



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 669 920 A5

⑤ Int. Cl.: B 23 B 5/26

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑰ Gesuchsnummer: 5374/85

⑦③ Inhaber:
Goetze AG, Burscheid 1 (DE)

⑳ Anmeldungsdatum: 16.12.1985

⑦② Erfinder:
Brocksieper, Manfred, Dipl.-Ing., Hückeswagen (DE)
Feller, Otto, Leichlingen (DE)
Lückger, Rolf, Köln 91 (DE)

③① Priorität(en): 22.12.1984 DE 3447234
07.12.1985 DE 3543407

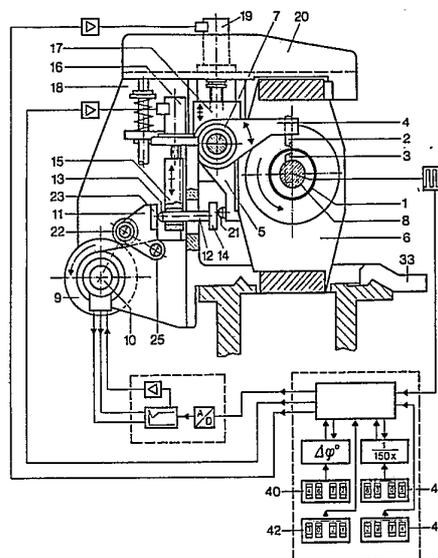
②④ Patent erteilt: 28.04.1989

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.04.1989

⑦④ Vertreter:
Dr. Troesch AG Patentanwaltsbüro, Zürich

⑤④ Maschine zur Umfangsbearbeitung von unrundern Werkstücken, insbesondere Kolbenringen.

⑤⑦ Eine CNC-gesteuerte Maschine mit Kopiereinrichtung zur Umfangsbearbeitung von Werkstücken, insbesondere von Kolbenringen der serienweise verschiedensten Unrundkonturen und Durchmesser, erfordert nur eine einzige Kopierscheibe (9) mit einer Basis-Unrundkontur, wobei die Kopierscheibe (9) synchron mit dem Drehwinkel alpha des zu bearbeitenden Kolbenringpaketes (1) von einem vorzugsweise Gleichstrom-Servomotor (19) angetrieben wird und zur Erzeugung der gewünschten Soll-Unrundkontur durch vom Rechner empfangene Impulse für den vor- und nacheilenden Differenzdrehwinkel delta phi von seinem synchronen Lauf abweicht, wobei für die Übertragung der Unrundkontur von der Kopierscheibe (9) auf das Werkstück ein verstellbares Koppelglied zwischen Kopierscheiben-Abtaster (11) (Doppelhebel) und Werkzeugträger vorgesehen ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Maschine zur Umfangsbearbeitung von unrundern Werkstücken, insbesondere paketierte Kolbenringen, mit einer Kopiereinrichtung in Form einer drehantreibbaren Kopierscheibe mit einer Basis-Unrundkontur sowie einem aus einem Doppelhebel bestehenden Mechanismus zur Übertragung der Unrundkontur von der Kopierscheibe auf einen Werkzeugträger, der relativ zur Werkstückachse radial verschiebbar gelagert ist, und wobei die Kopierscheibe sowie das Werkstück mittels synchron laufender Servomotoren antreibbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator des die Kopierscheibe (9) oder des das Werkstück (1) antreibenden Servomotors (10), um die jeweils vor- bzw. nacheilenden Differenzwinkelwerte (α phi) gesteuert, drehbar gelagert ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Berührungspunkt zwischen Doppelhebel (11) und Werkzeugträger (4, 5 bzw. 28, 29) quer zur Übertragungsrichtung verstellbar ist.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Doppelhebel (11) und dem Werkzeugträger (4, 5 bzw. 28, 29) ein mittels eines Servomotors (16) verstellbarer Schieber (15, 41) zur Aufnahme eines am Hebelarm des Doppelhebels (11) und am Werkzeugträger (4, 5 bzw. 28, 29) anliegenden Koppelgliedes (12, 40) vorgesehen ist.

4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppelglied (12) aus einem Stößel besteht.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem als Doppelhebelschwinge ausgebildeten Werkzeugträger, an deren einem Hebelarm das Werkzeug befestigt ist und an deren anderem hebelarm die Zustellbewegung für die zu erzeugende Unrundkontur eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das am Hebelarm (5) an der Taster Spitze (21) anliegende Ende des Stößels (12) mit einer Platte (14) ausgebildet ist.

6. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppelglied zwischen dem Übertragungsdoppelhebel (11) und der Werkzeugträger-Doppelhebelschwinge (4, 5) aus einem Wälzkörper (40) besteht.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wälzkörper (40) an einer höhenverstellbaren Stange (42) aufgehängt ist.

8. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stange (42) aus Federstahl besteht.

9. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stange um eine Achse (44) schwenkbar gelagert ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Maschine zur Umfangsbearbeitung von unrundern Werkstücken, insbesondere paketierte Kolbenringen, mit einer Kopiereinrichtung in Form einer drehantreibbaren Kopierscheibe mit einer Basis-Unrundkontur sowie einem aus einem Doppelhebel bestehenden Mechanismus zur Übertragung der Unrundkontur von der Kopierscheibe auf einen Werkzeugträger, der relativ zur Werkstückachse radial verschiebbar gelagert ist, und wobei die Kopierscheibe sowie das Werkstück mittels synchron laufender Servomotoren antreibbar sind.

Eine durch die DE-PS 1 043 015 bekannte Maschine zur Umfangsbearbeitung von Kolbenringpaketen mit unrunderm Aussen- und Innenumfang weist einen als Doppelschwinge ausgebildeten Werkzeugträger auf, der von einer synchron mit dem Kolbenringumfang sich drehenden Kopierscheibe über Tastrolle und einen Doppelhebel-Mechanismus bewegt

wird. Bei dieser Maschine ist die Kopiereinrichtung so konzipiert, dass für jede Unrundkontur eine eigene Kopierscheibe benötigt wird, und dass beim Einstellen der Doppelhebelschwinge auf serienweise unterschiedliche Kolbenringdurchmesser auch zwangsläufig das Übertragungsverhältnis des Doppelhebels unveränderbar bleibt.

Ausgehend von der Forderung nach einem im motorischen Einbauzustand am gesamten Umfang mit einer definierten Radialdruckverteilung an der Zylinderwand anliegenden Radialdruckverteilung an der Zylinderwand anliegenden lichtspaltdichten Kolbenring sowie der Verwendung von verschiedenen Kolbenring-Werkstoffen wegen der unterschiedlichsten Reibungs- und Wärmebeanspruchungen, besteht das Hauptproblem in der Vielzahl der benötigten unterschiedlichsten Unrundkonturen, für die eine entsprechende Anzahl von austauschbaren Kopierscheiben bereitgehalten werden muss.

Wenn auch die Berechnung dieser Kopierscheiben, bezogen auf einen bestimmten Basisdurchmesser, anhand der Biegeformeln für offene Ringe heute mittels elektronischer Rechner erfolgt und die Übertragung der gerechneten Konturen auf die Kopierscheiben auf NC-gesteuerten Schleifmaschinen möglich ist, verursachen die Herstellung und das Einwechseln der Kopierscheiben nicht unerhebliche Kosten.

Dieser Umstand führt oftmals dazu, dass der Kolbenring in seiner Ausführungsform nicht optimiert wird, sondern diejenige Unrundheit vorhandener Kopierscheiben erhält, welche der jeweiligen Anforderung am nächsten kommt.

Nachdem im Rahmen der fortschreitenden Automatisierung von Werkzeugmaschinen inzwischen verschiedene elektronische Steuerungssysteme, wie z. B. die CNC-Steuerung, entwickelt waren, besteht die Möglichkeit, diese auch bei der Umfangsbearbeitung von Kolbenringen anzuwenden. Danach werden die Steuerwerte vom Speicher einer elektronischen Steuerung den Stell- und Antriebsmotoren der Maschine zugeführt. Darüberhinaus wird unter Zuhilfenahme von entsprechenden Messeinrichtungen durch Vergleich der Ist-Masse mit den vorgesehenen Soll-Massen eine ständige Anpassung der Steuerwerte durchgeführt.

Die DE-OS 2 006 760 und DE-PS 2 732 354 haben solche Unrunddreheinrichtungen zum Gegenstand, bei welchen das Drehwerkzeug in Abhängigkeit vom Drehwinkel eines mit der Arbeitsspindel rotierenden Werkstückes in radialer Richtung zustellbar ist. Die Werkzeugzustellung bei der Unrundbearbeitung von Kolbenringen beträgt zweimal einen vollen Hub von Null bis zu einem Höchstwert je Umdrehung des Kolbenringpaketes. Für die Zustellung des Werkzeuges werden Gleichstrom-Servomotoren und stark verschleissgefährdete Kugel-Gewindespindeln eingesetzt. Da das Radiantbeschleunigungs-Vermögen eines einzelnen Servomotors den Anforderungen der modernen Zerspaltungstechnik nicht entspricht, wird versucht, das Beschleunigungsvermögen durch hintereinander bzw. nebeneinander angeordnete Servomotoren zu erhöhen.

