

①⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: **80103260.8**

⑤① Int. Cl.³: **B 24 B 9/00, B 24 B 49/00**

②② Anmeldetag: **12.06.80**

③① Priorität: **26.07.79 DE 2930309**

⑦① Anmelder: **M.A.N. - ROLAND Druckmaschinen Aktiengesellschaft, Christian-Pless-Strasse 6-30, D-6050 Offenbach/Main (DE)**
Anmelder: **Eduard Bautz GmbH, Robert-Bosch-Strasse 10, D-6108 Weiterstadt (DE)**

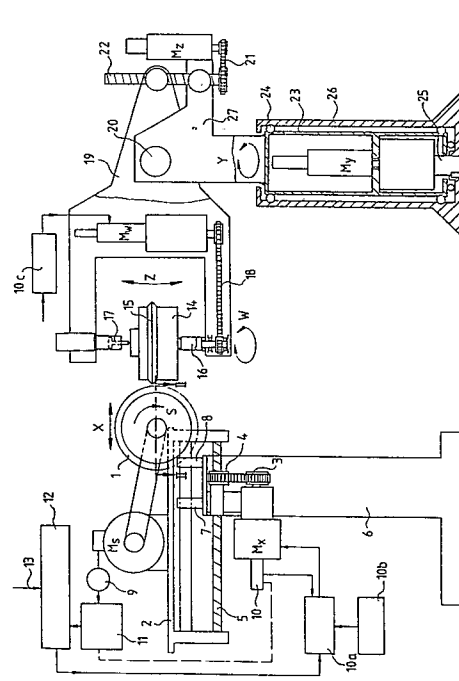
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **11.02.81**
Patentblatt 81/6

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT CH FR GB IT LI NL SE**

⑦② Erfinder: **Feldt, Wolfgang, Ing. grad., Hühnerberg 28, D-6466 Gründau 2 (DE)**
Erfinder: **Bautz, Walter, Dipl.-Ing., Mangoldweg 5, D-6100 Darmstadt (DE)**

⑤④ **Schleifmaschine zum Abschleifen des Grates von Rohlingen.**

⑤⑦ Bei einer Schleifmaschine zum automatischen Abschleifen des Grates (15) von Rohlingen (14) ist ein Arbeitsvorschub senkrecht und ein Vorschub in Richtung der Graterstreckung vorgesehen. Der Vorschub senkrecht zur Graterstreckung ist von konstanter Geschwindigkeit und wird ohne Vorgabe einer Sollkontur umgeschaltet, sobald der Schleifscheibenantrieb (Ms) einen Leistungsanstieg aufgrund des Eindringens der Schleifscheibe (1) in die Werkstückkontur aufweist.



EP 0 023 547 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schleifmaschine zum Abschleifen des Grates von Rohlingen, bei der die Schleifscheibe und das Werkstück mit regelbarem Vorschub zueinander bewegbar sind.

Eine Schleifmaschine dieser Gattung ist bereits durch die DE-AS 2 443 829 bekannt. Bei dieser Maschine wird die Schleifscheibe mit konstanter Kraft an den abzuarbeitenden Grat des Werkstücks angepreßt. Die Anpressung erfolgt durch Federkraft. Anstieg oder Abfall der Kraft verursacht einen Federweg, der abgegriffen und zur Regelung des Vorschubs verwendet wird. Dieser Anstieg bzw. Abfall wird aber dazu benutzt, die vorgewählte Anpreßkraft konstant zu halten. Ein Hinweis auf die Istkontur des Werkstücks erfolgt nicht.

Nachteilig bei einer derartig geregelten Schleifmaschine ist, daß keine Möglichkeit besteht, die tatsächliche Kontur des Werkstücks zu erkennen. Demzufolge ist es auch nicht möglich, einerseits den Grat vollkommen zu entfernen ohne andererseits in das Werkstück selbst einzuschleifen.

Wenn überhaupt, kann diese Regelung nur bei konstanten Gratstärken erfolgreich sein, nachdem die ungefähr notwendige Kraft zum jeweiligen Abschleifen des Grates jeweils vorher eingestellt worden ist. Der z.B. beim Gießen entstandene Gußgrat muß aber in jedem Falle so weit abgeschliffen werden, daß er zum einen den ästhetischen Anforderungen genügt und zum anderen ein möglichst geringes Aufmaß für die nachfolgenden Fertigungsoperationen aufweist.

Einer weitergehenden Automatisierung des Gußputzschleifens stand bisher eine erhebliche Schwierigkeit entgegen: Formgleiche Gußteile einer Serie unterscheiden sich - bedingt durch z.B. unterschiedliche Schwindmaße beim Abkühlprozeß oder durch Kernversatz - in ihren Längenabmessungen in nicht unerheblichen Abweichungen von den Sollmaßen. Hierdurch ist

es nur mit Einschränkungen möglich, eine Sollmaßkontur des Werkstückes entlang dem zu entfernenden Gußgrat einmalig, z.B. in einer numerisch gesteuerten Gußputzschleifmaschine mit reiner Konturfixiierung, festzulegen oder zu programmieren. Ein Gußstück, das größere Abmessungen als das in der Steuerung festgelegte Konturprogramm hätte, würde nicht nur vom Gußgrat befreit, sondern darüber hinaus durch zu viel Wegnahme am Material beschädigt werden. Ein in seiner Istkontur gegenüber der festgelegten Sollkontur zu kleines Werkstück erhält nur eine ungenügende Abnahme des Gußgrates.

Ein direktes Messen der Werkstückfertigkontur, z.B. mittels eines Tasters oder eines berührungslosen Sensors mit anschließendem Abschleifen des aus dem Meßvorgang ermittelten Gußgrates, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten in der Theorie und in der praktischen Ausführung.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Schleifmaschine zu schaffen, bei der ein Abarbeiten des Gußgrates bis auf die Kontur des jeweiligen Werkstücks möglich ist. Die zu erstellende Schleifmaschine soll außerdem hohe Abtragsleistungen erbringen und von stabiler, schwingungsfreier, robuster Bauweise sein. Sie soll rentabel auch für kleinere Serien einsetzbar sein.

