



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 841 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 05 B 19/18
G 01 B 21/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer: 5211/85

②② Anmeldungsdatum: 06.12.1985

③⑩ Priorität(en): 18.12.1984 DE 3446138

②④ Patent erteilt: 31.01.1989

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.01.1989

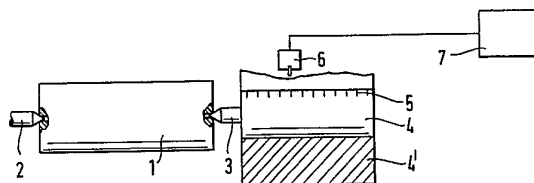
⑦③ Inhaber:
Fortuna-Werke Maschinenfabrik GmbH,
Stuttgart 50 (DE)

⑦② Erfinder:
Kramberg, Gerhard, Esslingen (DE)
Kühne, Horst, Remseck (DE)

⑦④ Vertreter:
Hepp & Partner AG, Wil SG

⑤④ **Verfahren zur Bestimmung der Position eines Werkstückes in einer NC-gesteuerten Maschine sowie eine NC-gesteuerte Maschine zur Durchführung eines solchen Verfahrens.**

⑤⑦ Mit dem Verfahren wird die Position eines Werkstückes (1) einer NC-gesteuerten Maschine bestimmt, die wenigstens eine Zentrierspitze (3) und ein Rechenwerk (7) aufweist. Die Lage der Zentrierspitze (3) wird mit einer Messeinrichtung (5, 6) ermittelt und der ermittelte Wert als Signal dem Rechenwerk (7) zugeführt. Mit ihm kann anhand des Messsignals die Position der Zentrierspitze (3) und damit des Werkstückes (1) ermittelt werden. Die Messeinrichtung (5, 6) ist einem Reitstock (4) der Maschine zugeordnet und an das Rechenwerk (7) angeschlossen. Die Messeinrichtung (5, 6) ist in die Maschine integriert, so dass kein zusätzliches Messgerät erforderlich ist und im Bereich des Werkstückes (1) keine Aufstellfläche für ein solches Messgerät vorgesehen sein muss.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Werkstückes in einer NC-gesteuerten, wenigstens eine Zentrierspitze und ein Rechenwerk aufweisenden Maschine, bei dem das Werkstück aufgespannt und die Lage zumindest einer Stelle des Werkstückes mit wenigstens einer Messeinrichtung ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Zentrierspitze (3) mit der Messeinrichtung (5, 6) ermittelt und dieser ermittelte Wert als Signal dem Rechenwerk (7, 7a, 7b) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Werkstück während der Bearbeitung mit einem Maschinentisch der NC-gesteuerten Maschine verstellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Ist-Messwert der Messeinrichtung (5, 6) mit einem gespeicherten Sollwert verglichen wird, und dass das Rechenwerk (7a, 7b) ein Regelsignal zum Verschieben des Maschinentisches (10) abgibt, wenn sich der Ist-Messwert vom Sollwert unterscheidet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage des Maschinentisches (10) mit einer weiteren Messeinrichtung (8, 9) ermittelt und der ermittelte Wert als Signal dem Rechenwerk (7a, 7b) zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit der die Lage des Maschinentisches (10) ermittelnden Messeinrichtung (8, 9) während der Bearbeitung ein Abstand (x) einer zu bearbeitenden ersten Fläche (21) des Werkstückes (1b) von einem Bezugspunkt gemessen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Bezugspunkt in einer zweiten Fläche (12b) des Werkstückes (1b) liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Fläche (12b) zunächst bearbeitet und dabei mit der die Lage der Zentrierspitze (3) ermittelnden Messeinrichtung (5, 6) der Abstand (f) zwischen dieser zweiten Fläche (12b) und einer Vertiefung (17) im Werkstück (1b) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (f) zwischen der zweiten Fläche (12b) und der Vertiefung (17) während der Bearbeitung mit einem Sollwert verglichen und bei Erreichen des Sollwertes der Bearbeitungsvorgang beendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (1b) nach der Bearbeitung der zweiten Fläche (12b) gewendet wird, dass mit der die Lage des Maschinentisches (10) ermittelnden Messeinrichtung (8, 9) während der Bearbeitung der ersten Fläche (21) des Werkstückes (1b) der Abstand (x) zwischen dieser ersten Fläche (21) und der zweiten Fläche (12b) ermittelt und mit einem Sollwert verglichen wird, und dass ein Signal zum Beenden des Bearbeitungsvorganges erzeugt wird, sobald der ermittelte Abstandswert (x) mit dem Sollwert übereinstimmt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Wenden des Werkstückes (1b) während der Bearbeitung ein Abstand (A) zwischen einem gespeicherten maschinenbezogenen Nullpunkt (M_0) und der Vertiefung (17) im Werkstück (1b) gemessen und aus ihm der Abstand (x) zwischen den beiden Flächen (12b, 21) des Werkstückes (1b) berechnet wird.