Die DE-PS 2 427 826 hat eine Einrichtung zum Unrunddrehen durch Kopieren für numerisch gesteuerte Drehmaschinen zum Gegenstand, wobei sich das rückwärtige Ende des Werkzeughalters an einem auf dem Oberschlitten drehbar gelagerten und mit einem eigenen, in die numerische Steuerung einbezogenen Nocken abstützt. Der in Lagerböcken gelagerte, sehr schwierig herzustellende dreidimensionale Nocken (Kopierscheibe) weist dabei nicht nur eine, sondern eine Vielzahl von Unrundkonturen auf, was praktisch einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Kopierscheiben gleichkommt. Obwohl der Drehantrieb des Nockens mit fest einstellbaren Übersetzungsverhältnissen zur Werkstückdrehung, wie z. B. 1:1, 1:2, usw., erfolgen kann, erfolgt seine Drehung mit stets gleichbleibender Winkelgeschwindigkeit.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Maschine zur Umfangsbearbeitung, insbesondere von Kolbenringen der verschiedensten Unrundkonturen und Nenn-durchmessern, zu schaffen, wobei die Anfertigung und das Einwechseln von immer neuen Kopierscheiben entfällt, die Zerspanungsleistung dem neuesten technischen Stand angepasst ist, ein optimaler Qualitäts-Standard erreicht wird und die Rüst- und Nebenzeiten sich ausser beim Werkzeugwechsel auf Anwählen bzw. Einstellen von Werten auf der Frontplatte des Steuergerätes beschränken.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Maschine gelöst, welche sich durch den Wortlaut des Anspruchs 1 auszeichnet.

Dadurch ist es möglich, eine Maschine mit einer Kopiereinrichtung zu konzipieren, die nur eine einzige Kopierscheibe auf einer auf einen definierten mittleren Ringdurchmesser ausgelegten Basis-Unrundkontur aufweist, und, wie beim Stand der Technik vorgesehen, mit dem Drehwinkel des Kolbenringpaketes von einem Servomotor oder dergleichen antreibbar ist.

Für die Erzeugung der jeweiligen von der Basis-Unrundkontur je nach Kolbenringdurchmesser und gewünschter Radialdruckverteilung im motorischen Einbauzustand definiert abweichenden Soll-Unrundkontur werden als Differenzwinkelwerte Steuerimpulse errechnet, die ein gezieltes Vorlaufen bzw. Nacheilen des Kopierscheiben- oder Werkstückpaket-Antriebes ermöglichen. Das bedeutet, dass zur Ermittlung und kodiert abrufbaren Speicherung der Vor- bzw. Nacheilungen die Differenzen zwischen der Weg-Kurve der Basis-Kopierscheibe und der Weg- μ Kurve der zu erzeugenden Soll-Unrundkontur, jeweils bezogen auf einen mittleren Basis-Durchmesser, herangezogen werden, nachdem zuvor die Weg-Kurve der zu erzeugenden Unrundkontur durch Multiplikation mit einem Korrekturfaktor auf die gleiche maximale Kreisabweichung (Amplitude) der Basis-Kopierscheibe gebracht wurde.

Dazu ist es denkbar, dass die für die Umrechnung erforderlichen Korrekturfaktoren abrufbar gespeichert werden, so dass nach Anwählen der Code-Nr. der zu fertigenden Unrundkontur und nach Vorwahl des gewünschten Nenn-durchmessers sich das Übersetzungsverhältnis in der Kopiereinrichtung automatisch einstellt.

Alle vorgewählten und eingefahrenen Werte werden auf Digital-Anzeigen mit Korrekturtasten sichtbar gemacht, so dass nach Soll-Istwertvergleich eine stete Anpassung erfolgen kann.

Sowohl die rein elektronische Beeinflussung des Drehwinkels als auch die elektromechanische Änderung des Übersetzungsverhältnisses führen zur Einsparung sonst notwendiger austauschbarer Kopierscheiben. Für die Praxis erscheint die kombinierte Anwendung beider Lösungswege besonders vorteilhaft.

Im Rahmen der weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Hebelarm des Doppelarmes und dem Werkzeugträger ein mittels eines Servomotors verstellbarer Schieber zur Aufnahme eines am Hebelarm des Doppelhebels und am Werkzeugträger anliegenden Koppelgliedes vorgesehen ist. Die Verwendung eines Schiebers mit integriertem Koppelglied erlaubt die Anordnung des Servomotors ausserhalb des schwingenden Übertragungsmechanismus, so dass dessen bewegte Masse nicht unnötig erhöht wird.

Das Koppelglied besteht vorteilhafterweise aus einem Stössel, dessen Stirnflächen einerseits mit dem Hebelarm des Doppelhebels und andererseits mit dem Werkzeugträger zusammenwirkt.

