



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 137 515 B9

(12)

KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Hinweis: Bibliographie entspricht dem neuesten Stand

(15) Korrekturinformation:

Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe Seite(n) 6,7

(51) Int Cl.:

B24B 49/04 (2006.01) **B24B 5/04 (2006.01)**
B24B 5/14 (2006.01)

(48) Corrigendum ausgegeben am:

06.09.2006 Patentblatt 2006/36

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP1999/009703

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des

Hinweises auf die Patenterteilung:

22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2000/035631 (22.06.2000 Gazette 2000/25)

(21) Anmeldenummer: **99966936.9**

(22) Anmeldetag: **09.12.1999**

(54) VERFAHREN UND SCHLEIFMASCHINE ZUR PROZESSFÜHRUNG BEIM SCHÄLSCHLEIFEN EINES WERKSTÜCKES

METHOD AND GRINDING MACHINE FOR CONTROLLING THE PROCESS DURING ROUGH GRINDING OF A WORKPIECE

PROCEDE ET RECTIFIEUSE POUR LA COMMANDE DE PROCESSUS LORS DE LA
RECTIFICATION D'ECROUTAGE D'UNE PIECE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

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

(30) Priorität: **11.12.1998 DE 19857364**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.2001 Patentblatt 2001/40

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 562 632 **US-A- 5 347 761**
US-A- 5 371 975 **US-A- 5 773 731**

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

EP 1 137 515 B9

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 zur Prozessführung eines Werkstückes mittels Schleifscheibe auf einer Schleifmaschine und eine Schleifmaschine zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche

5 1 und 8. Solche Verfahren und Vorrichtung sind aus US 4 516 212 A bekannt. Beim Rundschleifen durch Schälschleifen taucht die Schleifscheibe sofort bis auf das Fertig-Sollmaß in die Außenkontur des Werkstücks ein, und mit dieser Eindringtiefe wird anschließend in einem Längsschleifvorgang allein durch Axialvorschub das komplette Schleifaufmaß abgetragen. Charakteristisch für das Schälschleifen, das auch als Umfangslängsschleifen bezeichnet wird, ist die schmale Schleifscheibe, die im Wesentlichen mit einer Umfangskante anstelle mit ihrer Umfangsfläche den Schleifvorgang bewirkt. Zudem muss beim Schälschleifen nicht mehr der gesamte Schleifvorgang in einen Schrubb- und Schlichtvorgang

10 unterteilt werden. Ein Vorteil des Schälschleifens besteht daher darin, dass die Zeiten zum Wechsel der Schleifscheiben verringert werden können. Das Schälschleifen ist erst Ende der neunziger Jahre in der industriellen Anwendung bekannt geworden.

[0002] Weit verbreitet und längst bekannt ist dagegen das Rundschleifen durch Einstechschleifen und Pendelschleifen.

15 Hierbei arbeiten die Schleifscheiben vor allem mit ihrer Umfangsfläche, und die radiale Zustellung erfolgt schrittweise, also in mehreren Stufen, wobei zwischen dem Schrubb- und dem Schlichtvorgang unterschieden werden muss. Beim Einstechschleifen und beim Pendelschleifen sind IN-Prozessmess- und Prozesssteuerungen zur Führung der Schleifprozesse bekannt.

[0003] Ein Beispiel hierfür zeigt die US 5 371 975 A. Beim Rundschleifen von Walzen mittels einer rotierenden Schleifscheibe wird der Außendurchmesser der Walze auf Istmaß gemessen. Das gemessene Istmaß wird fortlaufend automatisch auf ein vorgegebenes Sollmaß korrigiert. Das Istmaß wird im Bereich des Angriffs der Schleifscheibe am Werkstück gemessen, und die Schleifscheibe sowie der Messfühler können gemäß einer Ausführungsform in einer Ebene zueinander liegen. Zusätzlich ist bei diesem bekannten Verfahren auch eine Einrichtung zur Temperaturmessung im Bereich des Eingriffs von Schleifscheibe und Walze vorgesehen. Dadurch können temperaturbedingte Verformungen der Walze beim Schleifvorgang berücksichtigt und bei der rechnerischen Auswertung innerhalb des Regelvorgangs auf die spätere Betriebstemperatur umgerechnet werden. Das Schleifaufmaß wird daher in einem solchen Maße abgetragen, dass bei der später herrschenden Betriebstemperatur eine gewünschte Abmessung und Verformung der Walze vorliegt.

