



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 660 995 A5

⑤① Int. Cl.4: B 24 B 49/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

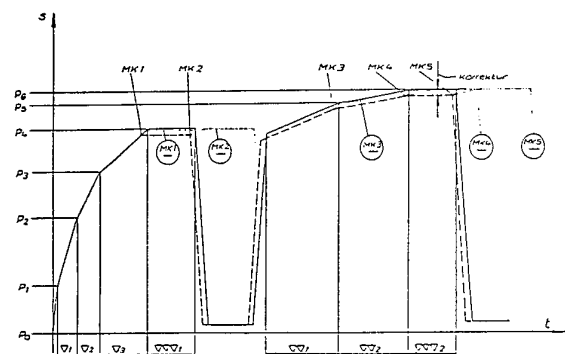
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer:	3691/83	㉗ Inhaber:	VEB Werkzeugmaschinenkombinat "7. Oktober" Berlin, Berlin (DD)
㉑ Anmeldungsdatum:	05.07.1983		
㉓ Priorität(en):	14.09.1982 DD 243208	㉘ Erfinder:	Fahl, Hans-Joachim, Berlin (DD) Frank, Horst-Werner, Werneuchen (DD)
㉔ Patent erteilt:	30.06.1987		
㉕ Patentschrift veröffentlicht:	30.06.1987	㉙ Vertreter:	Bovard AG, Bern 25

⑤④ **Verfahren zur Prozessüberwachung an CNC-Innenrundschleifmaschinen.**

⑤⑦ Der Prozess beim Schleifen von Bohrungen, Aussendurchmessern und Stirnflächen wird mit einer dem Programmablauf der Zustellung überlagerten Messsteuerung überwacht. Das Messgerät wird nach Nullung, Musterwerkstück auf Fertigmass gestellt. Das Werkstück wird anschliessend im programmierten technologischen Ablauf bei automatischem Schleifzyklus geschliffen. Dabei werden die Schaltunkte der Messkontakte selbstständig in den Programmablauf der Zustellung übernommen. Beim Ausfall eines Messkontaktes wird der Schleifprozess zu Ende geführt, ohne dass das gerade geschliffene Werkstück Fertigungsfehler aufweist.



PATENTANSPRUCH

Verfahren zur Prozessüberwachung an CNC-Innenrundschleifmaschinen mit einem numerisch kontrollierten Antrieb für die Zustellbewegung und einer überlagerten Messsteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät nach Nullung auf Fertigmass gestellt wird, dass, wenn mehrere Messkontakte vorhanden sind, diese auf ihre entsprechenden Teilstrecken justiert werden, dass das Werkstück anschliessend im programmierten technologischen Ablauf bei automatischem Schleifzyklus geschliffen wird, wobei die Schaltunkte der Messkontakte selbständig in den Programmablauf der Zustellung übernommen werden, dass die Differenz beider Steuerungen mit einem bestimmten Betrag in den Rechner eingegeben wird und dass danach die in das feste Programm der CNC-Steuerung übernommenen Punkte für die Beendigung der Teilzyklen und für die Erreichung des Fertigmasses beim Überschreiten des Differenzbetrages auf «Null» korrigiert werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prozessüberwachung an CNC-Innenrundschleifmaschinen mit einem numerisch kontrollierten Antrieb für die Zustellbewegung und einer überlagerten Messsteuerung.