Für die Anordnung eines verstellbaren Koppelgliedes, vorzugsweise in Form eines Schiebers mit integriertem Stös-

sel, ist die Ausbildung des Werkzeugträgers grundsätzlich unbedeutend. Letzter kann ein Querschlitten einer Drehmaschine, Fräsmaschine oder dergleichen sein, auf welchen der Stössel gegen den Druck einer Rückstellfeder einwirkt. Bei einer anderen bekannten Unrund-Drehmaschine (DE-PS 2 732 354) besteht der Werkzeugträger aus einer Doppelhebelschwinge, an deren einem Hebelarm dann der Stössel als Koppelglied anliegt, während der andere Hebelarm ausschliesslich der damit verbundenen Bohrstange die Werkzeuge für die gleichzeitige Aussen- und Innenbearbeitung des Kolbenringpaketes trägt. In diesem Fall ist es von Vorteil, das am Hebelarm des Übertragungs-Doppelhebels anliegende Ende des Stössels mit einer Tastschuppe und das am Hebelarm der Doppelhebelschwinge anliegende Ende des Stössels als Platte auszubilden, wobei die Platte mit der Tastschuppe der Doppelhebelschwinge zusammenwirkt. Damit wird bei während der Schwenkbewegung auf jeweils unterschiedlichen Kreisbögen wandernden Berührungspunkten zwischen dem Stössel und beiden Hebelarmen eine Übertragungsverzerrung vermieden.

Während der in dem Schieber geführte Stössel bei der Übertragung der Unrundkontur infolge der Schwenkbewegungen sowohl des Doppelhebels als auch der Doppelhebelschwinge gleitend an diesen Teilen anliegt, wird ferner vorgeschlagen, das Koppelglied aus einem Wälzkörper, vorzugsweise in Zylinderform, auszubilden. Der Wälzkörper kann in einem gabelförmigen, von einem Stellmotor bewegbaren Schieber positioniert werden. Denkbar ist es aber auch, den Wälzkörper an einer höhenverstellbaren Stange aufzuhängen. Um den relativ geringen, von der zu übertragenden Unrundkontur abhängigen Zustellbewegungen folgen zu können, kann die Stange selbst aus Federstahl bestehen oder um eine Achse schwenkbar gelagert sein.

Ausgehend von der DE-PS 1 043 015 geht es ferner darum, die bewegten Massen der Hebel der Kopiereinrichtung zu reduzieren. Darüber hinaus muss dafür gesorgt werden, dass sich der Berührungspunkt zwischen dem von dem einen Hebel getragenen Koppelglied oder Druckstück und dem anderen Hebel im Betrieb der Kopiereinrichtung nicht in Längsrichtung verlagert, da dies während der Bearbeitung eines Werkstückes unerwünschte Änderungen im Übersetzungsverhältnis des Hebelgetriebes zur Folge hätte.

Beim Doppelformdrehen werden hinsichtlich der Herstellungsgenauigkeit hohe Anforderungen an das Kopiersystem gestellt. Kleinste Unregelmässigkeiten bei der Übertragung der Unrundkontur wirken sich als grösste Fehler aus, die zu Ausschusswerkstücken führen. Anzustreben sind deshalb massenarme, steife und reibungsarme Elemente. Diese Forderungen lassen sich durch ein motorisch verstellbares, von Doppelhebel und Werkzeugträger losgelöstes Koppelglied oder Druckstück erreichen. Hierdurch ist es erstmals möglich, ein verstellbares Übertragungselement zwischen Doppelhebel und Werkzeugträger zu schaffen, bei dem der Verstellmechanismus die Schwingbewegung der Bearbeitungswerkzeuge nicht mitvollzieht.

Durch die Loslösung der Verstelleinrichtung des Koppelgliedes von den schwingenden Massen kann nunmehr eine Reduzierung der schwingenden Massen realisiert werden, wodurch steifere Ausführungen der bewegten Werkzeugträger zum Einsatz kommen können und somit schwer zerspanbare Werkstoffe besser zerspanbar sind.

Ein weiterer Vorteil dieser Ausführung liegt in der Verwendung von Wälzkörpern als Koppelglied, z. B. als Druckstück, so dass die ursprüngliche Gleitreibung zwischen den an dem Koppelglied anliegenden Teilen in eine Rollreibung übergeht, wodurch eine reibungsarme Verbindung zwischen Doppelhebel und Werkzeugträger sichergestellt ist.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden beispielsweise näher beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1 Weg-Diagramme der Werkzeuge bei der Unrundbearbeitung von Kolbenringen,

Figur 2 eine Drehmaschine in Seitenansicht nebst Blockschaltbild,

Figur 3 eine Fräsmaschine in Seitenansicht,

Figur 4 eine schematische Darstellung des Kopierscheibenantriebes durch einen Motor mit drehbar gelagertem Stator,

Figuren 5 und 6 je eine Prinzipskizze des Übertragungsmechanismus mit modifizierten Koppelgliedern.