10. NC-gesteuerte Maschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit wenigstens einer Zentrierspitze und einem verfahrbaren Maschinentisch, auf dem mindestens ein Reitstock gelagert ist, der relativ zum Maschinentisch verstellbar ist, sowie mit einem Rechenwerk, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschine wenigstens eine dem Reitstock (4') zugeordnete Messeinrichtung (5, 6) aufweist, die an das Rechenwerk (7, 7a, 7b) angeschlossen ist.

11. Maschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung aus einer Messskala (5) und einem Abtastkopf (6) besteht, dessen Ausgang mit einem Eingang des Rechenwerks (7, 7a, 7b) verbunden ist.

12. Maschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschine wenigstens eine dem Maschinentisch (10) zugeordnete weitere Messeinrichtung (8, 9) aufweist, die an das Rechenwerk (7a, 7b) angeschlossen ist.

13. Maschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Messeinrichtung (8, 9) aus einer Messskala (8) und einem Abtastkopf (9) besteht, dessen Ausgang mit einem Eingang des Rechenwerkes (7a, 7b) verbunden ist.

14. Maschine nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (5, 6) an der Reitstockpinole (4) angeordnet ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Position eines Werkstückes in einer NC-gesteuerten Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine NC-gesteuerte Maschine zur Durchführung eines solchen Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruches 10.

Bei der Bearbeitung von Werkstücken in NC-gesteuerten Maschinen müssen die Werkstücke vor und während der Bearbeitung eine bestimmte Lage in bezug auf die Schleifscheibe aufweisen. Innerhalb einer Serie weisen die zu bearbeitenden Werkstücke Toleranzen auf, die bei der Positionierung berücksichtigt werden müssen. Hierzu werden gesonderte Messgeräte verwendet, die auf der Maschine angeordnet und mit denen die Lage des Werkstückes festgestellt wird. Dieses Messverfahren ist umständlich und aufwendig, da das Messgerät jeweils in bezug auf die Werkstücke neu ausgerichtet werden muss. Wenn am Werkstück beispielsweise zwei Flächen vermessen werden müssen, muss das Messgerät in zwei verschiedene Messlagen gebracht werden. Daher ist ein solches Verfahren zeit- und damit kostenaufwendig. Die Leistung der NC-gesteuerten Maschine kann dadurch nicht voll ausgenutzt werden. Darüber hinaus bereitet es häufig Probleme, das Messgerät in der Maschine überhaupt unterbringen zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren und die gattungsgemäße Maschine so auszubilden, dass die Positionsbestimmung innerhalb kürzester Zeit und einfach durchgeführt werden kann, und zwar auch bei solchen Maschinen, bei denen nur wenig Aufstellplatz für ein Messgerät vorhanden ist.

Diese Aufgabe wird beim gattungsgemässen Verfahren erfindungsgemäss mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 und bei der gattungsgemässen Maschine erfindungsgemäss mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 10 gelöst.

Beim erfindungsgemässen Verfahren wird das Rechenwerk der NC-gesteuerten Maschine zur Positionsbestimmung des Werkstückes herangezogen. Die Lage der Zentrierspitze bzw. des Reitstocks ist abhängig von der Lage des Werkstückes in der Maschine. Darum kann aus der Lage des Reitstocks mittels der Messeinrichtung die Position des Werkstückes mit dem Rechenwerk ermittelt werden. Im Rechenwerk kann aus dem von der Messeinrichtung gelieferten Signal schnell und einfach die Position der Zentrierspitze und damit des Werkstückes ermittelt werden.

