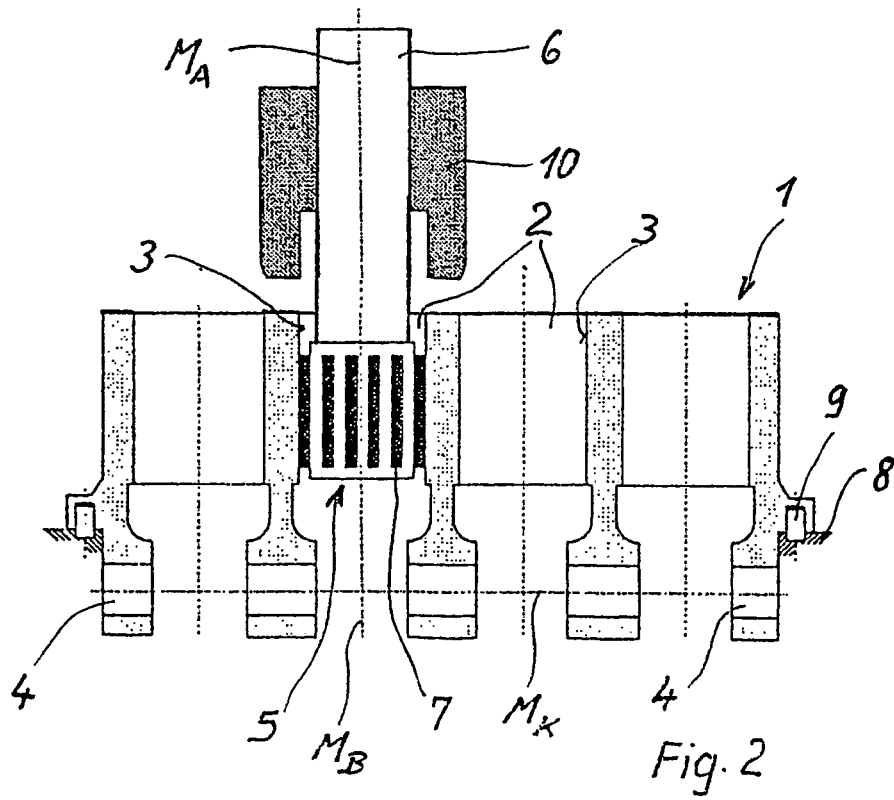
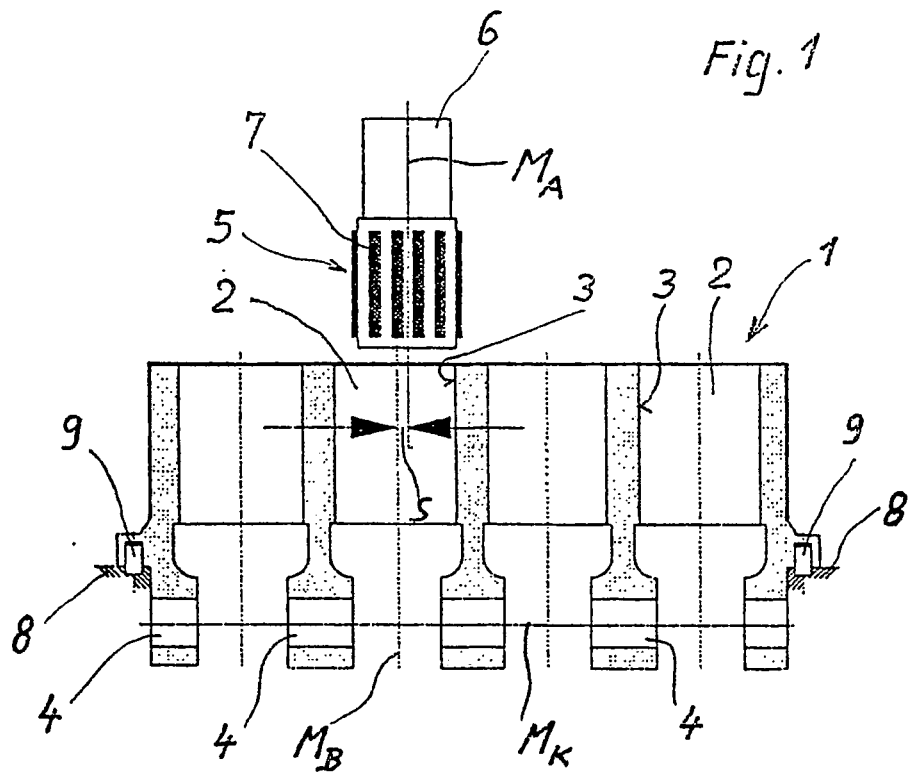
35
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** pendant le rodage en taille partielle il se produit une approche pas à pas avec coopération de forces.