Die in Figur 1 dargestellten Diagramme zeigen Weg-Kurven, welche die Bearbeitungswerkzeuge bei der Fertigung von Kolbenringen mit beispielsweise 150 mm Durchmesser ausführen. Hierin stellt die Kurve S_0 die Weg-Kurve der Basis-Kopierscheibe dar. Die Kurve S_1 stellt eine anhand der Biegeformeln für offene Ringe ermittelte Weg-Kurve der am Kolbenring zu erzeugenden Unrundkontur dar. Obwohl sich beide Kurven ähnlich sind, unterscheiden sie sich in ihrem Verlauf und in ihrer maximalen Kreisabweichung (Amplitude).

Es soll nun die z. B. aus Einzelwerten für je $0,5^\circ$ Drehwinkel dargestellte Weg-Kurve S_1 mit einem Korrekturfaktor X multipliziert werden, um dadurch $S_{2max.} = S_{0max.}$ zu erhalten. Der im Diagramm benutzte Faktor für X beträgt 1,4.

Die jetzt im Diagramm erkennbaren waagerechten Differenzwerte zwischen S_2 und S_0 stellen die Vor- bzw. Nacheilwinkel δ des Drehwinkels dar, um welche die Kopierscheibe 9 von ihrem synchronen Lauf zum Kolbenringpaket 1 abweichen muss. Diese ermittelten Werte für δ werden in an sich bekannter Weise für jede Unrundform im Rechner kodiert abrufbar gespeichert.

Von dem bei der Vorbereitung der Differenzwertbildung benutzten Faktor X wird nun im Rechner der reziproke Wert gebildet und als $1:150 X$ abrufbar gespeichert, wobei 150 der bei der Basis-Kontur berücksichtigte mittlere Kolbenring-Nenndurchmesser ist.

Nach Anwahl der Code-Nr. der zu fertigenden Unrundkontur am Dekadenschalter 40 und nach Vorwahl des gewünschten Abdrehdurchmessers am Dekadenschalter 41 werden gleichzeitig der Abdrehdurchmesser durch den Stellmotor 19 und die Einstellung der mit dem Korrekturfaktor multiplizierten Kopierhebellänge durch den Stellmotor 16 ausgeführt und auf den Digitalanzeigen 42 und 43 angezeigt.

In Figur 2 ist die Seitenansicht einer Kopierdrehmaschine für Kolbenringe nebst Blockschaltbild der elektronischen Steuerung dargestellt. Als Werkzeugträger für die Drehmeissel 2, 3 zur Aussen- und Innenbearbeitung des Kolbenringpaketes 1 dient eine Doppelhebelschwinge, wovon nur der den Aussendrehmeissel 2 tragende Hebelarm 4 und der vom Stössel 12 beaufschlagte Hebelarm 5 erkennbar sind. Der die Bohrstange 8 mit dem Innendrehmeissel 3 tragende Doppelhebel liegt deckungsgleich mit 4, 5 hinter dem Joch 6. Die Doppelhebelschwinge ist auf der Schwingenstange 7 schwenkbar gelagert, die ihrerseits mittels des Längsschlittens 17 im Ständer 18 nach oben und unten verschiebbar angeordnet ist.

Zur Erzeugung der Unrundkontur erfährt die Doppelhebelschwinge mit den Drehwerkzeugen 2, 3 eine Pendelbewegung, die von der sich synchron mit dem Kolbenringpaket 1 drehenden Kopierscheibe 9 erzeugt und über den mit Tastrolle 22 und Gleitfläche 23 versehenen, sich um den Bolzen

25 drehenden Doppelhebel 11 sowie den mit Tastspitze 13 und Druckplatte 14 versehenen Stössel 12 auf der Tastspitze 21 des Hebelarmes 5 der Doppelhebelschwinge übertragen wird. Die Grösse der Pendelbewegung für die am Kolbenringpaket 1 zu erzeugende Soll-Unrundkontur wird von dem Hub der Basis-Kopierscheibe und dem Gesamt-Hebelverhältnis aus den Abständen der Drehpunkte von 25 zu 22 und 25 zur Tastspitze 13 bestimmt.