Die Messeinrichtung ist in die erfindungsgemäße Maschine integriert, so dass zur Positionsbestimmung kein

zusätzliches Messgerät erforderlich ist. Dadurch können bei der Bearbeitung einer Serie von Werkstücken die Positionsbestimmungen sehr einfach und schnell durchgeführt werden. Da die Lage des Reitstocks mit der Messeinrichtung erfasst wird, muss im Bereich des Werkstückes keine Aufstellfläche für ein Messgerät oder dgl. vorgesehen sein, so dass die Maschine kompakt ausgebildet sein kann.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Maschine,

Fig. 2 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 die Maschine, in der ein kürzeres Werkstück vorgesehen ist,

Fig. 3 in schematischer Darstellung eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemässen Maschine mit einem Werkstück, dessen Stirnfläche bearbeitet werden soll,

Fig. 4 die Maschine gemäss Fig. 3, in der ein kürzeres Werkstück bearbeitet werden soll,

Fig. 5 in schematischer Darstellung eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Maschine, mit der ein Mass f als Referenz für eine herzustellende Länge x ermittelt wird,

Fig. 6 die Maschine gemäss Fig. 5, bei der das Werkstück nach dem Bearbeiten einer Stirnfläche um 180° gedreht wieder eingespannt ist und mit der eine Länge x an einem Werkstück hergestellt werden soll.

Die Fig. 1 und 2 zeigen schematisch eine Maschine, die NC-gesteuert ist. In der Maschine wird ein Werkstück 1 zwischen zwei Zentrierspitzen 2 und 3 eingespannt. Die Zentrierspitze 3 ist Teil einer Pinole 4, die in einem Reitstock 4' untergebracht ist. Die Pinole 4 oder ein anderes, relativ zum Maschinentisch verstellbares Element trägt eine Messkala 5, anhand der die Stellung der Zentrierspitze 3 festgestellt werden kann. Hierzu ist ein Abtastkopf 6 vorgesehen, der an das Rechenwerk 7 der NC-Maschine angeschlossen ist.

Mit der Maschine gemäss den Fig. 1 und 2 kann eine Werkstück-Typenerkennung in bezug auf die Werkstücklänge durchgeführt werden. Wenn das Werkstück 1 zwischen den Zentrierspitzen 2, 3 eingespannt ist, nimmt die Zentrierspitze 3 eine bestimmte Lage in bezug auf den fest angeordneten Abtastkopf 6 ein. Anhand der Messkala 5 lässt sich die Position der Zentrierspitze 3 ermitteln und in das Rechenwerk 7 eingeben. Die Position der Zentrierspitze 2 ist bereits im Rechenwerk 7 programmiert, kann aber auch über eine entsprechende Messeinrichtung 5, 6 dem Rechenwerk 7 mitgeteilt werden. Aus der Lage der Zentrierspitze 2 und 3 lässt sich die Länge des Werkstückes 1 bestimmen. Wird nun zwischen den Zentrierspitzen 2, 3 ein längeres oder kürzeres Werkstück 1, 1' (Fig. 2) eingespannt, dann nimmt die Zentrierspitze 3 eine andere Lage ein. Sie wird über den Abtastkopf 6 dem Rechenwerk 7 mitgeteilt. Hieraus lässt sich wiederum die Länge des Werkstückes 1' erkennen. Wird die Lage der Zentrierspitze 2 nicht ermittelt bzw. nicht programmiert, wird zur Werkstück-Typenerkennung allein die Lageänderung der Zentrierspitze 3 benutzt. Anhand des Messsystems 5, 6 lässt sich somit die Länge der zu bearbeitenden Werkstücke bestimmen und damit eine Werkstücktypenerkennung durchführen. Da der Abtastkopf 6 an das Rechenwerk 7 der NC-Maschine angeschlossen ist, lässt sich auch bei begrenzten Räumlichkeiten die Messung ohne Schwierigkeiten genau durchführen. Es ist insbesondere kein gesondertes Messgerät erforderlich, das an der Maschine ange-

bracht werden müsste und einen entsprechenden Platzbedarf hat.

