

## PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 24 B / 315 167 5

(22) 28.04.88

(44) 19.09.90

(71) siehe (73)

(72) Borsós, László; Szabolcsi, Tibor; Nagy, András; Balogh, Sándor, HU

(73) Magyar Gördülőcsapágy Művek, 4028 Debrecen, Szabadság útja 124, HU

(74) Patentanwaltsbüro Berlin, Frankfurter Allee 286, Berlin, 1130, DD

(54) Kugelläppmaschine

(55) Lagerkugel; Feinstbearbeitung; Läppmaschine; Bearbeitungsscheiben; Rotor; Kugelmagazin; schwingungsfreier Antrieb; regelbarer Arbeitsdruck

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine verbesserte Kugelläppmaschine zur Feinstbearbeitung der Oberflächen von Lagerkugeln. Durch die Erfindung wird bei Senkung der Ausschußquoten und gesteigerter Leistungsfähigkeit eine höhere Erzeugnisqualität erreicht. Das Wesen der Erfindung besteht in einem günstigeren konstruktiven Aufbau der Maschine, wobei die gemeinsame Achse der Bearbeitungsscheiben 1, 2 mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt und diese von einem mit stufenlos regelbarer Drehzahl umlaufenden Rotor 3 und von einem mit Mitteln zur Höheneinstellung ausgerüsteten Kugelmagazin 4, beide mit gemeinsamer vertikaler Achse, umschlossen sind. Die Maschine ist ferner mit einem schwingungsfreien, entlastenden Antrieb für die Bearbeitungsscheiben und mit Mitteln zur stabilen Führung der Bearbeitungsscheiben sowie zur Aufbringung eines regelbaren Arbeitsdruckes ausgestaltet. Fig. 2

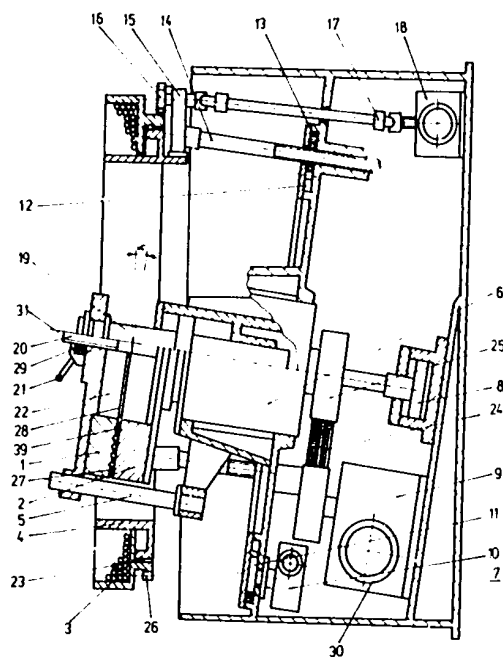


Fig 2

## Patentansprüche:

1. Kugelläppmaschine zur Feinstbearbeitung der Oberflächen von Lagerkugeln mit gleichachsigen, sich drehenden Bearbeitungsscheiben, von denen eine geschlossen und eine offen ist, und die Scheiben auf ihren einander gegenüberliegenden Flächen paarweise mit Nuten, gleicher Nutmittellinie und gleichem Durchmesser, ausgestattet sind, die über einen Radius entsprechend den zu bearbeitenden Kugeln verfügen, wobei die Bearbeitungsscheiben von einem aus Stator und Rotor zusammengesetzten Kugelmagazin umschlossen sind, das mit Führungselementen zum Zu- und Ableiten der Kugeln zu bzw. aus den Bearbeitungsscheiben versehen ist und das Kugelmagazin in Richtung der Achslinie der Bearbeitungsscheiben bewegbar ist, während die Bearbeitungsscheiben in Richtung ihrer Achse bzw. in Richtung der Achslinie durch die Kraft eines hydraulischen Systems beaufschlagt werden und die untere Bearbeitungsscheibe mit einer Hauptspindel versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kugelmagazin (3) über Rotorachsen verfügt, die mit den Achsen (32) der Bearbeitungsscheiben (1, 2) einen Winkel von 5 bis 15° einschließen und die Maschine mit einer Spindel (14), die das Kugelmagazin (3) in Richtung der Achse (32) der Bearbeitungsscheiben (1, 2) bewegt, ausgerüstet ist.
2. Kugelläppmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kugelmagazin (3) eine vertikale Rotorachse (33) hat.
3. Kugelläppmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bearbeitungsscheiben (1, 2) eine vertikale Achse (32) haben.
4. Kugelläppmaschine nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spindel (14), die das Kugelmagazin (3) in Richtung der Achsen (32) der Bearbeitungsscheiben (1, 2) bewegt, mit Stirnrädern (13), die sich am Ende der mit einem Schraubengewinde versehenen Spindel (14) befinden, ausgestattet ist, wobei die Maschine über eine mit Schraubengewinde versehene Bohrung verfügt, und mit einem Zahnkranz (12) für den Antrieb ausgerüstet ist.
5. Kugelläppmaschine nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuführung (40) der Kugel (39) in die Bearbeitungsscheiben (1, 2) unter der Ebene der Bodenplatte (34) des Kugelmagazins (3) und der Ausgang (41) über der Ebene der Bodenplatte (34) des Kugelmagazins (3) angeordnet sind.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kugelläppmaschine zur Feinstbearbeitung der Oberflächen von Lagerkugeln.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Eine bekannte Maschine der vorstehend genannten Art ist mit zwei kongruenten gleichachsigen Bearbeitungsscheiben ausgerüstet, die an ihren Berührungsflächen mit je einer, die zu bearbeitenden Kugeln aufnehmenden Rillen versehen und von einem, aus Stator und Rotor bestehenden Kugelmagazin umschlossen sind. Das Kugelmagazin ist mit den Bearbeitungsscheiben durch ein oder mehrere, die zu bearbeitenden Kugeln zwischen die Bearbeitungsscheiben einleitenden bzw. abführenden Kugelführungselemente verbunden. Die Maschine ist ferner mit einem zur Führung der oberen Bearbeitungsscheibe dienenden Führungselement und mit einer, die untere Bearbeitungsscheibe antreibenden Hauptspindel versehen.