Die Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 oder 2 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die Erfindung geht davon aus, daß die an der Schleifscheibe auftretende Umfangskraft näherungsweise proportional der Scheibeneingriffslänge und der Vorschubgeschwindigkeit, bzw. die Scheibeneingriffslänge proportional dem Differentialquotienten der Umfangskraft nach der Vorschubgeschwindigkeit ist.

Beim Eintritt der Schleifscheibe in die Werkstückkontur vergrößert bei entsprechend dimensionierter Scheibe die Scheibeneingriffslänge sich sprunghaft und damit der Differentialquotient $\frac{dP}{dv_1}$. Durch entsprechende Messung und Aufbereitung der Meßwerte kann das Erreichen der Werkstückkontur eindeutig festgestellt werden. Damit ist ein indirektes mit dem Schleifvorgang gekoppeltes Meßverfahren gegeben, das durch eindeutige Merkmale den Unterschied zwischen dem Gußgrat und der Fertigungskontur des Werkstückes erkennt und als Folge hiervon die Schleifabnahme durch die Schleifscheibe entsprechend ausregelt. Dieser Schleifprozeß ist also unabhängig von der jeweiligen Größe des Gußgrates und der Soll-/Istwertabweichung des Werkstückes von seiner in der Zeichnung festgelegten Kontur durchzuführen. Nachdem für die Regelung keine radial zur Schleifscheibe wirkenden Kräfte verwendet werden, können sich Unwuchten der Scheibe an dem Regelvorgang nicht auswirken.

In einer besonders vorteilhaften und wirtschaftlich günstigen Ausgestaltung der Erfindung wird die mit konstant vorgegebener Vorschubgeschwindigkeit v_1 und bei vorgegebener Abtastzeit Δt auftretende Veränderung der Schleifscheibenumfangskraft ΔP_u , bzw. des auftretenden Drehmoments ΔM , bzw. der benötigten Leistung ΔN durch entsprechende Einrichtungen erfaßt und werden durch entsprechende Schaltungen die Differentialquotienten $\frac{\Delta P_u}{\Delta t}$, $\frac{\Delta M}{\Delta t}$, $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ abgeleitet.

Bei Konstanthaltung der Geschwindigkeit des Vorschubs v_1 ist es jeweils nur noch notwendig, die Umfangskraft, bzw. das Drehmoment, bzw. die aufgebrachte Leistung bzw. die jeweilige Änderung dieser Werte in einer Zeitspanne zu ermitteln. Damit vereinfacht sich der Meß- und Regelaufwand erheblich. Aus folgenden Gründen ist die Verwendung der Änderung der erfaßten Meßwerte besonders vorteilhaft. Beim Abarbeiten eines Gußgrates wird beispielsweise der Absolutwert des Drehmoments sich in

/=kontur

gewissem Umfang ändern, d.h. er wird im allgemeinen allmählich ansteigen. Dies hängt aber von der Größe und Geometrie des abzuarbeitenden Grates ab. Beim Eintritt der Schleifscheibe in die Werkstück/tritt aber eine sehr große Änderung des aufzubringenden Drehmoments auf, mit weiter in das Werkstück eindringender Schleifscheibe bleibt dann die Änderung bzw. der Anstieg des Drehmomentes unabhängig von der Geometrie des Gußgrates konstant. Der beim Eintritt in das Werkstück auftretende Knick in der Kennlinie ist ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal zwischen Gußgratpartie und Werkstückfertigungskontur. Dieser Knick tritt bei Gußgraten geringerer Größe frühzeitig auf - im Grenzfall bei nicht vorhandenem Grat ist der kennzeichnende hohe Anstieg der gemessenen Umfangskraft, bzw. des Drehmomentes im Moment des Kontaktes Scheibe/Werkstück vorhanden - es ist deshalb nicht erforderlich, die Schleifscheibe so weit eindringen zu lassen, bis die gemessene Umfangskraft, bzw. das gemessene Drehmoment absolut gesehen einen bestimmten Schwellwert erreicht.

In vorteilhafter Weise ist die Geschwindigkeit des Vorschubs v_2 in Richtung der Graterstreckung entsprechend der Werkstückkontur an der Stelle des Schleifscheibeneingriffs mit Hilfe einer rechner-gesteuerten Regeleinrichtung derart regelbar, daß dieser Vorschub v_2 gemeinsam mit dem über eine bestimmte Zeitspanne gebildeten Integral der oszillierenden Einzelvorschübe v_1 eine optimale Tangentialgeschwindigkeit erbringt.

Zu unterscheiden ist hierbei zwischen dem momentanen Wert v_1 , nachfolgend auch $v_1 \text{ max.}$ genannt, und dem sich tatsächlich über eine Zeitspanne gesehen ergebenden integralen Wert von v_1 , der kleiner deshalb ist, weil der Vorschub v_1 bei Erreichen des Schwellwertes zeitweise gestoppt und umgekehrt wird. Im Grenzfall wird dieser integrale Wert gleich Null.

- -

Offensichtlich bestimmt die Größe des Vorschubs v_2 die Abtragsleistung der Maschine. Diese ist maximal z.B. bei kreisförmiger Kontur des Werkstücks, wenn das Integral der Einzelvorschübe v_1 annähernd Null und damit die Tangential- bzw. Bahngeschwindigkeit an Stelle des Schleifscheibeneingriffs annähernd der Geschwindigkeit des Vorschubs v_2 ist. Ist aus der Geometrie des Werkstücks bedingt eine Herabsetzung von v_2 erforderlich, damit z.B. bei Einbuchtungen im Werkstück die Schleifscheibe in Richtung v_1 der Werkstückkontur folgen kann, so ist doch zumindest der Betrieb mit maximal möglichem v_1 anzustreben; die Differenz zwischen der maximal möglichen konstanten Geschwindigkeit v_1 und der tatsächlichen, von der jeweiligen Werkstückkontur bedingten Geschwindigkeit v_1 kann demzufolge benutzt werden, um die Geschwindigkeit v_2 auf einen optimalen Wert zu regeln. Folgende Beziehung wird zweckmäßigerweise dem Regelvorgang zugrunde gelegt:

$$v_2 = \text{Konst.} \cdot (v_1 \text{ max} - \frac{1}{T} \int v_1 \, dt).$$

In Ausgestaltung der Erfindung kann der Schleifbockschlitten eine oder mehrere angetriebene Schleifscheiben aufnehmen, um so die Art der Schleifscheibe der Form und Größe des Grates und der Kontur der Werkstückes anpassen zu können. Eine besonders feinfühligte Regelung der Schleifarbeit ist möglich, wenn eine der Schleifscheiben vom Antrieb entkuppelbar ist und damit die den Regelvorgang belastende träge Masse noch weiter reduziert werden kann.

In einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist der erste Vorschub v_1 auf den Schleifbockschlitten, alle übrigen Vorschub- und Verstelleinrichtungen dem Werkstückspannaggregat zugeordnet. Die Vorschub- und Verstellbewegungen des Werkstückes sind je nach Werkstück programmierbar.

Damit ist es möglich, die Halterung und Aufspannung der Werkstücke ausreichend robust zu dimensionieren. Der Schleifbockschlitten dagegen kann leicht gebaut werden, so daß unter Ausschaltung von die Regelung ungünstig beeinflussender träger Massen die Schleifscheibe feinfühlig arbeiten kann.

Eine betriebssichere Anordnung wird dadurch erreicht, daß die Vorschubbewegungen des Werkstücks als Dreh- oder Schwenkbewegungen ausgeführt sind. Die bei Geradföhrungen notwendigen, gegen Schmutz empfindlichen Bahnen sind damit vermieden.

Zur Herausarbeitung der Grundlagen der Erfindung sei noch folgendes zusammengefaßt:

Die Schleifmaschine ist aufgrund der Lehre dieser Erfindung durch das mit dem Schleifvorgang gekoppelte Meß- und Berechnungsverfahren in der Lage, den Unterschied zwischen dem Gußgrat und der Werkstückfertigkontur zu erkennen und als Folge hiervon den Schleifprozeß nach dem Abschleifen des Grades und bei Beröhren der Istkontur zu beenden.

Als Kenngröße zur Unterscheidung von Grat und Werkstückistkontur soll die Eingriffslänge S der Schleifscheibe dienen, die nach dem Abschleifen des Grades im Grenzgebiet zur Fertigkontur überproportional ansteigt. Die hier angeführten Verfahren ermitteln indirekt, durch Messen der Scheibenumfangskraft P_u (bzw. der hierzu proportionalen Größen M und N der Schleifscheibe) sowie der Vorschubgeschwindigkeit v_1 des Schleifschlittens, eine der Scheibeneingriffslänge S bzw. deren Anstiegsgradienten $\frac{\Delta S}{\Delta x}$ proportionale Größe.

Verfahren 1:

Es gilt näherungsweise die Beziehung:

$$P_u \sim S \cdot v_1 \text{ bzw. } S \sim \frac{P_u}{v_1}$$

Wählt man den für die Praxis interessanten Sonderfall

$$\underline{v_1 = \text{Konstant} \text{ so ist:}}$$

$$P_u \sim S$$

Die Schleifscheibe arbeitet solange den Grat mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit v_1 ab, bis die Eingriffslänge S bzw.

die Umfangskraft P_u die Größe eines vorgegebenen Schwellwertes $S_{\max}$ bzw. $P_u \max$ erreicht, der den Vorschubschaltbefehl erteilt. Dieser Schwellwert wird so hoch gelegt, daß eine volle Berührung der Werkstückfertigkontur durch die Schleifscheibe auch bei zu Grundelegung unterschiedlicher Gratdicken gegeben ist.

Im übrigen entspricht das Verfahren 1 analog nachfolgend beschriebenen Verfahren 2.

Verfahren 2:

Eine Verbesserung des zuvor beschriebenen Verfahrens kann dadurch erreicht werden, daß man an Stelle der Scheibeneingriffslänge S den Gradienten der Änderung der Länge ΔS über den Zustellweg Δx , also $\frac{\Delta S}{\Delta x}$ bei konstanter Vorschubgeschwindigkeit v_1 ermittelt.

Es gilt: $\frac{\Delta S}{\Delta x} \sim \frac{1}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta P_u}{\Delta v_1}$ wobei $\Delta x = \Delta v_1 \cdot \Delta t$ ist.

Ist $v_1 = \text{Konstant}$, so ist:

$$\Delta S \sim \Delta P_u$$

und $\Delta x \sim \Delta t$

und somit:

$$\frac{\Delta S}{\Delta x} \sim \frac{\Delta P_u}{\Delta t} \approx \frac{dP_u}{dt}$$

An Stelle des Differentialquotienten $\frac{\Delta S}{\Delta x}$ kann man also die hierzu proportionale zeitliche Ableitung $\frac{dP_u}{dt}$ durch Messen der Veränderung der Scheibenumfangskraft ΔP_u (bzw. ΔM bzw. ΔN) während der Abtastintervalle Δt meßtechnisch wesentlich leichter ermitteln. Berührt die Schleifscheibe nach dem Abschleifen des Grates die Werkstückfertigkontur, so steigt der Differentialquotient $\frac{\Delta P_u}{\Delta t}$ sprunghaft an und überschreitet einen festgelegten Schwellwert $\frac{\Delta P_u}{\Delta t} \max$. Dies führt zum Abschalten des

konstanten Vorschubes v_1 und leitet den anschließenden Rückhub des Schleifschlittens ein.

Wird nun ein zweiter minimaler Schwellwert $\frac{\Delta Pu}{\Delta t}$ min. unterschritten, so erhält der Schleifschlitten den Befehl zur Bewegungsumkehr und zum erneuten Schleifen mit konstantem Vorschub v_1 in Richtung auf eine Werkstückistkontur. Das Signal zur Rückhubbeendigung kann auch zeitabhängig ausgelöst werden.

Die beschriebene Zweipunktregelung zwischen

$$\frac{\Delta Pu \text{ max.}}{\Delta t} \quad \text{und} \quad \frac{\Delta Pu \text{ min.}}{\Delta t}$$

erfolgt bei gleichzeitig eingeschaltetem Quervorschub v_2 entlang der Graterstreckung solange, bis dieser rund um das Werkstück abgeschliffen ist.