Bei der Maschine gemäss den Fig. 3 und 4 ist ein zweites Messsystem 8, 9 vorgesehen, das ebenfalls aus einer Messskala 8 und einem an das Rechenwerk 7a angeschlossenen Abtastkopf 9 besteht. Die Messskala 8 ist an einem Maschinentisch 10 vorgesehen, auf dem die Zentrierspitze 2 gelagert ist. Das Werkstück 1a, das zwischen den beiden Zentrierspitzen 2 und 3 eingespannt ist, hat einen axialen, schmalen Vorsprung 11. Das Werkstück 1a wird an seiner Stirnseite 12 bearbeitet, im Ausführungsbeispiel mit einer Profilschleifscheibe 13. Damit an der Stirnfläche 12 der geforderte Betrag weggeschliffen werden kann, ist es notwendig, die Position der Stirnfläche 12 zu kennen. Nach dem Einspannen des Werkstückes 1a zwischen den beiden Zentrierspitzen 2 und 3 hat die zu bearbeitende Stirnseite 12 des Werkstückes 1a einen Sicherheitsabstand 14 von der Profilschleifscheibe 13. Es wird nun der Maschinentisch 10 zusammen mit dem Reitstock 4' im Schleichgang so weit gegen die Profilschleifscheibe 13 verschoben, bis die Stirnseite 12 an der Profilschleifscheibe zur Anlage kommt. In dieser Anschlagstellung werden über die Abtastköpfe 6 und 9 dem Rechenwerk 7a der NC-Maschine die Positionen der Zentrierspitze 3 und des Maschinentisches 10 gemeldet und gespeichert. Wenn nun auf der Vorrichtung gleiche Werkstücke nachfolgend bearbeitet werden, kann anhand der gespeicherten Anschlagstellung des Werkstückes an der Profilschleifscheibe automatisch das jeweils zu bearbeitende Werkstück in kürzester Zeit in seine Bearbeitungsposition verstellt werden.

In Fig. 4 ist ein Werkstück 1a' dargestellt, das kürzer ist als das Werkstück 1a gemäss Fig. 3. Zum Einspannen dieses kürzeren Werkstückes 1a' wird die Zentrierspitze 2 in die gleiche Ausgangslage zurückgefahren, die sie beim Einspannen des längeren Werkstückes 1a einnimmt. Da das Werkstück 1a' kürzer ist, müssten der Maschinentisch 10 und die Zentrierspitze 3, wenn die Messeinrichtungen 5, 6 und 8, 9 nicht vorhanden wären, im Schleichgang bis zum Anschlag an die Profilschleifscheibe 13 verfahren werden. Dieser Zustellweg ist infolge der kürzeren Länge des Werkstückes 1a' länger als bei dem längeren Werkstück 1a gemäss Fig. 3. Der längere Zustellweg kostet Zeit, so dass eine solche Maschine nicht mit grosser Leistung arbeiten könnte. Beim Ausführungsbeispiel wird jedoch infolge der Messeinrichtungen 5, 6 und 8, 9 der Zustellweg und damit die Zustellzeit erheblich verkürzt und dementsprechend die Leistung der Maschine wesentlich gesteigert. Anhand der von den beiden Abtastköpfen 6 und 9 gelieferten Messwerte lässt sich sofort die Länge des eingespannten Werkstückes 1a' ermitteln. Da die Länge des zuvor bearbeiteten Werkstückes 1a im Rechenwerk 7a gespeichert worden ist, lässt sich durch einen Vergleich der beiden ermittelten Werkstücklängen einfach ermitteln, um wieviel das Werkstück 1a' kürzer ist als das Werkstück 1a. Da das Werkstück 1a' ebenfalls mit der Profilschleifscheibe 13 an seiner Stirnseite 12' bearbeitet werden soll, muss es an die Schleifscheibe herangeführt werden. Da mit dem Rechenwerk 7a die Länge des Werkstückes 1a' ermittelt und der Sicherheitsabstand 14 zur Profilschleifscheibe im Rechenwerk 7a gespeichert worden ist, kann mit ihm bestimmt werden, wie weit das Werkstück 1a' bis auf den Sicherheitsabstand 14 gegen die Profilscheibe 13 zugestellt werden muss. Somit kann, vom Rechenwerk 7a geregelt, der Maschinentisch 10 im Eilgang so weit gegen die Profilschleifscheibe 13 zugestellt werden, bis die Stirnseite 12' den Sicherheitsabstand 14 von der Profilschleifscheibe 13 hat. In Fig. 4 ist dieser Zustellweg mit 15 bezeichnet. Sobald die Stirnseite 12' im Sicherheitsabstand 14 von der Profilschleifscheibe 13 liegt, wird auf Schleichgang umgeschaltet, so dass das Werkstück 1a' langsam an die Profilschleifscheibe herangeführt wird.