[0004] Das Verfahren gemäß der US 5 371 975 A ist auf den Vorgang des Rundschleifens abgestellt, bei dem die radiale Zustellung in mehreren Stufen erfolgt und die Teilvergänge des Schrubb- und Schlichtschleifens ablaufen. Dieser stufenweise Ablauf des Schleifvorganges kommt einem Verfahren zur Prozessführung entgegen, bei dem Abweichungen vom Sollmaß nach oben und unten durch ständiges Nachkorrigieren in beiden Richtungen auf das Sollmaß ausgeglichen werden. Hinweise auf das Schälschleifen sind der US 5 371 975 A nicht zu entnehmen.

[0005] Beim Schälschleifen hingegen ist ein echte IN-Prozessmessung und Prozesssteuerung deshalb bisher nicht realisierbar gewesen, da der beim Schälschleifen zu erzeugende Außendurchmesser eines Werkstückes in einem Längshub geschliffen wird und somit keine wesentlichen Zwischenschritte über eine Messsteuerung erfasst werden, um danach noch den Endwert beeinflussen zu können.

[0006] Beim Schälschleifverfahren wurde daher bisher nur nach dem sogenannten POST-Prozessmess- und Prozesssteuer-Verfahren gearbeitet. Dies hat den Nachteil, dass der bereits geschliffene Außendurchmesser, z. B. ein Passungssitz, an dem in Bearbeitung befindlichen Werkstück nicht mehr nachkorrigierbar ist, wenn das Istmaß bereits

40 auf Untermaß geschliffen worden ist.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Schleifmaschine zu schaffen, mittels welchem bzw. welcher während des Schälschleifens fortlaufend auf einen gewünschten zu schleifenden Durchmesser prozesssicher korrigiert werden kann, welches bzw. welche industriell einsetzbar ist und bei welchem bzw. welcher das für das IN-Prozessmess- und Prozesssteuer-Verfahren verwendete Messverfahren bzw. die dafür verwendete Messvorrichtung

45 keine Verlängerung der Bearbeitungszeit erforderlich ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 und durch eine Schleifmaschine mit den Merkmalen gemäß Anspruch 8 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen definiert.

[0009] Das erfindungsgemäß Verfahren gemäß Anspruch 1 stellt ein Verfahren zur Prozessführung beim Schälschleifen eines Werkstückes mittels Schleifscheibe auf einer Schleifmaschine dar, wobei das Werkstück während des Schleifens mittels eines Messfühlers permanent bzw. fortlaufend auf das vorliegende Istmaß gemessen wird und parallel, d. h. gleichzeitig, dazu das gemessene Istmaß fortlaufend automatisch auf ein vorgegebenes schleifzeitabhängiges Sollmaß korrigiert wird. Das heißt, die Korrektur des Istmaßes auf das zu erreichende Sollmaß auf der Basis des gemessenen Istmaßes erfolgt in Echtzeitsteuerung der Schleifmaschine, d. h. in einer IN-Prozesssteuerung. Dabei wird erst nach Erreichen des Sollmaßes das Werkstück in Längsrichtung mit einem bestimmten Vorschub gegenüber der Schleifscheibe verfahren. Durch eine derartige Echtzeitsteuerung wird vermieden, dass das zu schleifende Werkstück auf Untermaß geschliffen wird. Die Fehlerquote bei der Herstellung der Werkstücke kann dadurch erheblich reduziert werden. Des weiteren kann durch die Echtzeitsteuerung der Schleifvorgang aktiv so beeinflusst werden, dass der durch

die Schleifscheibe in das Werkstück eingebrachte Wärmeeintrag reduziert bzw. optimiert wird, wodurch einerseits die wärmebedingten Verformungen am Werkstück, welche ebenfalls zu Ungenauigkeiten der Istmaße des Werkstückes führen können, reduzierbar sind und gleichzeitig auch der Schleifscheibenverschleiß verringbar ist. Dadurch sind also insgesamt optimale Schleifbedingungen erzielbar.

5 [0010] Vorzugsweise wird das Sollmaß als zeitlich abhängige Sollwertkurve vorgegeben. Die zeitlich abhängige Sollwertkurve wird dabei in einer Speichereinheit, welche vorzugsweise Bestandteil der Maschinensteuerung ist, abgelegt. Entsprechend der Sollwertkurve wird dann nach permanenter bzw. fortlaufender Feststellung des jeweiligen Istmaßes eine Korrektur vorgenommen, so dass die Schleifscheibe sich so der Sollwertkurve in Abhängigkeit von der Schleifzeit nähert, dass die gewünschte Endkontur am Werkstück erzielt wird.