Nach Vorwahl des Abdrehdurchmessers am Dekadenschalter 41 wird der einem bestimmten Abdrehdurchmesser zuzuordnende Wert für dessen maximale Kreisabweichung (Amplitude) mit dem Korrekturfaktor $1:150 X$ multipliziert und durch den Stellmotor 16, welcher über einen Spindeltrieb den Schieber 15 mit seinem querbeweglich geführten Stössel 12 nach oben und unten bewegt, eingefahren. Gleichzeitig wird der Abdrehdurchmesser durch den auf der Traverse 20 befestigten Stellmotor 19 und einen Spindeltrieb eingefahren, wobei die gesamte Doppelhebelschwinge mit den Drehmeisseln 2, 3 sich nach oben oder unten bewegt, ohne dass hierbei das eingefahrene Kopierhebelverhältnis nochmals verändert wird.

Die Figur 3 zeigt die Seitenansicht einer Kopierfräsmaschine für die gleichzeitige Aussen- und Innenbearbeitung von unrunder Kolbenringen.

Die Frässlitten 26 und 27 mit den Fräsern 28 und 29 zur Bearbeitung des Kolbenringpaketes 1 sind im Querschieber 30 geführt und werden mittels Stellmotoren 31 und 32 nebst Spindeltrieben zum Einfahren des Bearbeitungsdurchmessers nach links oder rechts bewegt. Die translatorische Bewegung des im Querschlitten 33 geführten Querschiebers 30 zwecks Unrundbearbeitung des Kolbenringpaketes 1 erfolgt durch die Kopierscheibe 9 über den mit einer Tastrolle 22 und Gleitfläche 23 versehenen Doppelhebel 11 sowie den mit Tastspitzen 13 und 24 versehenen Stössel 22 auf die Gleitfläche 34 des Querschiebers 30.

Der in Figur 4 schematisch dargestellte Antrieb der Kopierscheibe 9 erfolgt durch einen Motor 10, wobei in an sich bekannter Weise ein Gleichstrom-Servomotor 38 von einem Rechner Impulse für die Vor- bzw. Nacheilwinkel δ (Differenzwinkel) erhält und mittels Ritzel 37 Drehbewegungen auf den Drehkranz 36 des Stators (Motorgehäuse) vom Motor 10 überträgt. Da der Stator nicht befestigt ist, sondern sich um die doppelt gelagerte Motorwelle 35 drehen kann, wird er zur Abänderung des synchronen Laufes zwischen Kolbenringpaket 1 und Kopierscheibe 9 zwecks Erzeugung der gewünschten Unrundkontur nach links und rechts gedreht.

Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im wesentlichen der Maschine nach Figur 2. Anstelle des Stössels ist jedoch ein Wälzlager 40 in Form einer zylindrischen Rolle zwischen Doppelhebel 11 und Doppelhebelschwinge 4, 5 vorgesehen. Die Positionierung des Wälzkörpers 40 erfolgt mittels eines gabelförmigen Schiebers 41, der über den Servomotor 16 in der Höhenlage verstellbar ist.

Nach Figur 6 ist der Wälzkörper 40 alternativ an einer Stange 42 aufgehängt, die an einer mittels des Servomotors 16 drehantreibbaren Elastomerscheibe 43 in der Höhe verstellbar und um den Aufhängepunkt (Achse) 44 pendelnd schwenkbar ist.

Die beispielsweise für die Umfangs-Bearbeitung von unrunder Kolbenringen beschriebene Erfindung kann in gleicher Weise auch für die Unrund-Bearbeitung anderer Ringkörper, wie beispielsweise Synchronringe für Getriebe, angewendet werden.