Mit der Maschine nach den Fig. 3 und 4 wird bereits bei der Positionierung des Werkstückes 1a' dessen Länge berücksichtigt. Dadurch müssen kürzere Werkstücke 1a' nicht über den gesamten Abstand von der Profilschleifscheibe 13 im Schleichgang zugestellt werden, sondern mit Hilfe des Rechenwerkes 7a kann zunächst im Eilgang das kürzere Werkstück bis auf den Sicherheitsabstand 14 an die Profilschleifscheibe herangeführt werden. Erst dann wird auf Schleichgang umgeschaltet. Unabhängig davon, ob in der Maschine ein langes oder ein kurzes Werkstück eingespannt ist, wird das Werkstück jeweils nur über die Länge des Sicherheitsabstandes 14 im Schleichgang an die Profilschleifscheibe 13 herangeführt. Dadurch werden die Einstellzeiten für die Positionierung der Werkstücke im Vergleich zu den bekannten Maschinen erheblich verringert und damit die Leistung der Maschine wesentlich erhöht. Darüber hinaus kann der Sicherheitsabstand 14 infolge der beschriebenen automatischen Regelung sehr klein gehalten werden, wodurch die Zustellzeit weiter verringert wird.

Selbstverständlich können auch längere Werkstücke als das Werkstück 1a gemäss Fig. 3 in der Maschine eingespannt werden. Auch hierbei wird automatisch mittels der beiden Messeinrichtungen 5, 6 und 8, 9 festgestellt, um wieviel dieses Werkstück länger ist. Je nach dem Abstand der zu bearbeitenden Stirnseite dieses längeren Werkstückes wird es dann, vom Rechenwerk geregelt, automatisch auf den Sicherheitsabstand 14 positioniert.

Mit der Maschine gemäss den Fig. 5 und 6 ist es möglich, automatisch eine am Werkstück 1b erforderliche Länge x genau herzustellen. Mit dieser Maschine ist es möglich, einander gegenüberliegende axiale Positionen am Werkstück 1b zu erfassen, ohne ein gesondertes Positioniergerät verwenden zu müssen. In der Praxis weisen zu schleifende Werkstücke gleicher Serie unterschiedliche Zentrumstiefen auf. Je nach Werkstück nimmt somit die Zentrierspitze 3 bei gleicher Maschineneinstellung unterschiedliche Positionen ein. Die Pinole 4 oder ein anderes geeignetes Maschinenelement trägt wiederum die Messskala 5, der der Abtastkopf 6 für den Abtastkopf 9 versehen. Das Werkstück 1b wird wiederum zwischen den beiden Zentrierspitzen 2 und 3 eingespannt, die jeweils in eine Vertiefung 16 und 17 in den Stirnseiten von im Durchmesser verringerten Endabschnitten 18 und 19 des Werkstückes eingreifen. Das Werkstück 1b wird in der beschriebenen Weise an die Schleifscheibe 13 herangefahren und die Stirnseite 12b abgeschliffen. Im Rechenwerk 7b ist ein maschinenbezogener Nullpunkt M_0 gespeichert. Nach beendetem Schleifvorgang wird der Abstand z_1 der Schleifscheibe 13 vom Nullpunkt M_0 gespeichert. Die Stellung der Zentrierspitze 3 und damit der Abstand w der Spitze 20 der Zentrierspitze 3 vom maschinenbezogenen Nullpunkt M_0 lässt sich mit Hilfe der Messeinrichtung 5, 6 aus der Position der Zentrierspitze 3 bestimmen. Auch dieser ermittelte Wert w wird in das Rechenwerk 7b eingegeben. Aus den beiden Werten z_1 und w lässt sich nach der Beziehung $f = z_1 - w$ der Abstand f der Spitze 20 von der fertig bearbeiteten Stirnseite 12b des Werkstückes 1b ermitteln.