10 [0011] Das Istmaß wird unmittelbar im Bereich des Angriffs der Schleifscheibe am Werkstück gemessen. Unter "unmittelbar im Bereich des Eingriffs der Schleifscheibe" soll dabei verstanden werden, dass ein den Messwert in Form eines Messsignal ausgebender Messfühler im wesentlichen in einer Ebene angeordnet ist, welche durch den am Werkstück umlaufenden Eingriffspunkt der Schleifscheibe gebildet wird. Dadurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass die Messung unmittelbar an der Stelle am Werkstück erfolgt, an welcher das Werkstück gerade geschliffen wird, so 15 dass bei geringsten Abweichungen von der Sollwertkurve sofort über die Maschinensteuerung eine Korrektur in Richtung auf die Sollwertkurve zur Vermeidung von Untermaß vorgenommen werden kann.

20 [0012] Vorzugsweise wird das fortlaufend gemessene Istmaß als Messsignal an eine Maschinensteuerung übertragen, wobei auf der Basis dieses Messsignals dann die Korrektur auf das Sollmaß erfolgt. Dies entspricht einer Echtzeitsteuerung, welche auch als IN-Prozesssteuerung bezeichnet wird. Erfindungsgemäß ist somit ein Verfahren bereitgestellt, bei welchem eine IN-Prozesssteuerung beim Schälschleifen realisiert ist. Entsprechend diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird während des Schleifens die Schleifscheibe auf einen Solldurchmesser des Werkstückes nachkorrigiert.

25 [0013] Entsprechend einer bestimmten zu schleifenden Kontur des Werkstückes wird dieses zumindest in einem Abschnitt zylindrisch oder konisch geschliffen. Das heißt, mit dem beschriebenen Verfahren ist es möglich, sowohl zylindrische als auch konische Werkstücke an deren Außenkontur auf eine definierte gewünschte Sollwertkurve mit höchster Genauigkeit zu schleifen.

30 [0014] Um sicherzustellen, dass die Messwerterfassung, auf deren Basis die Echtzeitsteuerung erfolgt, stets im Bereich des Eingriffs der Schleifscheibe bzw. in der durch den am Werkstück umlaufenden Eingriffspunkt der Schleifscheibe gebildeten Ebene verläuft, werden Schleifscheibe und Messfühler synchron zueinander am Werkstück bewegt. Entsprechend ist es natürlich auch möglich, dass Schleifscheibe und Messfühler feststehen und anstelle dessen das Werkstück bewegt wird. Auch in diesem Fall ist gewährleistet, dass Schleifscheibe und Messfühler zueinander so angeordnet sind, dass die Messwerterfassung sich auf den Punkt am Werkstück bezieht, an welchem unmittelbar der Schleifvorgang stattfindet. Ein Abschalten der Maschine zum Zweck des Messvorgangs oder ein Entfernen der Schleifscheibe vom Werkstück zur Durchführung des Messvorganges ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht erforderlich.

35 [0015] Gemäß Anspruch 8 weist die erfindungsgemäße Schleifmaschine, welche zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens dient, eine auf einem Schleifspindelstock gehaltene Schleifscheibe zum Schälschleifen eines Werkstückes, welches zwischen einer Werkstückspindel und einer Reitstockspindel gehalten ist, einen Messfühler zum Erfassen einer gerade geschliffenen Werkstückabmessung und eine Maschinensteuerung auf. Erfindungsgemäß ist der Messfühler in einer durch den am Werkstück umlaufenden Eingriffsbereich der Schleifscheibe gebildeten Ebene angeordnet, wobei während des Schälschleifens fortlaufend Messsignale an die Maschinensteuerung zuführbar sind, 40 welche ihrerseits auf der Basis dieser Messsignale die Schleifscheibe so steuert, dass der Schleifvorgang als IN-Prozesssteuerung ausführbar ist. Dabei ist die Maschinensteuerung derart ausgebildet, dass nach Erreichen des Sollmaßes in der durch den Eingriffsbereich der Schleifscheibe gebildeten Ebene das Werkstück in Längsrichtung mit einem bestimmten Vorschub gegenüber der Schleifscheibe verfahren wird. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es somit möglich, unmittelbar während des Schleifvorgangs ohne Zeitverzögerung, d. h. in Echtzeitsteuerung, den Schleifvorgang, 45 d. h. die Art und Weise des Eingriffes der Schleifscheibe am Werkstück, derart zu beeinflussen, dass die gewünschte Endmaße des Werkstückes in engstmöglichen Toleranzbereich gehalten werden können, so dass ein Untermaß des Werkstückes, was in der Regel inakzeptabel ist, vermieden werden kann.