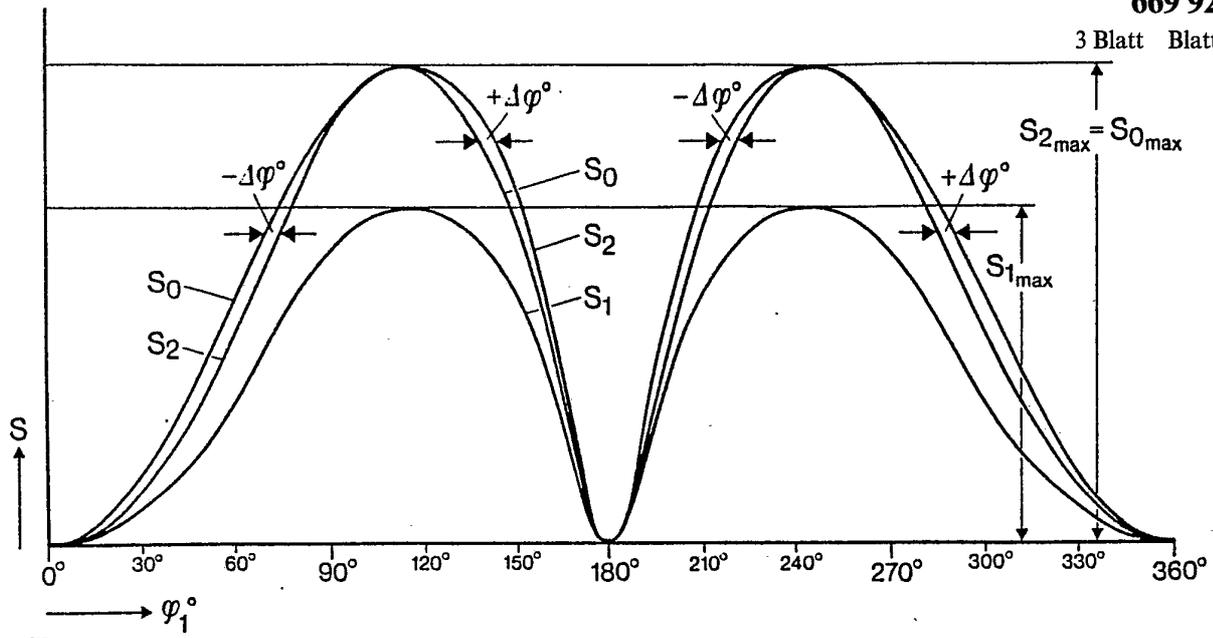


FIG. 1

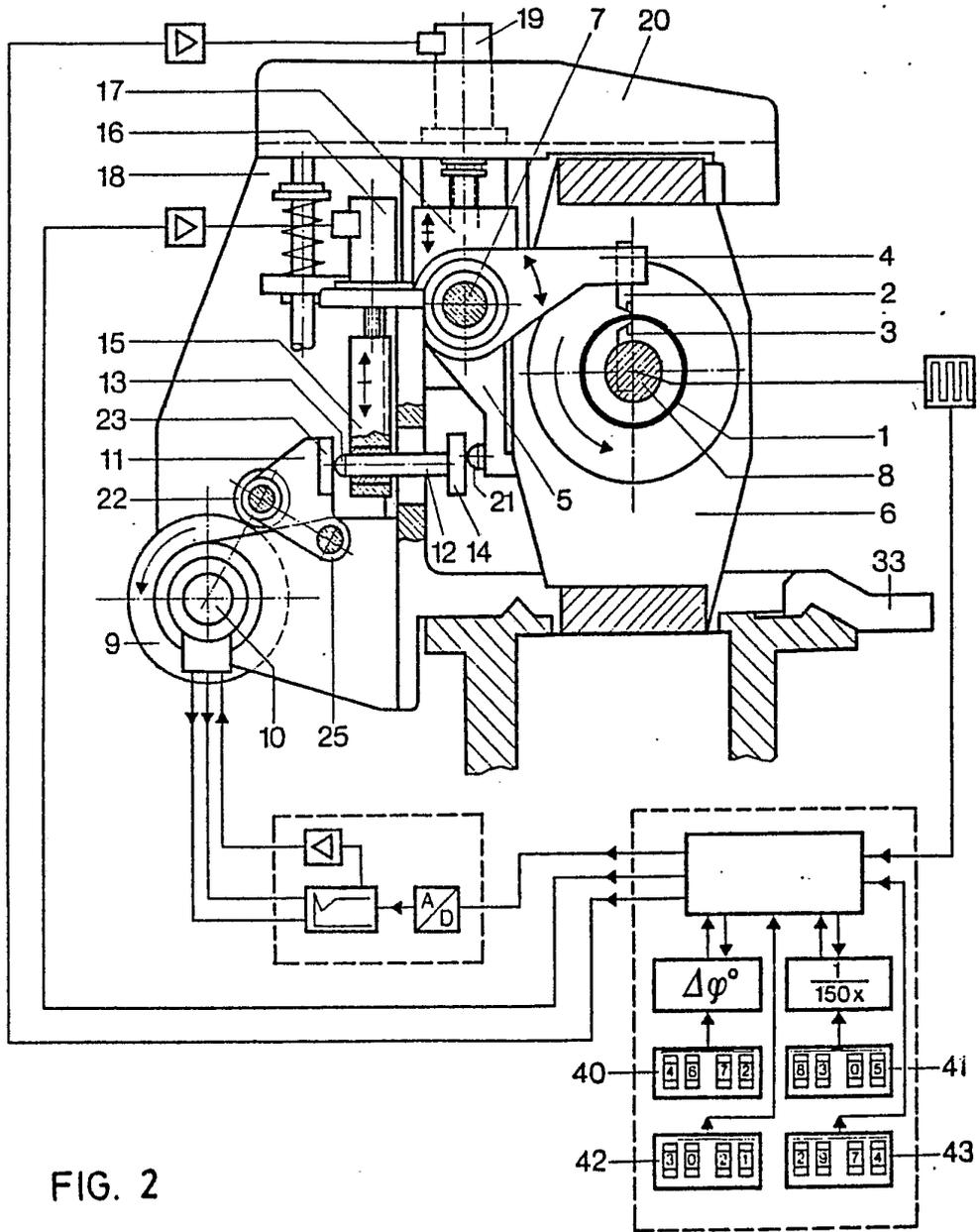


FIG. 2