Zur Realisierung der Zustellung an Innenrundschleifmaschinen sind elektro-mechanische, elektro-hydraulische oder programmierte, numerisch kontrollierte Antriebe bekannt, die einen für jedes Werkstück gleichen feststehenden Schleifzyklusverlauf garantieren. Durch überlagerten Einsatz von Messsteuerungen werden die Teilzyklen zu bestimmten Aufmasspunkten geschaltet und dadurch konstante Ausgangsbedingungen zur Erreichung des Fertigmasses festgelegt. Das Fertigmass wird direkt erfasst und beendet den Schleifzyklus. Bei Funktionsstörungen des Messgerätes übernimmt der Zustellantrieb zwangsläufig die Steuerung des Schleifzyklus, das heisst, dass die Werkstücke mit erheblichen Massstreuungen gefertigt werden, wobei die Gefahr der Ausschussfertigung besteht. Wird das Nullmass nicht erreicht, was zum Beispiel bei einer nicht optimalen Angleichung der Messkontakte an die Zustellung eintreten kann, ist ein manuelles Fertigschleifen der Werkstücke notwendig. Ebenso müssen bei Differenzen zwischen Messgerät und Zustellung manuelle Korrekturen bzw. ein Abbruch des Schleifzyklus eingeleitet werden. Die Angleichung der Messsteuerung an die Zustellung ist kompliziert und zeitaufwendig, da eine eindeutige Zuordnung nicht erkennbar ist. Der Abrichtdiamantverschleiss wird durch das Messgerät kompensiert. Er muss jedoch bei bestimmten Grössenordnungen im Zustellzyklus korrigiert werden, da sich durch festgelegte Schaltunkte, speziell bei mehreren unterschiedlichen Schrappgeschwindigkeiten, die Ausgangsbedingungen für das Schlichten ändern. Die Differenz zwischen Zustellendpunkt und Messgeräteabschaltpunkt vergrössert sich unter anderem mit zunehmendem Verschleiss des Abrichtdiamanten und zunehmendem Wärmetrend.

Ziel der Erfindung ist die Überwachung des Schleifprozesses bei Ausfall der Steuerung oder einzelner Messkontakte mit entsprechender Fehleranzeige zur Vermeidung von Ausschusschleifen und Havarievorbeugung. Des weiteren soll mit der Erfindung ein einfaches Verfahren zum Einrichten des Prozessablaufes mit der Anpassung der Programmsteuerung an die Messsteuerung erreicht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Prozessüberwachung an CNC-gesteuerten Innenrundschleifmaschinen vorzuschlagen, dass beim Ausfall eines

Messkontaktes der Schleifprozess zu Ende geführt wird, ohne dass das gerade geschliffene Werkstück Fertigungsfehler aufweist. Es ist des weiteren Aufgabe der Erfindung, ein einfaches Anpassen des Programmablaufes an die Messsteuerung im Einrichtzyklus zu erreichen.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches angeführten Merkmale gekennzeichnet. Damit ist der Programmablauf der Zustellung mit der Messsteuerung direkt überlagert, wobei bei den folgenden Schleifzyklen Abweichungen beider Steuerungen untereinander nur in einem bestimmten programmierten Differenzbetrag zugelassen werden. Hierdurch ist die Ausgangsbasis zur automatischen Überwachung des Schleifzyklus gegeben. Bei Ausfall eines, mehrerer oder aller Messkontakte kann ein Fertigschleifen des auf der Maschine befindlichen Werkstückes mittels der beim vorhergehenden Werkstück aktualisierten Programmsteuerung erfolgen. Die auftretende Massstreuung entspricht maximal dem programmierten Differenzbetrag. Damit wird ein Ausschusschleifen vermieden.