Die bekannten Maschinen zur Bearbeitung von Lagerkugeln können in zwei große Gruppen, d. h. in Maschinen mit um eine horizontale bzw. in Maschinen mit um eine vertikale Achse drehenden Bearbeitungsscheiben und Kugelmagazinen eingeteilt werden.

Praktische Erfahrung haben bestätigt, daß die horizontale Achsenanordnung keinesfalls eine Bearbeitung in derselben guten Qualität gewährleistet, wie die Anordnung mit vertikaler Achse.

Der äußerst große Nachteil der bekannten Maschinen mit vertikalachsigen Bearbeitungsscheiben besteht darin, daß die Kugeln nur durch eine Anhäufung zugeführt werden können, wodurch eine das Rückbleiben der Kugeln verursachende „Turbulenz“ entsteht und die Kugel praktisch mit einer annähernden Nullgeschwindigkeit zwischen die Bearbeitungsscheiben gelangen. Die Ursache hierfür liegt in der Anordnung des Kugelmagazins zu den Bearbeitungsscheiben, wobei die obere Ebene der unteren Bearbeitungsscheibe und die Bodenplatte des Kugelmagazins in einer Ebene liegen.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Maschinen besteht darin, daß die Abgangsebene der Kugeln der Ebene der Bodenplatte des Kugelmagazins entspricht, wodurch der Abgang der Kugeln bzw. der Weitertransport von der Abgangsstelle die Gefahr des Zurückbleibens bzw. der Beschädigung der einzelnen Kugeln mit sich bringt.

Zur Beseitigung dieses Nachteiles werden Hilfsvorrichtungen zum Ausheben der Kugeln vorgeschlagen, wodurch jedoch nicht nur eine ziemlich komplizierte Anlage, sondern auch eine neue Gefahrenquelle zur Beschädigung der Kugeln entsteht.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Maschinen zeigt sich darin, daß die Befestigung der oberen Bearbeitungsscheibe nicht starr genug ist. Demzufolge kann die im Laufe der Bearbeitung durch zusätzliche Kräfte hervorgerufene Erweiterung der Scheibenrillen nicht verhindert werden, wodurch sich die Bearbeitungsqualität weiter verschlechtert.

Bei den bekannten Lösungen stellen der Antrieb und die Lagerung der Hauptspindel weitere Fehlerquellen dar. So ist die Laufgenauigkeit der Lagerung der Hauptspindel keinesfalls ausreichend. Des weiteren wird die Hauptspindel über Zahnräder angetrieben, wodurch während der Bearbeitung Schwingungen auf die Bearbeitungsscheiben übertragen werden, die die Qualität der Bearbeitung wiederum nachteilig beeinflussen.

Als weiterer Nachteil der bekannten Maschinen kann festgestellt werden, daß weder die Dimensionen, noch die Maßverhältnisse der Bearbeitungsscheiben annähernd gleiche Abrollbedingungen für die Bearbeitung zwischen den Rillen der Bearbeitungsscheiben ermöglichen. Andererseits besteht die Möglichkeit, die obere Bearbeitungsscheibe so weit zu öffnen, wie es zum problemlosen Zu- und Abführen der zu bearbeitenden Kugeln erforderlich wäre. Die Gefahr des Zurückbleibens bzw. einer Anhäufung der Kugeln ist daher besonders groß.

### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, durch Beseitigung der aufgezeigten Mängel und unter Vermeidung von Beschädigungen eine höhere Qualität der Kugeln hinsichtlich der Maßgenauigkeit, der Geometrie und der Oberflächengüte zu erreichen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Maschine der eingangs genannten Art mit einem schwingungsfreien Lauf der Hauptspindel und einwandfreien Zirkulationsverhältnissen während der Bearbeitungsdauer bei störungsfreier Zu- und Abführung der Kugeln zu entwickeln.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Kugelläppmaschine mit Bearbeitungsscheiben ausgerüstet ist, deren gemeinsame Achse mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt und die von einem, um eine vertikale Achse, mit stufenlos einstellbarer Drehzahl umlaufenden und mit Mitteln zur Höheneinstellung versehenen Kugelmagazin umgeben sind.

Die Maschine weist ferner eine mit hochpräziser Lagerung ausgestattete, von einem Polwechsellmotor, unter Zwischenschaltung einer geschwindigkeitserabsetzenden und entlasteten Übersetzung angetriebenen Hauptspindel auf, wobei parallel zur Achse der Hauptspindel Führungssäulen zu steifen Führung der oberen Bearbeitungsscheibe und eine die obere Bearbeitungsscheibe aufnehmende, geführte Aufnahmeabe vorhanden sowie ein während der Bearbeitung mit stufenlos regelbarem Druck arbeitender Hydraulizylinder und ein den hydraulischen Druck während der Bearbeitung auf die Bearbeitungsscheiben übertragendes Übergabeelement vorgesehen sind.