50 [0016] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist der Messfühler an einem Messkopf befestigt, welcher an dem Schleifspindelstock einschwenkbar angebracht ist. Durch das einschwenkbare Anbringen kann der Messkopf auf verschiedene Durchmesser des Werkstückes angepasst werden, wobei stets gewährleistet ist, dass der Messfühler am Messkopf so angeordnet ist, dass er sich stets in dem Bereich der durch den Eingriffspunkt der Schleifscheibe am Werkstück gebildete Ebene befindet. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist der Messfühler gegenüber dem Eingriffsbereich der Schleifscheibe am Werkstück angeordnet, d. h. vorzugsweise im wesentlichen 180° gegenüber dem Eingriffsbereich der Schleifscheibe. Es ist jedoch auch möglich, den Messfühler in einer bestimmten winkelmäßigen Entfernung des Werkstückes anzutragen. Mit der erfindungsgemäßen Echtzeit-Prozeßsteuerung in Verbindung mit der Maschinensteuerung auf der Basis der erfaßten Istwerte, welche zur Korrektur der Sollwerte eingesetzt werden, ist es möglich, eine gewünschte Sollzylinerform oder Sollkonusform des Werkstückes zu erzeugen. Das bedeutet, daß das erfindungsgemäße Schälschleifen sowohl für zylindrische Werkstückformen bzw. Werkstückabschnit-

te als auch für konusförmige Werkstücke bzw. Werkstückabschnitte einsetzbar ist.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfahrung werden nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigegebene Zeichnung detailliert erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 die Draufsicht einer erfahrungsgemäßen Schleifmaschine in schematischer Darstellung mit Angabe des unmittelbaren Schleitbereiches Y;
- Fig.2 einen Schnitt durch die in Fig. 1 angegebene Schnittebene A-A; und
- 10 Fig. 3 die in Fig. 1 angegebene Detailansicht Y des Schleitbereiches in vergrößerter Darstellung.

[0018] In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf eine Außenrund-Schleifmaschine dargestellt, welche im Schälschleifverfahren (Umfangslängsschleifen) arbeitet. Für ein derartiges Schälschleifverfahren werden in axialer Richtung dünne CBN-Schleifscheiben mit verschleißfesten Bindungen verwendet. Die Besonderheit beim Schälschleifverfahren liegt darin, daß in der Regel das komplette Schleifaufmaß in einem Arbeitsgang im Längsschleifverfahren abgetragen wird. Dabei ist die radiale Zustellung der Schleifscheibe 10 während des Schleifens gleich dem radialen Schleifaufmaß auf dem Werkstück 2. In an sich bekannter Weise weist die Außenrund-Schleifmaschine einen Werkstückspindelstock 1 mit einer Werkstückspindel 1A, einen Schleiftisch 3 und einen Reitstock 4 mit einer hydraulisch verschiebbaren Reitstockpinole 4A auf, welche auf einem Maschinenbett 5 angeordnet sind. Der Schleiftisch 3 ist im Vorderbereich 20 des Maschinenbettes 5 auf Führungen aufgebaut, auf welchen dieser in Richtung der CNC-Achse Z axial verfahrbar ist. Der motorische Antrieb dieser Achse ist nicht dargestellt. Der auf dem Schleiftisch 3 angeordnete Werkstückspindelstock 1 mit der Werkstückspindel 1A ist motorisch angetrieben, wobei die Werkstückspindel 1A auf ihrem vorderen Bereich eine Spitze zur Aufnahme und Übertragung der Rotationsbewegung auf das Werkstück 2 ausgebildet hat. Der Reitstock 4 mit der hydraulisch verschiebbaren Pinole 4A ist ebenfalls auf dem Schleiftisch 3 aufgebaut, wobei die Mittelachsen der Werkstückspindel 1A und der Reitstockpinole 4A sowie des Werkstückes 2 exakt fluchtend zueinander ausgerichtet sind.

[0019] Im Hinterbereich 21 des Maschinenbettes 5 ist ein Schleifspindelstock 6 aufgebaut, welcher hydrostatische Führungselemente zu dessen Lagerung aufweist. Die Zustellung in Richtung der CNC-Achse X, welche rechtwinklig zur Achse Z ausgerichtet ist, erfolgt mittels eines motorischen Antriebes 8. Im vorderen Bereich trägt das Gehäuse des Schleifspindelstocks 6 eine Schleifspindel 9, auf welcher die Schleifscheibe 10 aufgenommen ist.

[0020] Auf dem Gehäuse des Schleifspindelstocks 6 ist eine Meßvorrichtung 11 angebracht, welche einen Arm aufweist, welcher der Aufnahme eines Meßkopfes 12 zur Messung des Durchmessers des Werkstückes dient. Ein oder mehrere Meßfühler 13 zum Erfassen des Istdurchmessers des Werkstückes unmittelbar während der Schleitbearbeitung sind im Schleifbereich der Schleifscheibe 10 so angeordnet, daß stets der gerade geschliffene Durchmesser aktuell gemessen wird. Dadurch ist es möglich, den Meßwert unmittelbar während der Bearbeitung zu erfassen und dadurch den gerade zu schleifenden Durchmesser während des Prozesses noch, falls erforderlich, zu korrigieren. Dies bedeutet, daß nach diesem Meßverfahren eine Echtzeitsteuerung, d.h. eine IN-Prozeßsteuerung, auch für das Schälschleifen (Umfangslängsschleifen) ermöglicht ist.