Als erstes soll auf die Bearbeitung von Werkstücken mit unterschiedlichen Werkstoffhärten, Schleifaufmassen und Schleifkörperabtrieben eingegangen werden. Zur Bearbeitung solcher Werkstücke werden zur optimalen Steuerung des Schleifzyklus mehrere Messkontakte eingesetzt. Der Schleifzyklus ist sowohl in der Schrappphase als auch in der Schlichtphase in mehrere Zustell- und Ausfeuerbereiche unterteilt, die durch entsprechende Programmpunkte erfasst sind. Der erste Messkontakt wird vor dem programmierten Endpunkt der Schrappzustellung gesetzt. Wird dieser erste Messkontakt nicht vor dem ersten, programmierten Punkt der CNC-Zustellung erreicht, erfolgt eine weitere Zustellung bis zu diesem Punkt, und es wird eine Ausfeuerphase eingeleitet. Bei Nichterreichen oder Erreichen eines zweiten Messkontaktes am Ende der Ausfeuerzeitstufe nach dem Schrappen erfolgt automatisch der Rücklauf der Zustellung in Abrichtstellung mit anschliessendem Abrichten und gleichzeitiger Fehleranzeige für den ersten oder beider Messkontakte. Wird der erste Messkontakt erreicht, aber der zweite schaltet nicht nach Ablauf der Ausfeuerphase, erfolgt eine Zustellung mit Schlichtgeschwindigkeit bis zum programmierten Endpunkt der Schrappzustellung mit anschliessendem Ausfeuern. Das Nichterreichen des zweiten Messpunktes bewirkt ebenfalls einen Rücklauf der Zustellung zum Abrichten und es erfolgt eine Fehleranzeige. Die Schlichtphase kann zum Beispiel für zwei Zustellgeschwindigkeiten mit anschliessendem Ausfeuern ausgelegt sein, wobei die Messkontakte vor die jeweiligen Endpunkte gesetzt sind. Erfolgt keine Schaltung durch diese Messkontakte, so wird bis zu den programmierten Endpunkten der Teilzyklen weitergeschliffen. Der Ausfall der Messkontakte wird jeweils angezeigt. Durch die Überlagerung der direkten Messsteuerung mit der indirekten CNC-Steuerung ist gewährleistet, dass der Schleifzyklus bei Ausfall der Messkontakte für diesen Bereich von der CNC-Steuerung übernommen wird. Das heisst, dass jedes Werkstück masshaltig zu Ende geschliffen wird und dass dann erst der Schleifprozess unterbrochen wird, um den Messkontakt neu zu justieren bzw. eine Fehleranalyse durchzuführen. Durch die Überlagerung der zwei Steuerungsabläufe treten zwangsläufig immer Differenzen zwischen dem Abschaltpunkt des Messsteuergerätes und dem programmierten Schaltpunkt der CNC-Steuerung auf, da die Messkontakte als primäre Schleifzyklusüberwacher immer vor den programmierten Schaltunkten liegen. Da der Abstand zwischen dem Istwert des Messgerätes und dem Sollwert des programmierten Schaltpunktes immer kleiner als die Bearbeitungstoleranz gewählt wird, kann bei Ausfall eines Messkontaktes das Werkstück masshaltig über die pro-

grammierten Schaltpunkte zu Ende geschliffen werden. Gleichzeitig erfolgt ein laufender Vergleich des Istwertes des Messgerätes mit dem Sollwert der CNC-Steuerung bezüglich seines vorgegebenen Differenzbetrages in seiner Trendentwicklung. Daraus ergeben sich dann nach Auswertung durch den Rechner Korrekturen der betreffenden Programmpunkte der Zustellachse bei fester Abrichtbasis zur z. B. Kompensation des Abrichtdiamantverschleisses und des Wärmetrends in der Fertigung. Der gesamte Zustellzyklus der Programmsteuerung wird durch die automatische Korrektur laufend an die Messsteuerung angepasst. Für Werkstücke mit normalem Fertigungsablauf werden Schleifzyklen mit einem Messkontakt bei direkter Nullmassabschaltung des Messgerätes bzw. bei indirekter Nullmassabschaltung des Messgerätes im Schlichten mit anschließender vorgewählter und konstanter Ausfeuerzeit vorgeschlagen. Hierzu ist eine Nullmassangleichung in vorher beschriebener Weise unbedingt erforderlich, da eine Überwachung der hierbei programmierten Teilzyklen durch Messkontakte nicht erfolgt. Um konstante Ausgangsbedingungen zur Erreichung des Fertigmasses und gleichbleibender Qualität zu erhalten, müssen alle vorangehenden Programmpunkte einen bestimmten Abstand zum Nullmass haben, der durch die Korrektur vom letzten Schaltpunkt, dem Abschaltkontakt des Schleifzyklus zum Messkontakt konstant gehalten wird. Diese Bedingungen sind Voraussetzung für den Einsatz von CNC-Messgeräten für das Mehrpositionsschleifen.

Die Erfindung ist nachfolgend an Hand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Die zugehörigen Diagramme zeigen in

Fig. 1 einen Schleifzyklusverlauf unter Verwendung von n Messkontakten,

Fig. 2 einen Schleifzyklusverlauf unter Verwendung eines Messkontaktes mit direkter Nullmassabschaltung und

Fig. 3 einen Schleifzyklusverlauf unter Verwendung eines Messkontaktes mit indirekter Nullmassabschaltung.