Unabhängig von der unterschiedlichen Dicke und Form des jeweiligen Grates reagiert hier die Schleifscheibe noch sensibler als im Verfahren 1 auf das Berühren der Werkstückfertigkontur. Einmal eingestellte Maximal- und Minimalwerte besitzen für nahezu alle Arten von Graten Gültigkeit. Die entsprechenden Schwellwerte in Verfahren 1 und 2 brauchen auch bei sich änderndem Schleifscheibendurchmesser nicht verändert werden, da die Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe konstant gehalten wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand nachfolgender, schematischer Zeichnung noch eingehender beschrieben.

Es zeigt:

- Fig. 1 eine Schleifmaschine in Ansicht, teilweise geschnitten,
- Fig. 2 einen Ausschnitt längs der Linie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3a, b, c, d, die zeichnerische Darstellung zweier Verfahren der Erkennung der Werkstückkontur,
- Fig. 4 ein detailliertes Regel- und Steuerungs-blockschaltbild und
- Fig. 5 ein Flußdiagramm über das Steuerwerk am Blockschaltbild.

Die Schleifscheibe 1 ist auf einem Schleifbockschlitten 2 angeordnet und wird durch den Motor M_s angetrieben. Der Vorschub v_1 in x-Richtung erfolgt durch den Motor M_x . Die Übertragung erfolgt durch einen Zahnriementrieb 3, durch den eine axial unbewegliche Mutter 4 gedreht und damit die am Schleifbockschlitten 2 befestigte Spindel 5 axial verschoben wird. Dazu ist der Schleifbockschlitten 2 an den Schleifmaschinenständer 6 befestigten Lagerböcken 7, 8 gelagert. Die an der Schleifscheibe 1 aufzubringende Umfangskraft P_u , bzw. das Drehmoment M , bzw. die Leistung N wird durch Meßeinrichtungen 9 gemessen. Hier werden beispielsweise die vom E-Motor M_s aufgenommene elektrische Spannung sowie der elektrische Strom gemessen. Die Geschwindigkeit des Vorschubs v_1 in x-Richtung wird anhand eines am Motor M_x vorgesehenen Tachogenerators 10 ermittelt und in Verbindung mit einem Regler 10a auf konstante Größe gebracht. Dem Regler 10a ist ein Sollwertgeber 10b für $v_1 = \text{Konst.}$ vorgeschaltet. Durch die gestrichelt gezeigte Verbindung ist angezeigt, daß alternativ die Meßwerte von v_1 der Schaltung 11 zuführbar sind. In elektronischen Schaltungen 11 werden aus diesen Meßwerten die für die Regelung benutzten Quotienten $\frac{dP_u}{dt}$ usf. gebildet und in eine Vergleicherschaltung 12 gegeben, in der diese in bekannter Weise mit einem vorgegebenen Schwellwert 13 verglichen werden. Bei Erreichen oder Überschreiten des Schwellwertes 13 wird der Motor M_x ab- oder umgeschaltet, so daß der Vorschub v_1 in x-Richtung unterbrochen ist. Die Beschreibung des 2-Punkte-Regelvorgangs wird nachfolgend noch genauer zu Fig. 4 und Fig. 5 erläutert.

Das Werkstück 14 mit dem abzuschleifenden Gußgrät 15 ist zwischen einem Dorn 16 und einem hydraulischen Spannelement 17 eingespannt und durch einen Motor M_w über ein Riemengetriebe 18 in Umdrehungen versetzt. Das Werkstück 14 ist in einem Rahmen 19 gehalten, der um einen Bolzen 20 in z-Richtung verschwenkbar ist. Diese Verschwenkung erfolgt durch einen weiteren Motor M_z über einen Zahnriementrieb 21 und eine Spindel 22. Der Rahmen 19 ist weiterhin in y-Richtung verdrehbar durch einen Motor M_y . Dieser ist

an einem Rotationskörper 23 angeflanscht, der in Wälzlagern 24 gelagert ist. Die Getriebeabtriebswelle 25 ist dabei mit dem Gehäuse des Werkstückspannungsaggregats 26 fest verbunden. Der Bolzen 20 ist an einem Halter 27 angeordnet, der mit dem Rotationskörper 23 fest verbunden ist.

In dem Ausschnitt in Fig. 2 ist schematisch die Möglichkeit der Entkupplung der Schleifscheibe 1 vom Antrieb 1a durch den Motor M_s aufgezeigt. Dazu sind die Wellen 1b und die Muffe 1c - dieser wird der Antrieb zugeleitet - durch Betätigung einer Scheibenkupplung 1d voneinander trennbar und nur noch die kleinere Schleifscheibe 1e wird angetrieben.

In Fig. 3a bis 3d ist der Zusammenhang der Schleifscheibenbewegung mit den jeweils erfaßbaren Meßwerten aufgezeigt. Bei erstem Berühren des Gußgrates schaltet der Eilgang E_1 ab und die konstante Vorschubgeschwindigkeit v_1 an. Lt. Fig. 3b erreicht die Schleifscheibenumfangskraft ein $P_u \max.$, bevor der Vorschub umgeschaltet wird. In Fig. 3c dagegen wird die Änderung der Umfangskraft mit der Eindringtiefe Δx - d.h. bei konstanter Vorschubgeschwindigkeit v_1 im Zeitintervall Δt - ermittelt, weswegen schon vor Erreichen von $P_u \max.$ die Schleifscheibe 1 gestoppt werden kann. In Fig. 3d ist zur Verdeutlichung des Sachverhalts die Größe der Änderung aufgetragen.

In der Beschreibung ist bisher Bezug genommen auf die Regelung einer Schleifmaschine. Es versteht sich aber, daß ähnliche Probleme auch bei Anwendung anderer Bearbeitungsarten, wie Drehen oder Sägen, wie aufgezeigt gelöst werden können.

In dem in Figur 4 schematisch dargestellten Blockschaltbild der Schleifmaschinensteuerung - und -Regelung wird die Umfangskraft P_u indirekt über eine sehr empfindlich registrierende Messung der vom Hauptmotor M_s aufgenommenen Leistung N ermittelt. Diese Leistung ist jeweils proportional dem Differenzwinkel φ zwischen der Sollphase und der nachteilenden Istphase der Rotorachse am Wechselstrom-Hauptmotor M_s .

Den Differenzwinkel φ ermittelt man aus dem Vektorprodukt der Eingangswechselspannung U_{Ms} des dem Motor M_s vorgeschalteten Frequenzwandlers mit dem Motoreingangswechselstrom i_{Ms} .