[0021] In Fig. 2 ist eine Seitenansicht in prinzipieller Darstellung entsprechend der Schnittebene A-A aus Fig. 1 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß ein einschwenkbarer Arm 22, welcher den Meßkopf 12 mit den Meßfühlern 13 zur Erfassung des Durchmessers des zu schleifenden Werkstückes 2 trägt, auf dem Schleifspindelstock 6 aufgebaut ist. Mittels der Pfeile 14 ist der abtastbare Meßweg der Meßfühler 13 angedeutet. Die Bezugsziffer 23 bezeichnet die in der gestrichelten Position dargestellte Stellung des Armes 22 in zurückgeschwenker bzw. ausgeschwenkter Stellung. In dieser zurückgeschwenkten Stellung kann das Werkstück 2 aus der Schleifmaschine entnommen werden, und es kann ein neues Werkstück eingespannt werden.

[0022] In Fig. 3 ist in vergrößerter Ansicht das Detail Y gemäß Fig. 1 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Meßfühler 13 im wesentlichen gegenüber dem unmittelbaren Eingriffsbereich der Schleifscheibe 10 am Werkstück 2 angeordnet sind, wobei der Meßkopf 12 die jeweiligen bzw. im Falle, wenn nur ein Meßfühler 13 vorgesehen ist, den Meßfühler 13 trägt. Dadurch wird gewährleistet, daß stets der exakte gerade geschliffene Durchmesser des Werkstückes 2 gemessen wird und durch Zufuhr eines diesem Meßwert entsprechenden Meßsignals an die Maschinensteuerung eine Korrektur der Eingriffsposition der Schleifscheibe 10 derart vorgenommen werden kann, daß der Außendurchmesser des Werkstückes, welcher insbesondere ein Lagersitz sein kann, auf das gewünschte Sollmaß korrigiert wird.

[0023] Die Meßfühler 13 sind dabei bezüglich der Dicke der Schleifscheibe 10 gegenüberliegend dazu so angeordnet, daß der Meßwert unmittelbar hinter dem der Verschleißmarke (Verschleißkante) der Schleifscheibe folgenden eigentlichen Eingriffspunkt der Schleifscheibe angeordnet ist. Dies bedeutet, daß die Meßwerte auf einer Peripherielinie der Schleifscheibe gegenüberliegend der Schleifscheibe angeordnet sind.

[0024] Das Messen mittels der Meßfühler 13 erfolgt dabei in der Art, daß während des Zustellens der Schleifscheibe

10 an das Werkstück 10 fortlaufend gemessen wird. Sobald das Sollmaß erreicht ist, wird das Werkstück 2 in Längsrichtung gemäß dem Schälschleifverfahren mit einem bestimmten Vorschub verfahren. Dabei werden fortlaufend Meßwerte an die Maschinensteuerung übermittelt, so daß der zu schleifende Durchmesser des Werkstückes während des Schleifens fortlaufend korrigierbar ist. Je nach Ausführung des Gerätes ist es möglich, sowohl zylindrische als auch konische Außendurchmesser am Werkstück 2 zu schleifen.

[0025] Durch das erfindungsgemäße Meßverfahren sowie das Verfahren realisierender erfindungsgemäßer Schleifmaschinen kann somit beim Schälschleifen eine erheblich höhere Prozeßsicherheit als beim bisher im Stand der Technik bekannten POST-Prozeßsteuerungen erreicht werden. Gleichzeitig wird auch das thermische Verhalten von Schleifscheibe und Werkstück zueinander optimiert, da stets während des eigentlichen Schleifprozesses gemessen wird und Abweichungen vom Sollwert direkt und sofort kompensiert werden können.