In der Abszisse (Fig. 1) ist der zeitliche Ablauf dargestellt, in der Ordinate die Entwicklung der Zustellbewegung. Der Gesamtzyklus teilt sich in die Teilzyklen Schruppen und Schlichten mit jeweils nachfolgendem Ausfeuern, wobei zwischen Schruppzyklus ein Rücklauf der Zustellung in die feste Abrichtstellung vorgesehen ist, um ein Zwischenabrichten des Schleifkörpers durchführen zu können. Die Aufteilung der einzelnen Programmschaltpunkte erfolgt von P_0 als Ausgangspunkt bis P_6 in diesem speziellen Fall. Dabei zeigen die durchgezogene Linie den programmierten Schleifzyklusverlauf und die gestrichelte Linie Zyklusverlauf über Messsteuerung. Von P_0 bis P_1 erfolgt nach dem programmierten Schleifzyklusverlauf der erste Werkstückkontakt des Schleifkörpers. Es folgen dann die Schruppbeträge, wobei, wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, die Schruppzustellgeschwindigkeit mit dem Erreichen eines Programmabschaltpunktes P_2 , P_3 immer geringer wird. Ähnlich ist die Schlichtzustellung aufgeteilt. Die Zeitbeträge für das Ausfeuern sind fest eingegeben. Der programmierte Schleifzyklusverlauf ist so

aufgebaut, dass in Stufen bis zum Messkontakt MK1, bei um den Differenzbetrag höher liegenden Programmschaltpunkt P_4 , die Schruppzustellung erfolgt. Anschliessend folgt ein fester Zeitbetrag für das Ausfeuern zur Entlastung des Systems Werkstück – Werkzeug – Maschine bis MK2 mit nachfolgendem Rücklauf zum Abrichten des Schleifkörpers. Nach dem Abrichten erfolgt ein Vorlauf bis kurz unterhalb P_4 , also mit Sicherheitsbetrag. Jetzt beginnt das Schlichten mit z. B. zwei gestuften Zustellgeschwindigkeiten bis zum Messkontakt MK4 vor Programmschaltpunkt P_5 . Es folgt ein fest eingegebener Betrag für das Ausfeuern bis zum MK5 – Fertigmass vor P_6 – mit anschliessendem Rücklauf in Ausgangsstellung P_0 . Hierzu ist die Überlagerung des programmierten Schleifzyklusverlaufes mit dem Zyklusverlauf über Messsteuerung mit n Messkontakten erkennbar. Dazu werden die Messkontakte MK1 bis MK5 gesetzt. Diese Messkontakte liegen jeweils um einen vorgegebenen Differenzbetrag, der kleiner als die Fertigungstoleranz sein muss, vor den Programmschaltpunkten. So schaltet der Messkontakt MK1 kurz vor P_4 . Es folgt ein anschliessendes Ausfeuern bis MK2. Ist MK1 nicht gekommen, wird bis P_4 geschliffen und anschliessend ausgefeuert. Der Ausfall von MK1 wird signalisiert. Kommt MK2 nicht, erfolgt eine weitere Zustellung mit Schlichtgeschwindigkeit auf P_4 sowie ein anschliessendes Ausfeuern und der Rücklauf zum Abrichten mit Fehlanzeige für MK2. Das gleiche wiederholt sich praktisch für die Messkontakte MK3 bis MK5. Die Diagramme nach den Fig. 2 und 3 stellen den gleichen Vorgang beim Schleifzyklusverlauf mit einem überlagerten Messkontakt für die direkte Nullmassabschaltung des Messgerätes in der Schlichtphase mit anschliessender vorgewählter konstanter Ausfeuerzeit dar. Hierbei ist eine Nullmassangleichung unbedingt erforderlich, da eine Überwachung der Teilzyklen durch weitere Messkontakte nicht erfolgt. Um konstante Ausgangsbedingungen zur Erreichung des Fertigmasses und gleichbleibende Qualitäten zu erhalten, müssen die vorangehenden Programmschaltpunkte einen bestimmten Abstand zum Nullmass haben. Diese Voraussetzung wird durch die Korrektur von P_6 zum Messkontakt MK5 mit nachfolgender Korrektur von P_1 bis P_5 geschaffen.

Die Vorteile des vorgeschlagenen Schleifverfahrens sind vor allem darin zu sehen, dass es möglich ist, ein Werkstück masshaltig fertigzuschleifen, selbst wenn ein Messkontakt ausfällt. Dies ist besonders wichtig bei der Fertigung von Kleinserien mit einem hohen Anarbeitungsstand. Bisher mussten diese Werkstücke manuell fertigbearbeitet werden, was häufig zu Ausschuss führte. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass eine eindeutige Fehleranalyse der Messsteuerung ermöglicht wird.