Erfindungsgemäß kann die Maschine auch so ausgebildet sein, daß die gemeinsame Achse des mit stufenlos regelbarer Drehzahl umlaufenden Rotors und des mit Mitteln zur Höheneinstellung ausgestatteten Kugelmagazins mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt. Der weitere Aufbau dieser Ausführungsvarianten entspricht den vorstehend genannten Merkmalen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform besteht die in den Antrieb der Hauptspindel eingefügte, die Geschwindigkeit herabsetzende und entlastete Übersetzung aus einem Keilriemen und einer Keilriemenscheibe.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist das den hydraulischen Druck während der Bearbeitung auf die Bearbeitungsscheiben übertragende Element als Einziehspindel ausgebildet, die mit einer geteilten Mutter, die eine druckausgleichende Tellerfeder enthält, versehen ist.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung ist die Maschine mit einer Lagerung, die die auf das Kugelmagazin einwirkenden radialen und axialen Kräfte gleichermaßen aufnimmt, ausgestattet und der Rotor über eine Kardanwelle und eine Zahnrad-Zahnkranzverbindung mit einem hydraulischen, stufenlosen Getriebe verbunden. Ferner sind Zahnräder mit einer Gewindebohrung vorgesehen, die mit Gewindespindeln, die an den Tragstützen angeschlossen sind, zusammenwirken und die ihrerseits durch Zwischenschaltung eines, vom Stirnrad eines Schneckenradantriebes angetriebenen Zahnkranzes angetrieben werden. Zweckmäßigerweise ist die Kardanwelle gelenkartig ausgebildet.

Es ist von besonderem Vorteil, wenn die Bohrungen der unter Zwischenschaltung eines Zahnkranzes angetriebenen Zahnräder und die mit den Zahnrädern zusammenwirkenden Spindeln ein Trapezgewinde aufweisen.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform schneidet während der Bearbeitung die mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließende Achse der Bearbeitungsscheiben die Achse des Kugelmagazins über der Ebene der Bodenplatte des Rotors. Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung besitzen die Bearbeitungsscheiben eine vertikale Achse. Diese Achse schneidet die mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließende Achse des Kugelmagazins, welches die Bearbeitungsscheiben umschließt und sich mit den kugelleitenden Elementen an die Bearbeitungsscheiben anschließt, in der Ebene der Bodenplatte des Rotors des Kugelmagazins.

Es ist zweckmäßig, wenn zum Antrieb des Rotors des Kugelmagazins eine elektrische Antriebseinheit zur Verfügung steht.

### Ausführungsbeispiel

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der Zeichnungen aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels. Es zeigt:

- Fig. 1: die Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Kugelläppmaschine;
- Fig. 2: die Seitenansicht der Maschine nach Fig. 1, im senkrechten Schnitt;
- Fig. 3: eine Bearbeitungsposition der Bearbeitungsscheiben im Schnitt;

Fig. 4: die Draufsicht auf die Bearbeitungsscheiben nach Fig. 3 mit den die Kugeln ein- bzw. ausleitenden Elementen;  
 Fig. 4a: den Schnitt A–A gemäß Fig. 4;  
 Fig. 4b: den Schnitt B–B durch die Bearbeitungsscheiben gemäß Fig. 4;  
 Fig. 4c: den Schnitt C–C durch die Bearbeitungsscheiben gemäß Fig. 4;  
 Fig. 5: den Schnitt durch die Bearbeitungsscheiben in einer weiteren möglichen Arbeitsposition.

Aus Fig. 1 sind die Bearbeitungsscheiben, die mit einer Mutter 21 gegeneinander verspannt sind und die Position des die Bearbeitungsscheiben umgebenden Kugelmagazins 4 gut ersichtlich. Die Gestaltung und die Position der kugelleitenden Elemente gehen ebenfalls aus Fig. 1 eindeutig hervor. Die Gestaltung der kugelleitenden Elemente stimmt im wesentlichen mit der Gestaltung dieser Elemente an bekannten Maschinen überein. Die Säulen 5 sichern eine steife Führung der oberen Bearbeitungsscheibe 1. An den auf der oberen Bearbeitungsscheibe 1 – an ihrer den kugelleitenden Elementen gegenüberliegenden Seite – ausgestalteten Vorsprung schließt sich eine, die obere Bearbeitungsscheibe 1 in der Höhe einstellende hydraulische Hebeeinheit an.

Die Bewegungsverhältnisse der Kugelläppmaschine während der Bearbeitung werden durch Pfeile verdeutlicht. Der Pfeil 35 kennzeichnet die Drehrichtung des Rotors 3 des Kugelmagazins 4, wenn der Rotor 3 während seiner Drehbewegung die zu bearbeitenden Kugeln in Richtung des Pfeils 37 mit Hilfe der kugelleitenden Elemente zwischen die Rillen der Bearbeitungsscheiben 1 und 2 einführt, in den die eigentliche Kugelbearbeitung erfolgt.

Während der Bearbeitung verdreht sich die untere Bearbeitungsscheibe – nicht dargestellt – in Richtung des Pfeils 25. Im Ergebnis dieser Drehbewegung gelangen die sich in den Rillen der Bearbeitungsscheiben 1 und 2 befindlichen und bereits bearbeitenden Kugeln entlang des kugelausleitenden Elements in Richtung des Pfeils 38 in den Rotor 3 des Kugelmagazins 4. Diese „Kugelwanderung“ – „Migration“ – wiederholt sich mehrmals während eines Bearbeitungszyklus.