Anschliessend wird das an einer Stirnseite 12b bearbeitete Werkstück 1b um 180° gewendet und erneut zwischen den beiden Zentrierspitzen 2 und 3 eingespannt (Fig. 6). Mit der Schleifscheibe 13 wird nunmehr die andere Stirnseite 21 des

Werkstückes 1b abgeschliffen. Diese Stirnseite muss nun so weit abgeschliffen werden, bis der Abstand x zwischen den beiden Stirnseiten 12b und 21 erreicht ist. Hierfür wird die folgende Beziehung herangezogen:

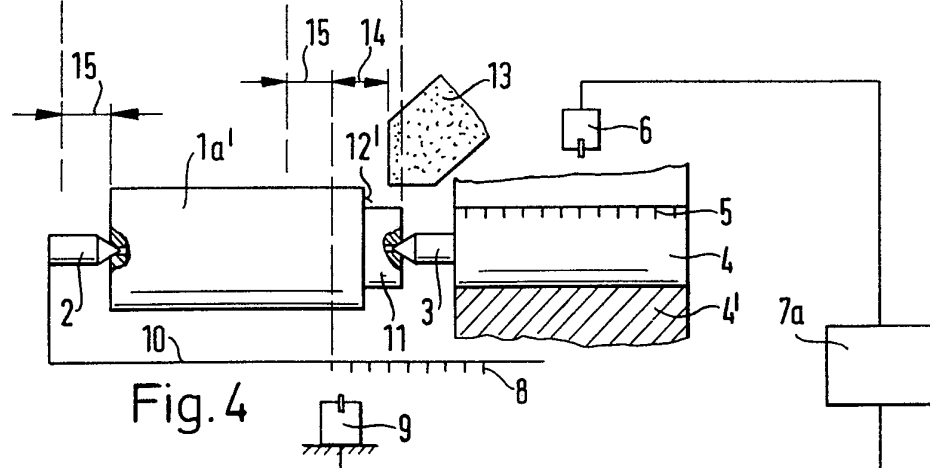
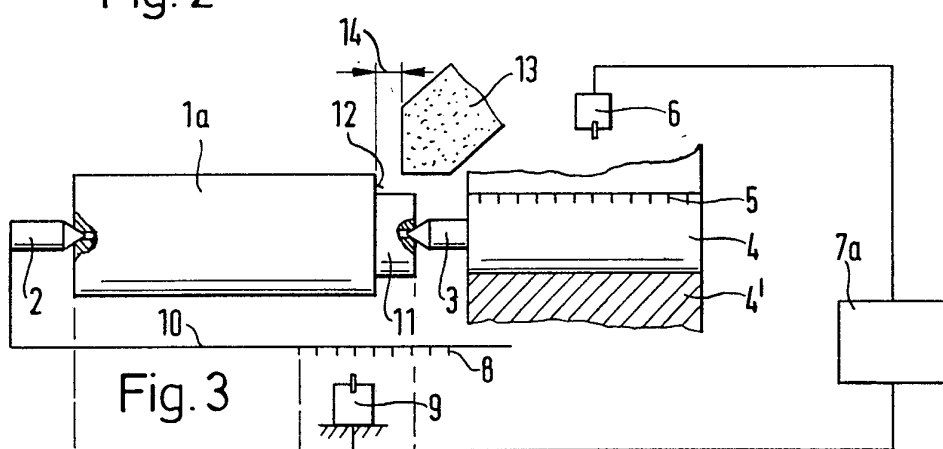
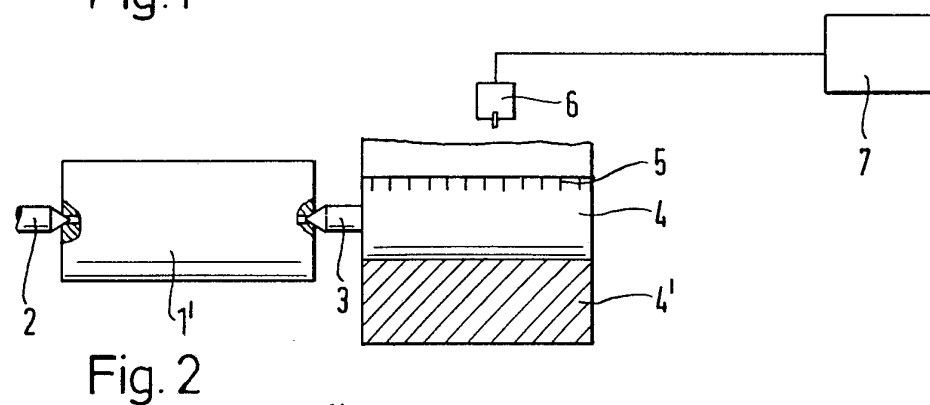
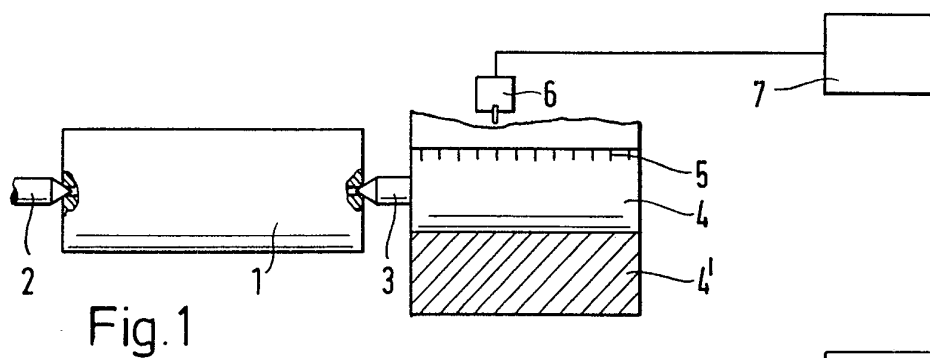
$$A = f + x + z_2$$