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Prozessführung eines Werkstückes mittels Schleifscheibe auf einer Schleifmaschine, wobei das Werkstück während des Schleifens mittels eines Messfühlers auf Istmaß gemessen, somit der gerade geschliffene Durchmesser des Werkstückes gemessen und zugleich das gemessene Istmaß fortlaufend automatisch auf ein vorgegebenes schleifzeitabhängiges Sollmaß korrigiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Schälschleifen nach Erreichen des Erreichen des Sollmaßes das Werkstück in Längsrichtung mit einem bestimmten Vorschub gegenüber der Schleifscheibe verfahren wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sollmaß als zeitlich abhängige Sollwertkurve vorgegeben ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Istmaß unmittelbar im Bereich des Angriffs der Schleifscheibe am Werkstück gemessen wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fortlaufend gemessene Istmaß als Messsignal an eine Maschinensteuerung übertragen wird, auf dessen Basis die Korrektur auf das Sollmaß erfolgt.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück zumindest in einem Abschnitt zylindrisch geschliffen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück zumindest in einem Abschnitt konisch geschliffen wird.
- 35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifscheibe und der Messfühler synchron zueinander am Werkstück bewegt werden oder dass die Schleifscheibe und der Messfühler fest zueinander angeordnet sind und das Werkstück sich dazu bewegt.
- 40 8. Schleifmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche eine auf einem Schleifspindelstock (6) gehaltene Schleifscheibe (10) zum Schälschleifen eines zwischen einer Werkstückspindel (1A) und einer Reitstockpinole (4A) gehaltenen Werkstückes, einen Messfühler (13) zum Erfassen einer geschliffenen Werkstückabmessung und eine Maschinensteuerung aufweist wobei der Messfühler (13) im wesentlichen in einer durch den am Werkstück umlaufenden Eingriffsbereich der Schleifscheibe (10) gebildeten Ebene angeordnet ist und während des Schälschleifens fortlaufend Messsignale zur Echtzeitsteuerung der Schleifmaschine an die Maschinensteuerung liefert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschinensteuerung derart ausgebildet ist, dass nach Erreichen des Sollmaßes in der durch den Eingriffsbereich der Schleifscheibe (10) gebildeten Ebene das Werkstück (4) in Längsrichtung mit einem bestimmten Vorschub gegenüber der Schleifscheibe (10) verfahren wird.
- 45 9. Schleifmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messfühler (13) an einem Messkopf (12) befestigt ist, welcher an dem Schleifspindelstock (6) einschwenkbar ist.
- 50 10. Schleifmaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messfühler (13) gegenüber dem Eingriffsbereich der Schleifscheibe (10) am Werkstück (2) angeordnet ist.
- 55 11. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschinensteuerung die Schleifscheibe (10) so steuert, dass eine gewünschte Sollzyylinderform des Werkstückes (2) erzeugbar ist.

12. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschinensteuerung die Schleifscheibe (10) so steuert, dass eine gewünschte Sollkonusform des Werkstückes (2) erzeugbar ist.

5 **Claims**

1. A method for process control of a workpiece by means of a grinding wheel on a grinding machine, wherein the actual dimension of the workpiece is measured during grinding by means of a measuring sensor, thus the just-ground diameter of the workpiece is measured and at the same time the measured actual dimension is continuously automatically corrected to a preset required dimension which is dependent on grinding time, **characterised in that** during rough grinding once the required dimension has been reached the workpiece is moved in the longitudinal direction with a certain amount of advance relative to the grinding wheel.
2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the required dimension is preset as a time-dependent required-value curve.
3. A method according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the actual dimension is measured immediately in the region where the grinding wheel engages on the workpiece.
4. A method according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the continuously measured actual dimension is transmitted as a measuring signal to a machine control, on the basis of which the correction to the required value takes place.
5. A method according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the workpiece is ground cylindrically at least in one section.
6. A method according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the workpiece is ground conically at least in one section.
7. A method according to one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the grinding wheel and the measuring sensor are moved on the workpiece synchronously to one another or that the grinding wheel and the measuring sensor are arranged in fixed position relative to one another and the workpiece moves relative thereto.
8. A grinding machine for performing the method according to one of Claims 1 to 7, which comprises a grinding wheel (10), held on a grinding spindle head (6), for rough-grinding a workpiece held between a workpiece spindle (1A) and a tailstock sleeve (4A), a measuring sensor (13) for detecting a ground workpiece dimension and a machine control, the measuring sensor (13) being arranged substantially in a plane formed by the region of engagement of the grinding wheel (10) which runs around the workpiece and during the rough grinding continuously supplies measuring signals for real-time control of the grinding machine to the machine control, **characterised in that** the machine control is designed such that once the required dimension has been reached in the plane formed by the region of engagement of the grinding wheel (10) the workpiece (4) is moved in the longitudinal direction with a certain amount of advance relative to the grinding wheel (10).
9. A grinding machine according to Claim 8, **characterised in that** the measuring sensor (13) is fastened to a measuring head (12) which can be pivoted in on the grinding spindle head (6).
10. A grinding machine according to Claim 8 or 9, **characterised in that** the measuring sensor (13) is arranged opposite the region of engagement of the grinding wheel (10) on the workpiece (2).
11. A grinding machine according to one of Claims 8 to 10, **characterised in that** the machine control controls the grinding wheel (10) such that a desired required cylindrical form of the workpiece (2) can be created.
12. A grinding machine according to one of Claims 8 to 10, **characterised in that** the machine control controls the grinding wheel (10) such that a desired required conical form of the workpiece (2) can be created.