Die Kugelläppmaschine – Fig. 2 – ist mit einem Kugelmagazin 4 mit vertikaler Achse und mit Bearbeitungsscheiben 1, 2 ausgerüstet, deren Achse mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt. Die obere Bearbeitungsscheibe 1 ist auf einer Aufnahmenabe 22 angeordnet, während die untere, sich drehende Bearbeitungsscheibe 2 an einer Hauptspindel 6 befestigt ist. Die Hauptspindel 6 wird über eine entlastete Übersetzung mittels Keilriemen 24 und Keilriemenscheibe 25 von einem Polwechsellmotor 30 angetrieben. Die parallel zur Achse 31 der Hauptspindel 6 angeordneten Führungssäulen 5 sichern eine steife Führung der oberen Bearbeitungsscheibe 1.

Die obere Bearbeitungsscheibe 1 und die untere Bearbeitungsscheibe 2 sind unter Einbeziehung der in den Rillen der Bearbeitungsscheiben 1, 2 befindlichen Kugeln 39 über die Anzugsspindel 20, der Tellerfeder 29 und der Mutter 21 mit einem Hydraulikzylinder 8 verbunden.

Die Aufnahmenabe 22 der oberen Bearbeitungsscheibe 1 ist ferner mit einer hydraulischen Hebeeinheit 19 versehen, die einerseits zur Höheneinstellung der Bearbeitungsscheiben 1, 2 und andererseits zur Erleichterung des Austausches der Bearbeitungsscheiben dient.

Der Antrieb des Rotors 3 des Kugelmagazins 4 erfolgt von einem hydraulischen stufenlosen Getriebe – vorzugsweise einem Schneckengetriebe 18 – unter Zwischenschaltung einer Kardanwelle 17. Die Kardanwelle 17 treibt ein Stirnrad 16 an, das mit einem am Kugelmagazin 4 angeordneten Zahnkranz 26 zusammenarbeitet.

Die Lagerung 23 dient zur Aufnahme der auf das Kugelmagazin 4 wirkenden Radial- und Axialkräfte.

Zur Unterstützung des Stators des Kugelmagazins 4 und zum Heben bzw. Senken desselben in Richtung der Hauptspindel 6 ist eine geschwindigkeitsreduzierende Untersetzung, bestehend aus dem Zahnrad 11 und dem Zahnkranz 12 sowie die mit dem Zahnkranz 12 zusammenwirkenden Zahnräder 13 vorgesehen, die insgesamt vom Elektromotor 10 angetrieben werden. Die Zahnräder 13 besitzen eine Bohrung mit einem Trapezgewinde und wirken ihrerseits mit axial bewegbaren Spindeln 14 zusammen, die an den Tragstützen 15 am Unterteil des Kugelmagazins 4 angeschlossen sind. Die Anzahl der Elemente, die die Kugelmagazinbewegung in Hauptspindelrichtung hervorrufen, beträgt zweckmäßig drei.

Alle Bestandteile bzw. Einheiten der Maschine sind in einem festen Gehäuse 7 angeordnet.

Bei der hier dargestellten Ausführungsform sind das Kugelmagazin 4 und die Bearbeitungsscheiben 1, 2 so angeordnet, daß die Achsen der Bearbeitungsscheiben 1, 2, die mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließen, die senkrechte Achse des Kugelmagazins 4 in der unteren Ebene des Rotors 3 des Kugelmagazins 4, d. h. in der Ebene der Bodenplatte des Rotors 3 schneiden.

Aus Fig. 3, die die relative Position der Bearbeitungsscheiben 1, 2 und des Kugelmagazins 4 darstellt, geht eindeutig hervor, daß sich die Kugeln während der Bearbeitung zwischen den Rillen 27 und 28 der Bearbeitungsscheiben 1 und 2 befinden. Das Kugelmagazin 4 und die Bearbeitungsscheiben 1 und 2 sind so positioniert, daß die vertikale Achse 33 des Kugelmagazins 4 und die mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließende gemeinsame Achse 32 der Bearbeitungsscheiben 1, 2 sich über der Bodenplatte 34 des Rotors 3 des Kugelmagazins 4 schneiden.

Fig. 4 stellt die Draufsicht der Bearbeitungsscheiben 1 und 2 und des Kugelmagazins 4 nach Fig. 3 dar, wobei die Pfeile auf die Bewegungsverhältnisse während der Bearbeitung hinweisen, die mit den im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Verhältnissen übereinstimmen.

Die Strömungsverhältnisse der Kugeln während der Bearbeitung sind in Fig. 4a, 4b bzw. 4c detaillierter dargestellt.

Der Einlauf der Kugeln 39 aus dem Rotor 3 des Kugelmagazins 4 in die Rillen der Bearbeitungsscheiben 1, 2 ist in Fig. 4b dargestellt, während der Ausgang aus den Rillen in Fig. 4a veranschaulicht ist.

Aus den Fig. 4a, 4b und 4c geht eindeutig hervor, daß die Einlaufstelle der Kugeln unter der Ebene der Bodenplatte 34 des Kugelmagazins 4 und die Ausgangsstelle darüber liegt, wodurch das Ein- und Ausleiten der Kugeln vollständig durch Gravitation erfolgt. Schädliche Reibungen, das Rückbleiben und Beschädigen der Kugeln wird dadurch weitgehend ausgeschlossen.