A ist ein im Rechenwerk 7b gespeicherter Parameter, der sich aus dem Abstand zwischen dem maschinenbezogenen Nullpunkt M_0 und dem freien Ende 22 der Zentrierspitze 2 ergibt. f ist der Abstand zwischen der bearbeiteten Stirnseite 12b und der Vertiefung 17 im Endabschnitt 19 des Werkstückes 1b. Dieser Wert f ist bei der Bearbeitung der Stirnseite 12b ermittelt und im Rechenwerk 7b gespeichert worden. x ist der geforderte Abstand zwischen den beiden Stirnseiten 12b und 21 des Werkstückes 1b. z_2 ist der jeweilige Abstand zwischen dem maschinenbezogenen Nullpunkt M_0 und der zu bearbeitenden Stirnseite 21. Während der Bearbeitung der Stirnseite 21 wird das Werkstück 1b entsprechend dem Abtrag an seiner Stirnseite mit dem Maschinentisch 10 zugestellt. Dadurch ändert sich der Wert A. Mit der Messeinrichtung 8, 9 lässt sich die Position des Maschinentisches 10 und damit des Werkstückes 1b ermitteln und somit das Mass A berechnen. Über die obige Beziehung kann hieraus die Grösse x während des Schleifvorganges laufend berechnet und mit dem gespeicherten Sollwert verglichen werden. Wenn der Ist-Wert mit dem Sollwert übereinstimmt, wird der Schleifvorgang beendet. Das bearbeitete Werkstück 1b hat dann die geforderte Bundbreite x . In der beschriebenen Weise lassen sich die Werkstücke einer Serie ohne Schwierigkeiten mit der geforderten Bundbreite x genau herstellen. Auch wenn die Werkstücke einer Serie grössere Toleranzen aufweisen, lassen sie sich in der beschriebenen Weise in der geforderten Genauigkeit herstellen.

Die beschriebenen Messeinrichtungen bei den verschiedenen Ausführungsformen werden jeweils durch eine Messskala und einen Abtastkopf gebildet. Der Abtastkopf kann ein Rotationsimpulsgeber sein, während als Messskala ein Linearmassstab, ein Inkrementalmassstab, ein Absolutmassstab und dgl. sein können. Um die Berührung des jeweiligen Werkstückes mit dem Werkzeug feststellen zu können, sind Sensoren vorgesehen, wie beispielsweise Körperschallsensoren, die ein Signal abgeben, sobald diese Berührung stattfindet. Dieses Signal wird dann zur Beendigung der Zustellbewegung herangezogen.

Anstelle der durch die Berührung zwischen Werkstück und Werkzeug bestimmten Ausgangsposition kann auch eine im Rechenwerk programmierte Position herangezogen werden, in die das jeweils zu bearbeitende Werkstück gebracht wird. Dann wird an dem in dieser programmierten Position sich befindenden Werkstück mit dem jeweiligen Werkzeug ein Span abgenommen. Nach der Spanabnahme wird die bearbeitete Seite des Werkstückes als Referenzfläche verwendet und die Position dieser bearbeiteten Referenzfläche im Rechenwerk gespeichert. Das Mass f (Fig. 5 und 6) kann somit entweder durch Melden der Position der Referenzfläche durch einen Sensor oder durch Zerspanen bestimmt werden.

Die beschriebenen NC-Maschinen können zum Schleifen oder Drehen rotationssymmetrischer Werkstücke verwendet werden.



[illegible]