Revendications

1. Procédé d'usinage d'une pièce avec une meule sur une rectifieuse, la cote réelle de la pièce étant mesurée pendant la rectification au moyen d'un comparateur, le diamètre qui vient d'être rectifié étant ainsi mesuré et, dans le même temps, la cote réelle mesurée corrigée automatiquement en continu par rapport à une cote théorique prédéfinie dépendant du temps de rectification, **caractérisé en ce que**, lors de l'écroûtage, la pièce est déplacée dans le sens longitudinal avec une certaine avance par rapport à la meule lorsque la cote théorique est atteinte.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cote théorique est prédéfinie en tant que courbe de valeurs théoriques en fonction du temps.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la cote réelle est mesurée directement au niveau de l'attaque de la meule sur la pièce.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la cote réelle mesurée en continu est transmise, en tant que signal de mesure, à une commande de la machine, signal sur la base duquel la correction est réalisée par rapport à la cote théorique.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la pièce est rectifiée de manière cylindrique au moins sur un tronçon.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la pièce est rectifiée de manière conique au moins sur un tronçon.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la meule et le comparateur se déplacent de manière synchrone l'un par rapport à l'autre sur la pièce ou **en ce que** la meule et le comparateur sont disposés de manière fixe l'un par rapport à l'autre et la pièce se déplace par rapport à eux.
8. Rectifieuse pour la réalisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 qui présente une meule (10) maintenue sur une poupée (6) pour l'écroûtage d'une pièce maintenue entre une broche porte-pièce (1A) et un fourreau de contre-poupée (4A), un comparateur (13) pour l'enregistrement d'une dimension de la pièce rectifiée et une commande de machine, le comparateur (13) étant disposé essentiellement sur un plan formé par la zone de prise, entourant la pièce, de la meule (10) et fournissant en continu, pendant l'écroûtage, des signaux de mesure pour la commande en temps réel de la rectifieuse sur la commande de la machine, **caractérisé en ce que** la commande de la machine est configurée de manière à ce que, lorsque la cote théorique est atteinte, la pièce (4) se déplace dans le sens longitudinal avec une certaine avance par rapport à la meule (10) sur le plan formé par la zone de prise de la meule (10).
9. Rectifieuse selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** le comparateur (13) est fixé sur une tête de mesure (12) qui peut pivoter sur la poupée de rectification (6).