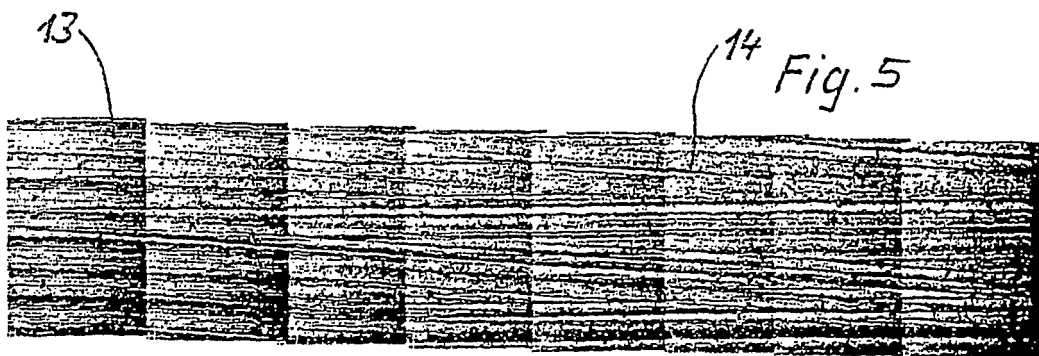
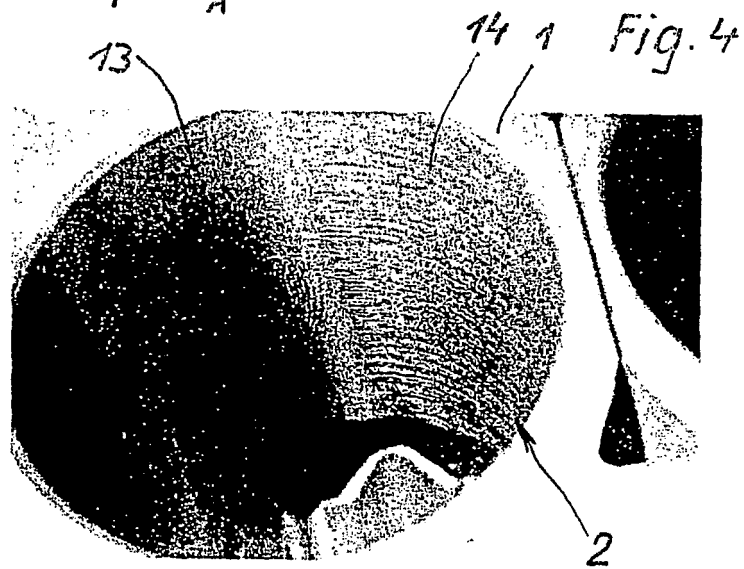
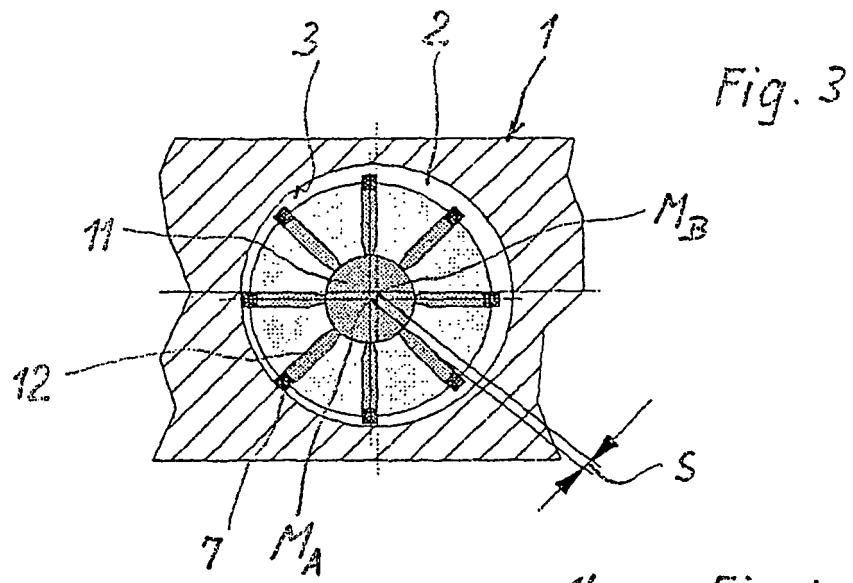
40

45

50

55





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 Nicht-Patentliteratur

- **U. KLINK ; G. FLORES.** Honen von Zylinderbohrungen aus GGV, veröffentlicht in der Zeitschrift WB, 2000, 48-5052 **[0002]**