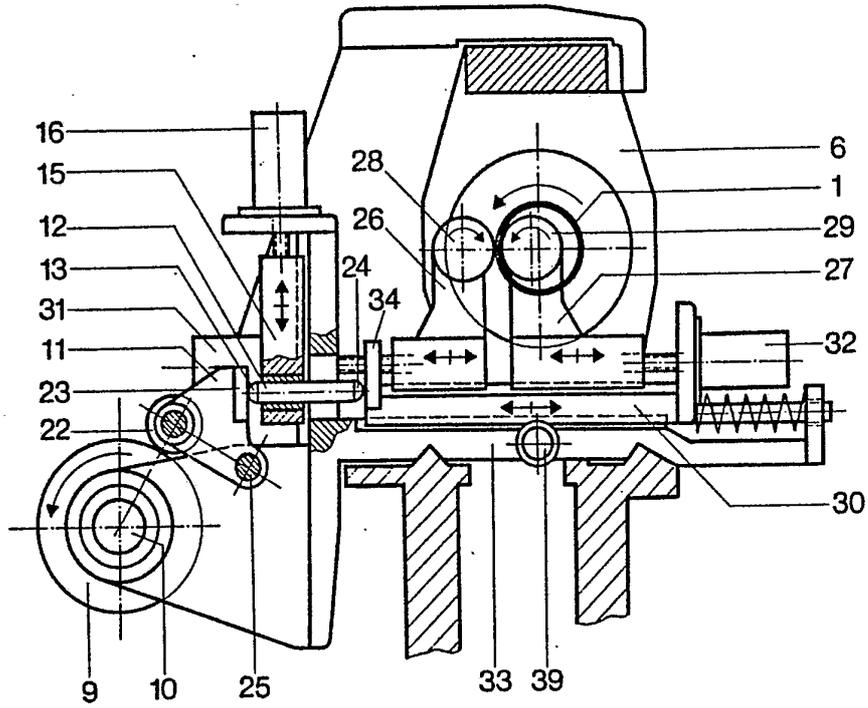


FIG. 3

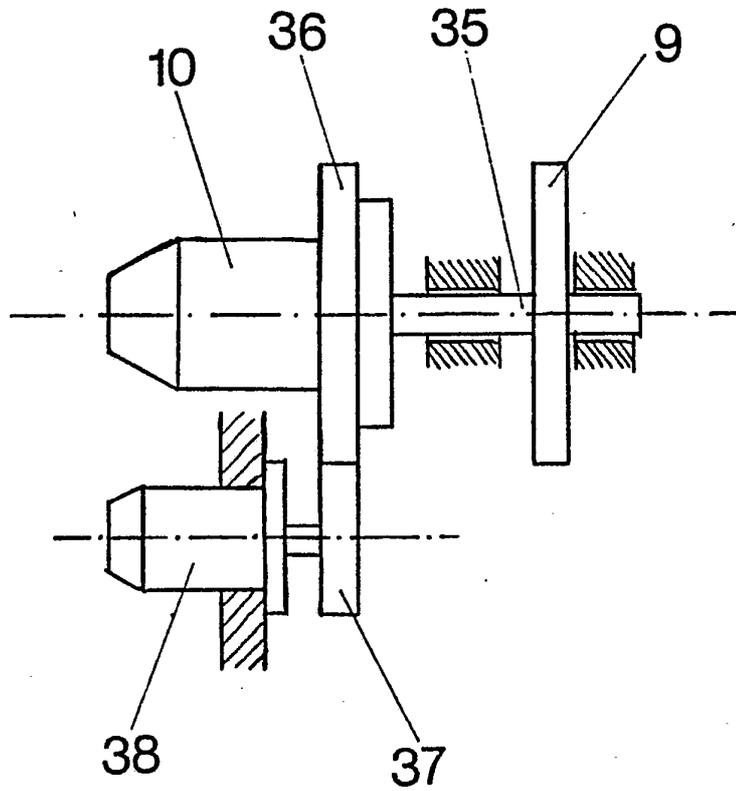


FIG. 4