Die anschließende Differentialquotientenbildung $\frac{dN}{dt}$ bzw. $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ wird entweder über ein elektrisches RC-Differenzierglied oder über die Differenzbildung der Leistungswerte zu Anfang und zu Ende einer Abtastzeit $\frac{N_e - N_a}{\Delta t}$ erreicht.

Durch eine ständige Messung dieser Differentialquotienten und dem Vergleich mit den jeweils gültigen Schwellwerten können die folgenden Übergänge von einer Betriebsart zur nächsten bestimmt werden:

1. Durch das sensorische Erkennen der Berührung der Schleifscheibe mit dem Werkstückgrat durch die Ermittlung von

$$\frac{dN}{dt} > 0$$

wir der Eilgang-Vorlauf abgebremst und die Steuerung auf eine Zweipunkt-Konturregelung zwischen Schleifscheibe und Werkstück umgeschaltet.

2. Beim Erreichen eines voreingestellten Maximalgradienten $\frac{dN_{max}}{dt}$ wird die Grenze zwischen Werkstück-Fertigkontur und Grat erkannt und der Vorwärtsvorschub in einen Rückwärtsvorschub umgeschaltet.
3. Beim anschließenden Unterschreiten eines Minimalschwellwertes $\frac{dN_{min}}{dt}$ wird der erneute Befehl zum Umschalten auf einen Vorwärtskonstantvorschub gegeben. (Dieser Schwellwert kann auch lediglich durch ein Zeitglied ausgelöst werden, das nach dem Erreichen des Maximalschwellwertes in Funktion gesetzt wird).

Dem Konturregelkreis unterlagert ist der Geschwindigkeitsregelkreis des Schleifschlittenvorschubantriebes, der zum einen aus einem sehr massenträgheitsarmen Gleichstrom-Permanentmagnet-Korb-ankermotor mit aufgesetztem Tachogenerator zum anderen aus einem vorgeschalteten Vier-Quadranten-Transistorregler besteht.

Die jeweilige Größe der Vorschubbewegung V_2 , die während der Betriebsart-Konturregelung abläuft, wird aus der Differenzbildung einer der konstanten Größe V_1 analogen Spannung und der der Größe $\frac{1}{T} \int V_1 dt$ analogen Tachogeneratorspannung des Schlittenvorschubantriebes und deren Multiplikation mit einem einstellbaren Konstantfaktor C erreicht. Je nach der Vorzeichnerichtung der Tachospannung ist die V_1 proportionale Spannung positiv oder negativ gepolt (Signum-Funktion). Der Vorschub V_2 wird ebenfalls über einen unterlagerten Regelkreis in seiner Vorschubgeschwindigkeit kontrolliert.

Durch, beispielsweise eine numerische Positioniersteuerung kann die Länge des abzuschleifenden Grates entlang der Werkstückkontur bestimmt werden und nach vollzogener Arbeit ein Quittierungssignal die Umschaltung vom Regelungsbetrieb auf den Steuerungsbetrieb und damit auf den Eilgang-Rücklauf des Schleifbockschlittens auslösen. Ist der Startnocken erreicht, so hält der Schlitten in seiner Ausgangslage an.

Ein übergeordnetes Steuerwerk initiiert und kontrolliert die Folge der einzelnen Abschnitte des Gesamtablaufes. Dieser wird nochmals in seiner Folge und Logik in einem in Figur 5 dargestellten Flussdiagramm niedergelegt.

und

Eduard Bautz G.m.b.H., Stiftstraße 10, 6100 Darmstadt

Schleifmaschine zum Abschleifen des Grates von Rohlingen

Patentansprüche

- 1.) Schleifmaschine zum Abschleifen des Grates von Rohlingen, bei der die Schleifscheibe und das Werkstück mit regelbarem Vorschub zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Vorschub v_1 zwischen Werkstück (14) und Schleifscheibe (1) senkrecht zur Graterstreckung und ein zweiter Vorschub v_2 in Richtung der Graterstreckung vorgesehen ist, daß die beim Eindringen der Schleifscheibe (1) in den Grat (15) des Werkstücks (14) auftretende Schleifscheibenumfangskraft P_u , bzw. das auftretende Drehmoment M , bzw. die benötigte Leistung N und die Vorschubgeschwindigkeit v_1 durch entsprechende Einrichtungen (9, 10) meßbar und durch entsprechende Schaltungen (11) die Quotienten $\frac{P_u}{v_1}$ bzw. $\frac{M}{v_1}$ bzw. $\frac{N}{v_1}$ ableitbar sind, daß diese Quotienten mittels einer Schaltung (12) mit einem vorgebbaren Schwellwert (13) vergleichbar und der Vorschub v_1 bei Erreichen des Schwellwertes (13) umschaltbar ist.

- 2.) Schleifmaschine zum Abschleifen des Grates von Rohlingen, bei der die Schleifscheibe und das Werkstück mit regelbarem Vorschub zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Vorschub v_1 zwischen Werkstück (14) und Schleifscheibe (1) senkrecht zur Graterstreckung und ein zweiter Vorschub v_2 in Richtung der Graterstreckung vorgesehen ist, daß die beim Eindringen der Schleifscheibe in den Grat (15) des Werkstücks (14) mit konstant vorgegebener Vorschubgeschwindigkeit v_1 und bei vorgegebener Abtastzeit Δt auftretende Veränderung der Schleifscheibenumfangskraft ΔP_u , bzw. des auftretenden Drehmoments ΔM , bzw. der benötigten Leistung ΔN durch entsprechende Einrichtungen (9) erfaßbar ist und durch entsprechende Schaltungen (11) die Differentialquotienten

$$\frac{\Delta P_u}{\Delta t}, \frac{\Delta M}{\Delta t}, \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

ableitbar sind, wobei diese Differentialquotienten mittels einer Schaltung (12) mit einem vorgebbaren Schwellwert (13) vergleichbar sind und der Vorschub v_1 bei Erreichen des Schwellwertes (13) umschaltbar ist.