Die in der erfindungsgemäßen Maschine verwendeten Kugelein- bzw. Ausleitelemente stimmen im wesentlichen mit denen bei bekannten Maschinen verwendeten Elementen überein. Der Unterschied besteht lediglich in den Abmessungen und darin, daß ihre Gestaltung gegenüber den in der erfindungsgemäßen Maschine verwendeten Bearbeitungsscheiben angepaßt wurden.

Fig. 5 zeigt die Bearbeitungsscheiben 1, 2 einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Maschine und die gegenseitige Position der Bearbeitungsscheiben 1, 2 und des Kugelmagazins 4. In dieser Ausführungsform verlaufen die

Achsen der Bearbeitungsscheiben 1, 2 vertikal; die Achse des Kugelmagazins 4 dagegen schließt mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  ein. Selbstverständlich sind auch bei dieser Ausführungsform zwei Versionen möglich, indem sich die gemeinsame vertikale Achse der Bearbeitungsscheiben 1, 2 und die Achse des Kugelmagazins 4 – die mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt – über der Bodenplatte 34 des Rotors 3 des Kugelmagazins 4 – bzw. in deren Ebene – schneiden. Es soll noch bemerkt werden, daß durch die minimale Änderung der Position der die Kugel aus- und zuleitenden Elemente der Schnittpunkt der Achsen auch unter der Ebene der Bodenplatte 34 des Kugelmagazins 4 liegen kann, wobei diese Änderung die Qualität der Bearbeitung überhaupt nicht beeinflußt.

Die erfindungsgemäße Maschine arbeitet wie folgt:

Der Bearbeitungszyklus beginnt jeweils mit dem Füllen des Kugelmagazins 4, wobei die Menge der Kugeln immer einer Bearbeitungscharge entspricht. Danach wird das Schneckengetriebe 18 eingeschaltet, das über die Kardanwelle 17, das angeschlossene Stirnrad 16 und über den am Unterteil des Kugelmagazins 4 befindlichen Zahnkranz 26 den Rotor 3 des Kugelmagazins in eine Drehbewegung setzt. Daraufgehend wird die Hauptspindel in eine Drehbewegung versetzt, was eigentlich durch Einschalten des Motors 30 erfolgt, der über das Getriebe 9, den Keilriemen 24 und die entlastete Keilriemenscheibe 25 die Hauptspindel 6 und damit die Bearbeitungsscheibe 2 antreibt. Auf Wirkung des sich im Hydraulikzylinder 8 aufgebauten minimalen Druckes wird über die am Hydraulikzylinder 8 angeschlossene Einziehspindel 20 und die mit der Tellerfeder 29 versehene Mutter 21, die zur Bearbeitung erforderliche Verbindung zwischen den

Zur Sicherung der zur Bearbeitung erforderlichen Kugelzirkulation und zur Zuführung der Kühl- und Schmierflüssigkeit wird der Druck des Hydraulikzylinders 8 auf einen gewünschten Wert eingestellt und während der Bearbeitung dem Bedarf entsprechend geregelt. Nach Beendigung eines Bearbeitungszyklus werden die Kugeln entfernt.

Im Falle einer Höhenänderung der aus Gußeisen hergestellten Bearbeitungsscheibe 2 – was auf das Nacharbeiten der Scheiben infolge des Verschleißes zurückzuführen ist – muß eine Höheneinstellung am Kugelmagazin 4 vorgenommen werden. Diese Höheneinstellung des Kugelmagazins 4 erfolgt durch Anlassen des Motors 10 bzw. durch die Betätigung der am Motor 10 angeschlossenen Antriebseinheit, die aus dem Zahnrad 11, dem Zahnkranz 12, der Spindel 14 und der Tragstützen 15 besteht. Wenn die Absicht besteht, die Bearbeitungsscheiben 1, 2 einzustellen bzw. auszutauschen, wird die obere Bearbeitungsscheibe 1 über die Aufnahmenabe 22 mit Hilfe der hydraulischen Hebeeinheit 19 angehoben. Die auf den Bearbeitungsscheiben 1, 2 im Laufe der Bearbeitung auftretenden Druckänderungen, die sich aus der Bearbeitung sowie aus den von außen her einwirkenden Impulsen und Schwingungen ergeben, werden mit Hilfe der Tellerfeder 29 ausgeglichen.

Die beschriebene Antriebsweise der Hauptspindel ermöglicht, daß die Bearbeitung der in kleinere und größere Maßbereiche eingeteilten Kugeln mit der jeweils – der Kugelgröße angepaßten – Bearbeitungsscheiben-Drehzahl erfolgt.

An Stelle der hier beschriebenen mechanischen Steuerungs- bzw. Antriebselemente können auch andere geeignete Antriebseinheiten bzw. Elemente zur Lösung der gestellten Aufgabe eingeteilt werden, beispielsweise elektrische bzw. elektronische Steuer- und Antriebselemente, die zudem die Möglichkeit für eine vollkommene Automatisierung des gesamten Arbeitsprozesses bieten.