Des weiteren ist eine relativ einfache Anpassung beider Steuerungen untereinander im Einrichtzyklus durch automatische Übernahme der Schaltpunkte des Messgerätes in das CNC-Programm geschaffen.

Durch den Einsatz von Messsteuerungen mit einem Messkontakt ist die Voraussetzung für die Anwendung von CNC-Messgeräten für das Mehrpositionsschleifen gegeben.

Fig. 1

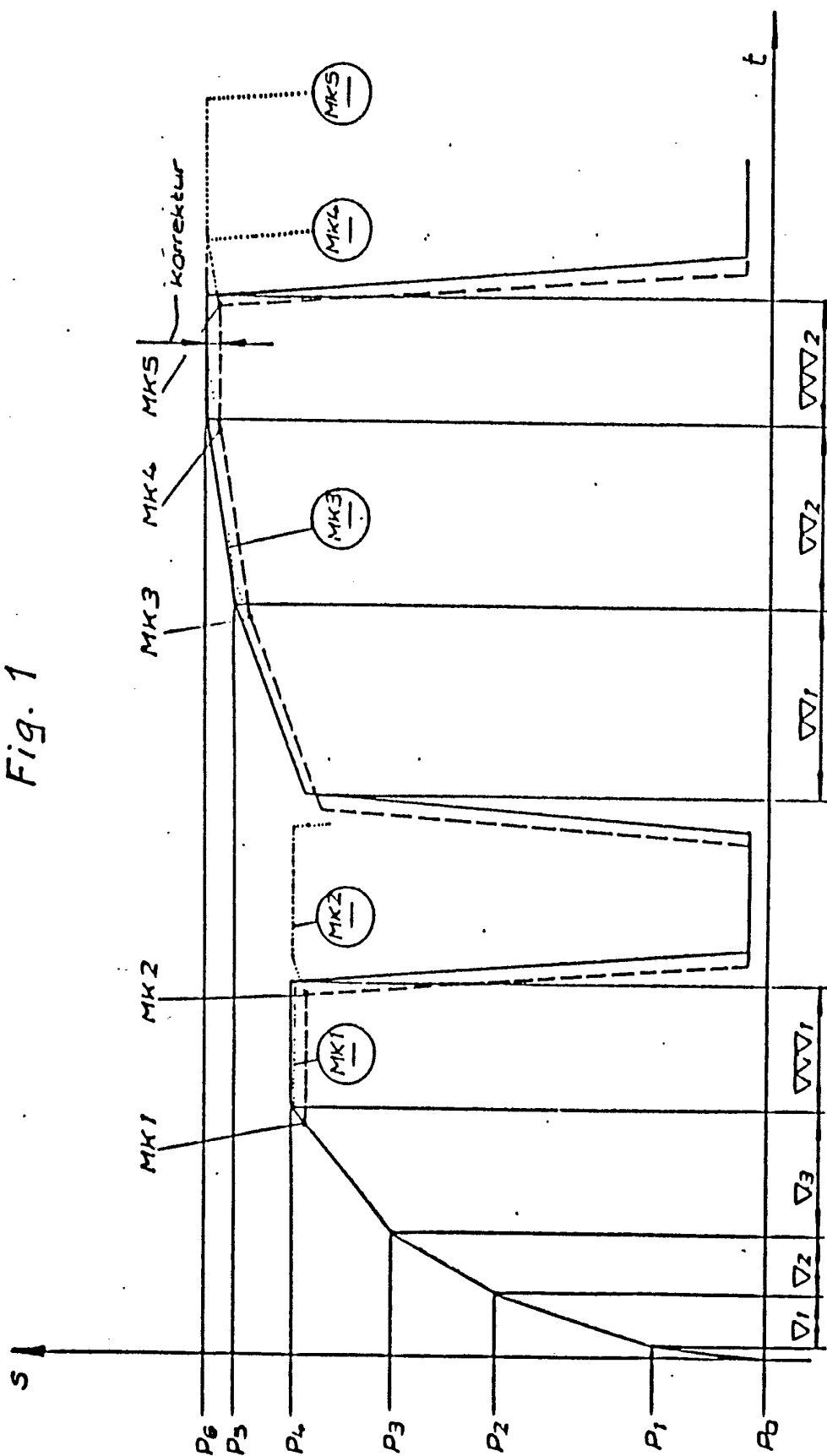


Fig. 3