- 3.) Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubgeschwindigkeit v_2 in Richtung der Graterstreckung entsprechend der Werkstückkontur an der Stelle des Schleifscheibeneingriffs mit Hilfe einer rechner-gesteuerten Regeleinrichtung (10c) derart regelbar ist, daß dieser Vorschub v_2 gemeinsam mit dem über eine bestimmte Zeitspanne gebildeten Integral der oszillierenden Einzelvorschübe v_1 eine optimale Tangentialgeschwindigkeit erbringt.

- 4.) Schleifmaschine nach Anspruch 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Schleifscheibe (1) an den Grat (15) in Richtung x mit einem Eilgang E_1 heranfahrbar ist, der bei Berührung der Schleifscheibe (1) mit dem Werkstück (14) durch Messen der Scheibenumfangskraft P_u (bzw. des Momentes M bzw. der Leistung N) oder des Differentialquotienten $\frac{dP_u}{dt}$ (bzw. $\frac{dM}{dt}$ bzw. $\frac{dN}{dt}$) und Vergleichen mit entsprechenden vorgegebenen Schwellwerten selbsttätig auf die Vorschubgeschwindigkeit v_1 umschaltbar ist.
- 5.) Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der Schleifbockschlitten (2) eine oder mehrere angetriebene Schleifscheiben (1, 1c) aufnehmen kann, die während der Bearbeitung des Grates (15) eines Werkstückes (14) hintereinander für unterschiedliche Schleifaufgaben eingesetzt werden können.
- 6.) Schleifmaschine nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß eine Kupplung (1d) vorgesehen ist, durch welche eine der Scheiben (1) vom gemeinsamen Antrieb (1a) entkuppelbar ist.
- 7.) Schleifmaschine nach Anspruch 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der erste Vorschub v_1 auf den Schleifbockschlitten (2) der Schleifmaschine aufbringbar ist und die übrigen Vorschub- und Verstelleinrichtungen (M_w , M_z , M_y) dem Werkstückspannaggregat (26) zugeordnet sind.

- 8.) Schleifmaschine nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Vorschubbewegungen des Werkstücks (14) als
Dreh- und/oder Schwenkbewegungen ausgeführt sind.
- 9.) Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß bei Verwendung der gemessenen Leistung bzw. Ände-
rung der gemessenen Leistung für die Regelung des
Vorschubs v_1 die Umfangsgeschwindigkeit der Schleif-
scheibe (1) durch eine geeignete Einrichtung kon-
stant gehalten ist.