Die erfindungsgemäße Kugelläppmaschine besitzt u. a. folgende Vorteile:

- Während des gesamten Bearbeitungszyklus ist die gleichmäßige Strömung der Kugeln gewährleistet. Das Einführen der Kugeln zwischen den Bearbeitungsscheiben erfolgt ohne Turbulenzen durch Gravitation. Dadurch werden eventuelle Beschädigungen vollkommen eliminiert.
- Die hochpräzise Lagerung der unteren Bearbeitungsscheibe, der schwingungsfreie Antrieb und die genaue und steife Führung der oberen Bearbeitungsscheibe sichern optimale Bedingungen für die Kugelbearbeitung in der vorgeschriebenen Qualität und Formgenauigkeit.
- Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Kugelläppmaschine besteht darin, daß die Beschädigungen der Kugeln vollkommen eliminiert und dadurch die Ausschußquoten auf ein Minimum verringert werden konnten.

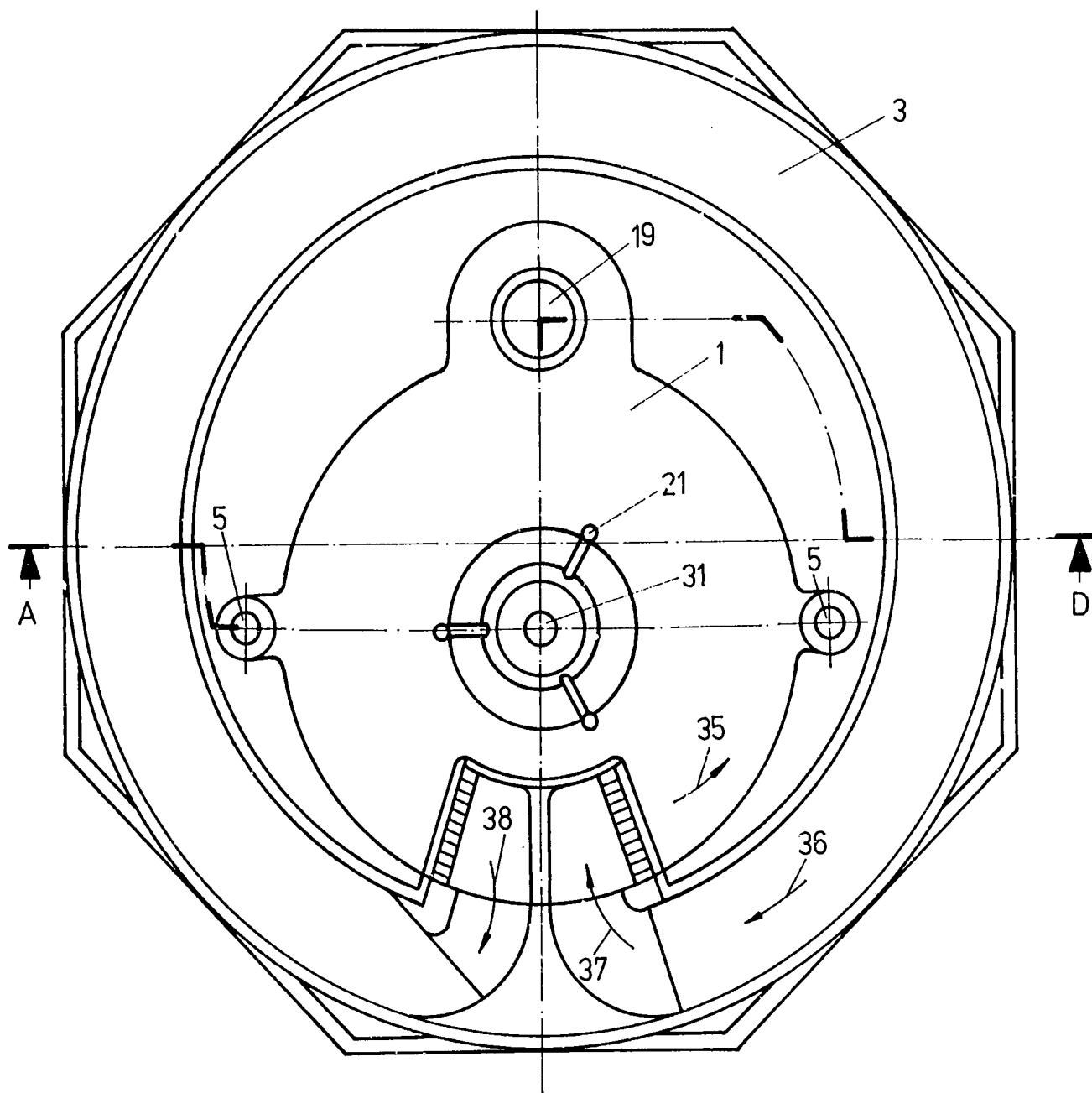


Fig. 1

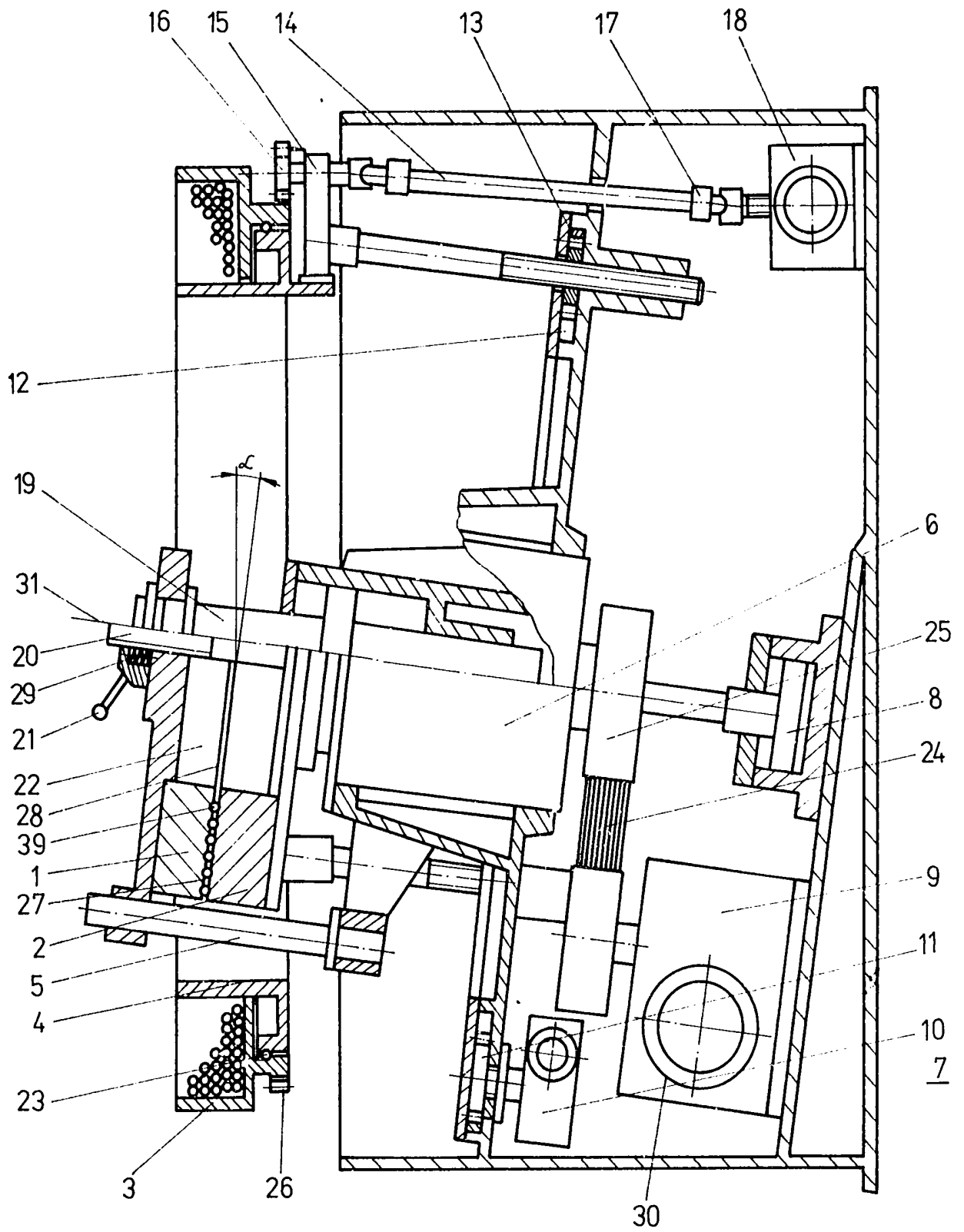


Fig. 2

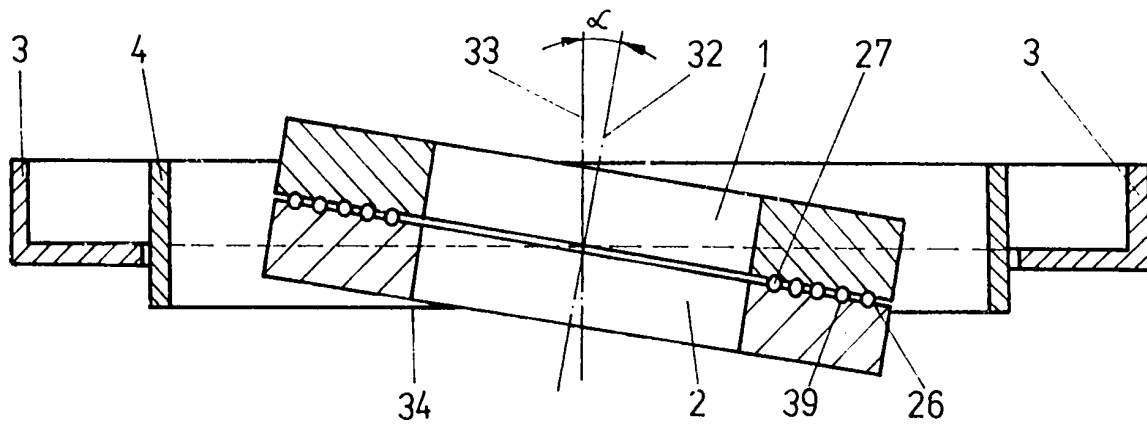


Fig. 3

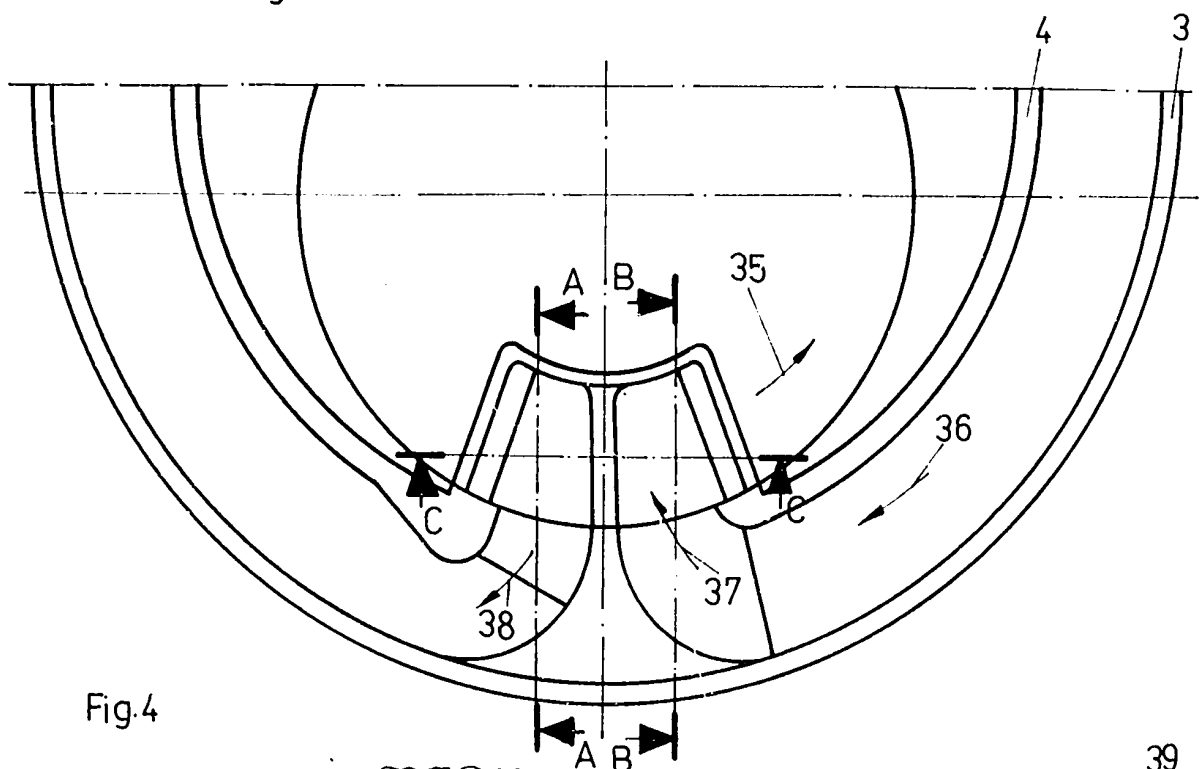


Fig.4

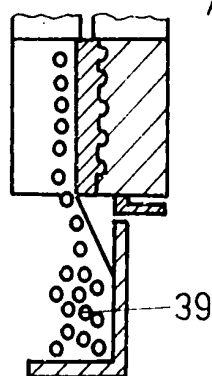


Fig. 4a

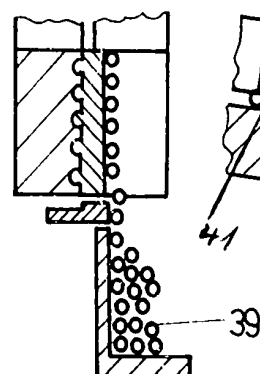


Fig. 4 b

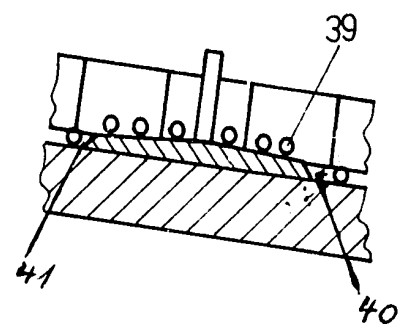


Fig. 4c

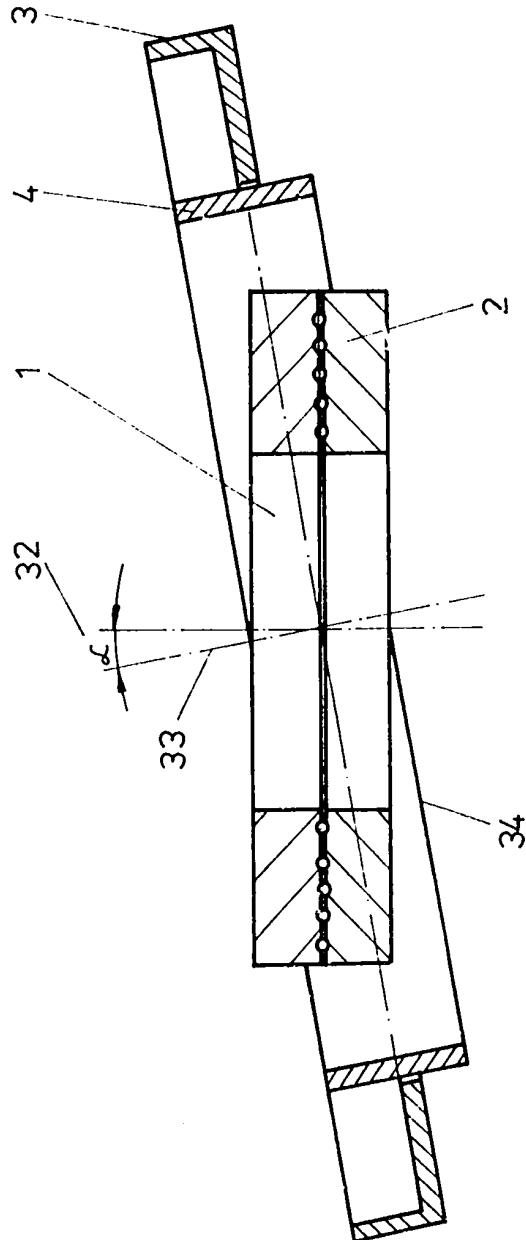


Fig. 5