45

50

55

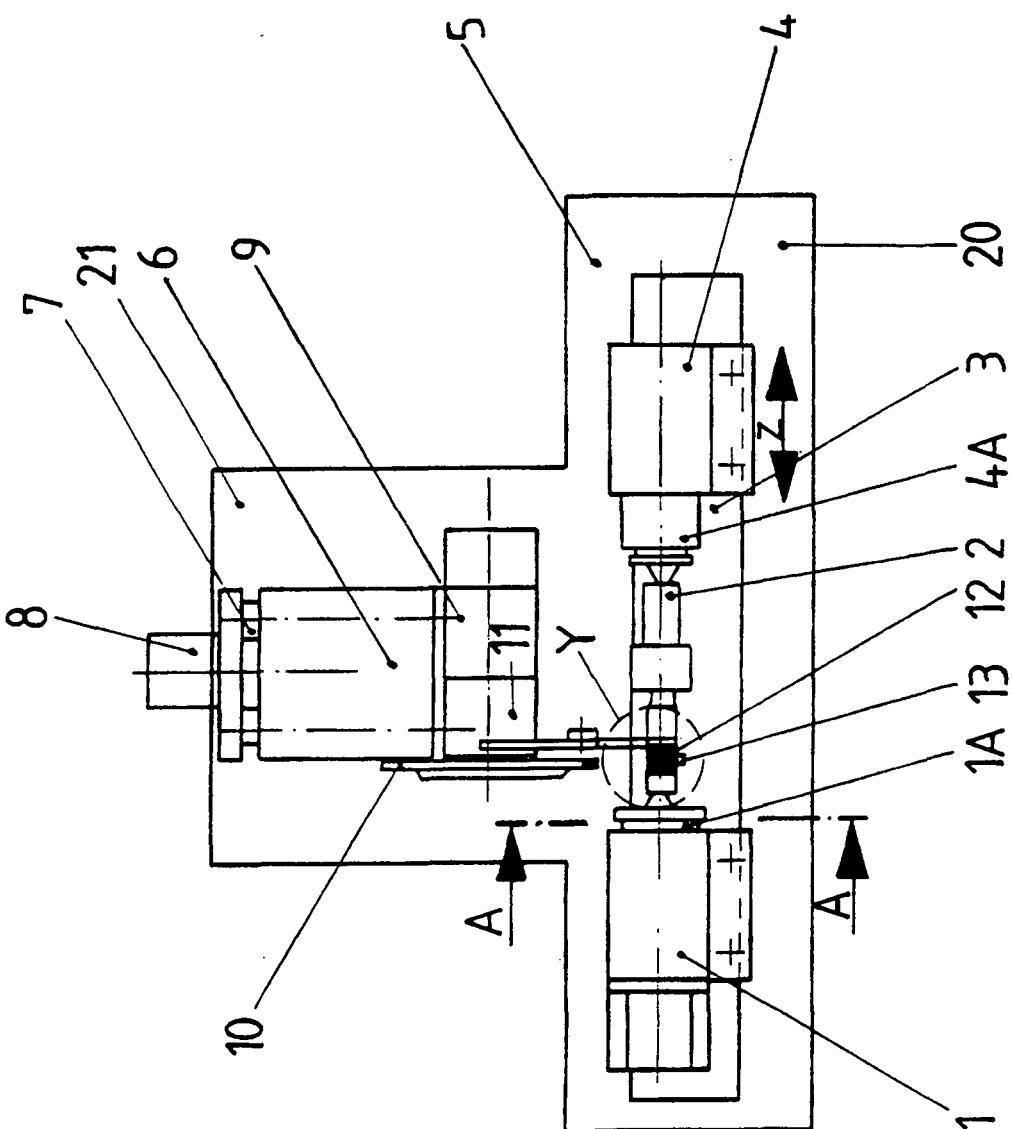


FIG. 1

FIG. 2

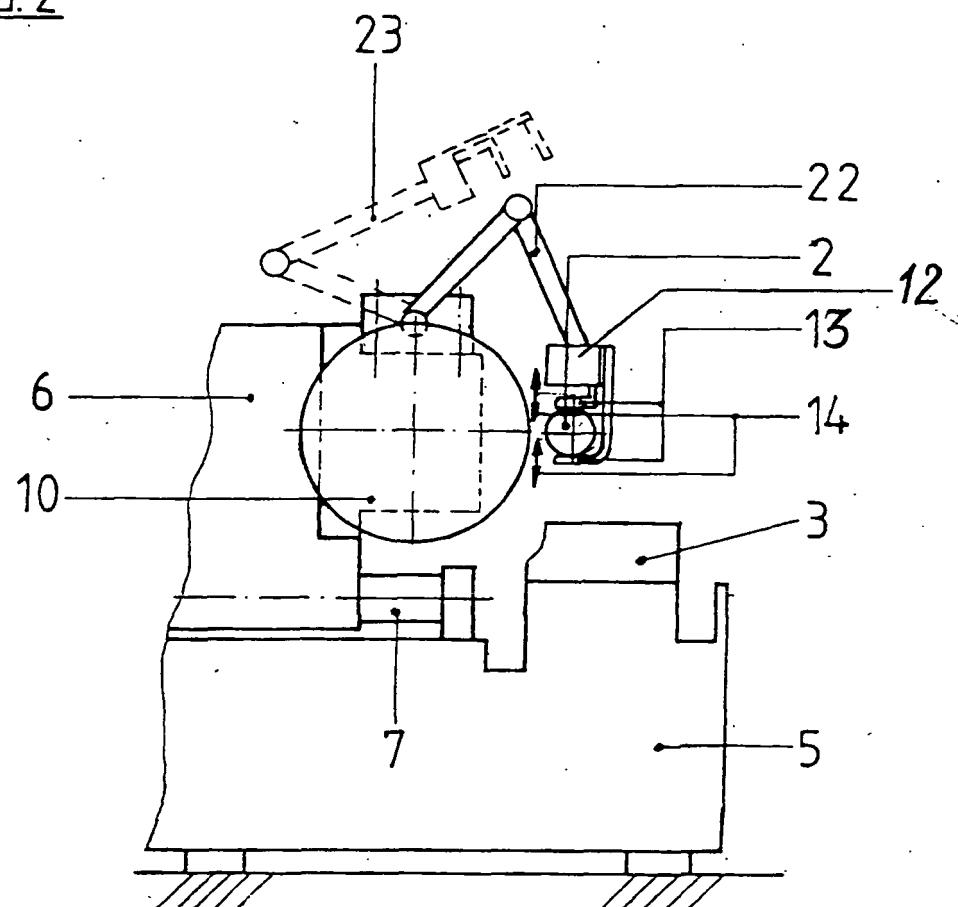


FIG. 3