1/4

Fig. 1

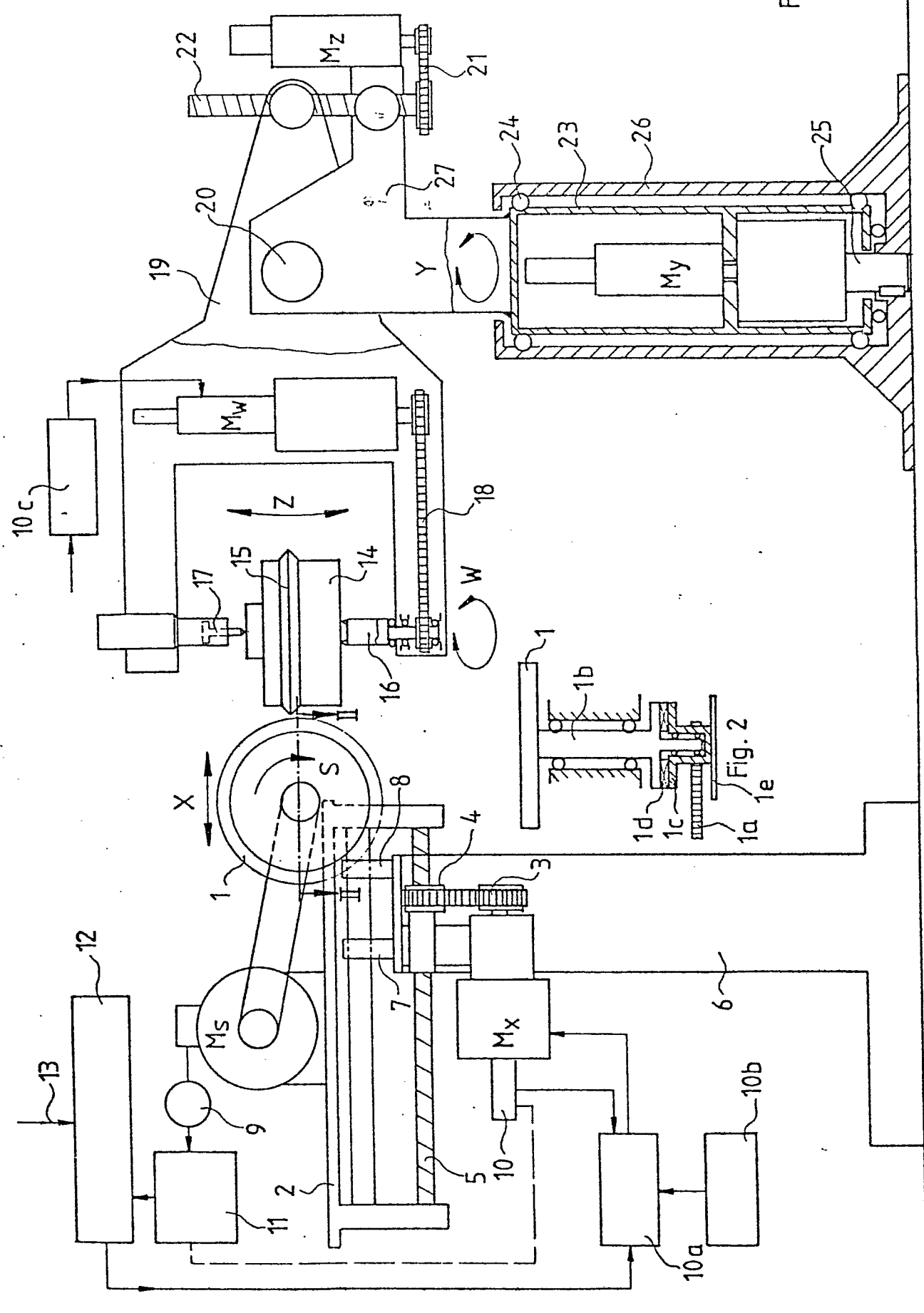


Fig. 3a

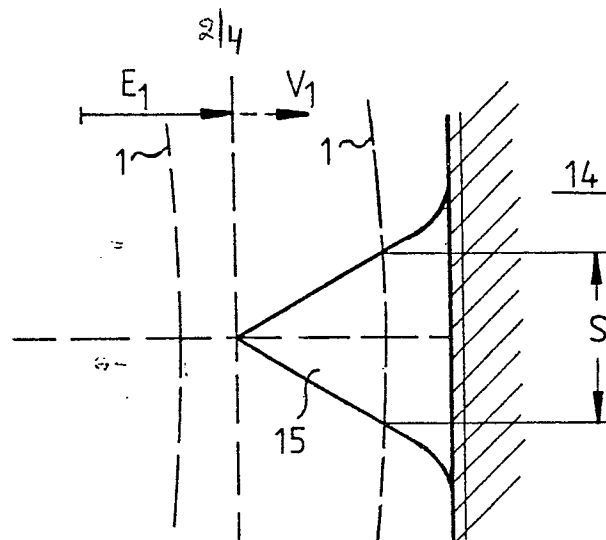


Fig. 3b

$S \sim P_u$
bei $V_1 = \text{konstant}$

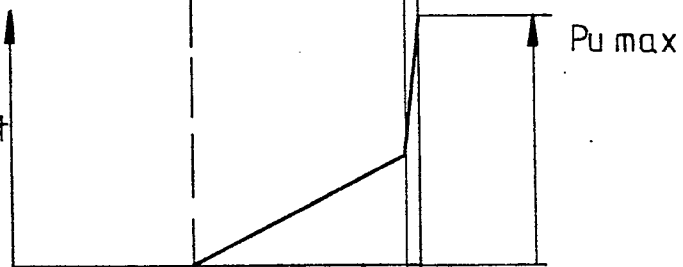


Fig. 3c

$S \sim P_u$
bei $V_1 = \text{konstant}$

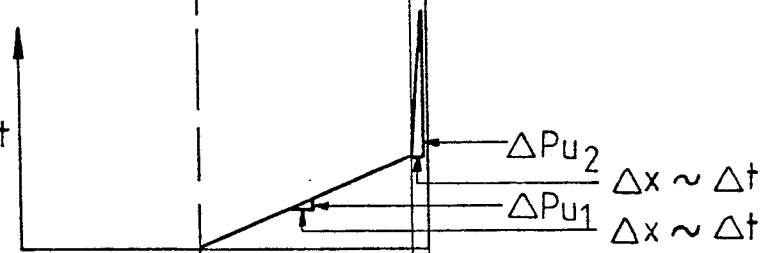
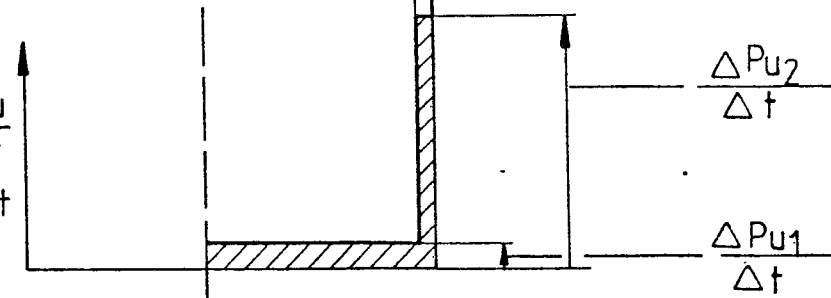


Fig. 3d

$\frac{\Delta S}{\Delta x} \sim \frac{\Delta P_u}{\Delta t}$
bei $V_1 = \text{konstant}$



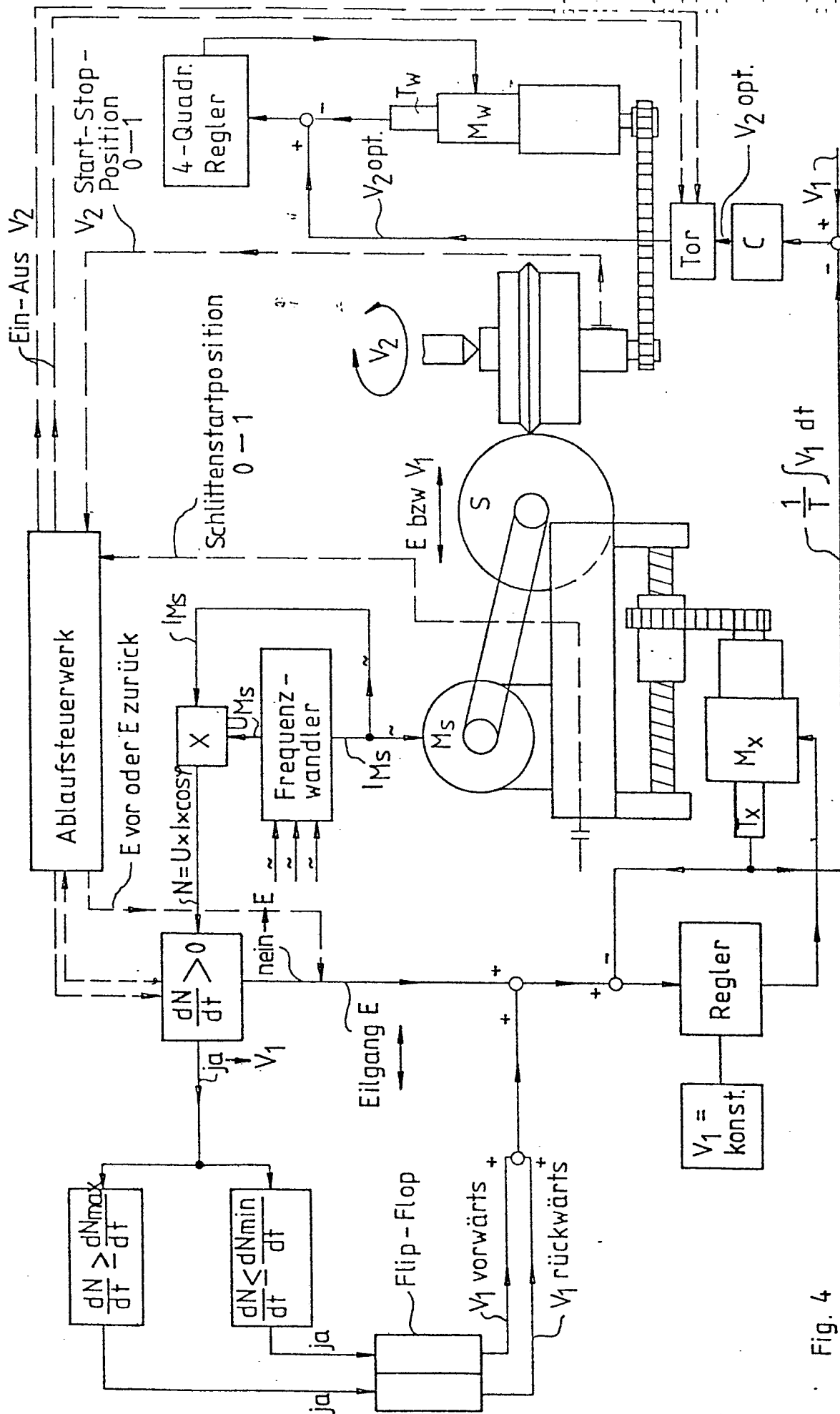
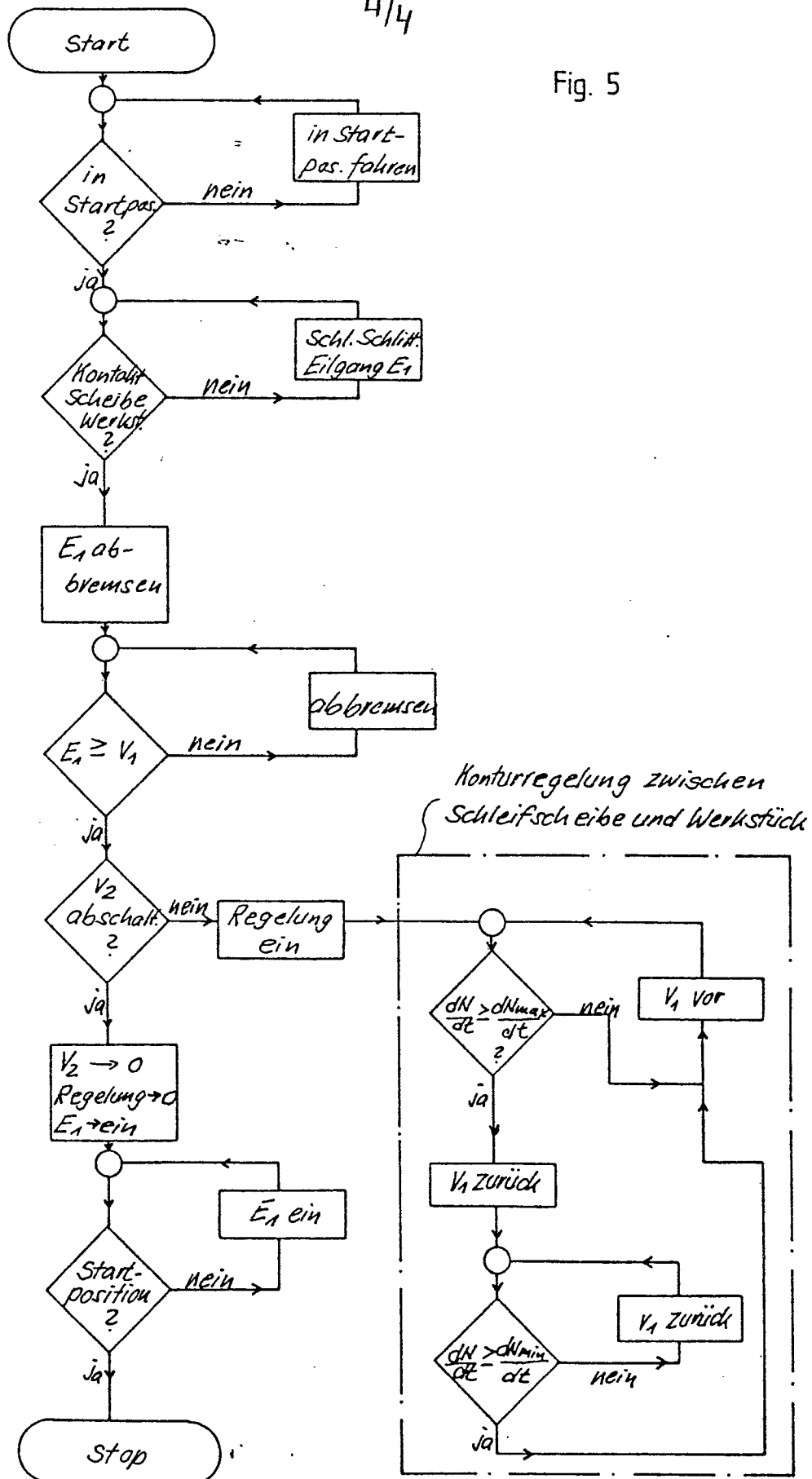


Fig. 4

Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0023547
Nummer der Anmeldung

EP 80 10 3260.8

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>DE - A1 - 2 824 266</u> (G. FISCHER AG.) * Seite 5, Zeile 27 bis Seite 6, Zeile 3; Seite 11, Zeile 15 bis Seite 12, Zeile 17; Fig. 5 *	1	B 24 B 9/00 B 24 B 49/00
	--		
D	<u>DE - B2 - 2 443 829</u> (K. CHIJIWA)		
	--		
A	<u>DE - A - 2 138 004</u> (NORTON CO.)		
	--		
A,P	<u>DD - A - 141 000</u> (H. BUCHHOLZ et al.)		
	--		
A	<u>DE - B2 - 1 602 973</u> (SIEMENS AG)		
	--		
A	<u>US - A - 2 961 808</u> (F.P. DUNIGAN)		
	--		
A	Patents Abstracts of Japan Band 2, Nr. 157, 27. Dezember 1978 Seite 5372M78 & JP - A - 53 - 126594		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			B 23 C 3/12 B 23 D 79/00 B 23 Q 15/00 B 24 B 9/00 B 24 B 49/00
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	10-11-1980	MARTIN	