



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) DD (11) 246 493 B1

4(51) B 23 F 5/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP B 23 F / 287 913 2

(22) 14.03.86

(45) 11.10.89

(44) 10.06.87

(71) VEB WMK „7. Oktober“ Berlin – Stammbetrieb, Gehringstraße 39, Berlin, 1120, DD

(72) Drews, Dietrich, Dipl.-Ing.; Brandner, Gerhard, Dr. sc. techn.; Ulrich, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.; Anker, Dietmar, Dipl.-Ing.; Lenz, Sieghart, Dipl.-Ing.; Vogt, Peter, DD

(54) Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes

(55) Einrichtung, Wälzbewegung, Zahnrad-Wälzschleifmaschine, Teilwälzverfahren, Wälzgetriebe, Getriebezug, Antriebsmotor, Lageregelung, Lagemeßsystem, Getriebestufe, Bremssystem, Bahnsteuereinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnrad-Wälzschleifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zu schaffen, bei der Temperatureinflüsse und mechanische Einflüsse, hervorgerufen durch die Antriebsmotore, vermieden werden und bei der mit geringem Aufwand eine hohe Genauigkeit hinsichtlich der Erzeugung der Wälzbewegung gewährleistet wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sich jeweils am Anfang beider Getriebezüge ein Antriebsmotor mit einem Lagemeßsystem und am Ende ein Bremssystem befinden und beide Getriebezüge mindestens je eine spielbehaftete Getriebestufe aufweisen, die dem Antriebsmotor nachgeordnet ist. Fig. 1

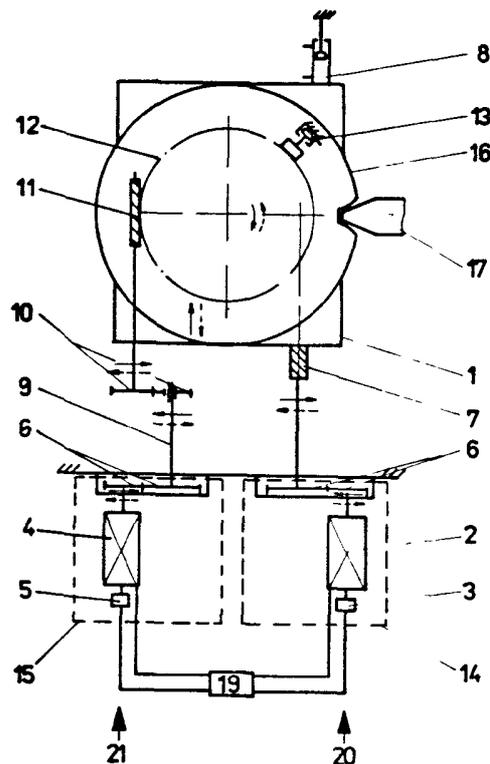


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnrad-Wälzschleifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen Bewegung und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht, wobei die Getriebezüge durch eine Bahnsteuereinrichtung gekoppelt sind, die Wälzbewegung in beiden Bewegungsrichtungen ausführbar und für den Antrieb beider Getriebezüge je ein in Lageregelung arbeitender Antriebsmotor vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich jeweils am Anfang beider Getriebezüge (20; 21) ein Antriebsmotor (2; 4) mit einem Lagemeßsystem (3; 5) und am Ende ein Bremssystem (8; 13) befinden und beide Getriebezüge (20; 21) mindestens je eine spielbehaftete Getriebestufe (6) aufweisen, die dem Antriebsmotor (2; 4) nachgeordnet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Antriebsmotor (2; 4), Lagemeßsystem (3; 5) und spielbehafteter Getriebestufe (6) jeweils eine Antriebsbaueinheit (14; 15) bilden.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebsbaueinheiten (14; 15) ortsfest an der Maschine oder am Schlitten (1) montiert sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebsbaueinheit (15) des Getriebezuges (21) zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung am Schlitten (1) und die Antriebsbaueinheit (14) des Getriebezuges (20) zur Erzeugung der translatorischen Bewegung ortsfest an der Maschine montiert ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebsbaueinheit (15) des Getriebezuges (21) zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung an einer Schnecke (11) tragenden Baugruppe (18) und die Antriebsbaueinheit (14) des Getriebezuges (20) zur Erzeugung der translatorischen Bewegung am Schlitten (1) montiert ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung eines Werkstückes an einer Zahnradwälzschleifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet und deren Wälzgetriebe aus einem Getriebezug zur Erzeugung einer translatorischen Bewegung und einem Getriebezug zur Erzeugung einer rotatorischen Bewegung besteht, wobei die Getriebezüge durch eine Bahnsteuereinrichtung gekoppelt sind, die Wälzbewegung in beiden Bewegungsrichtungen ausführbar und für den Antrieb beider Getriebezüge je ein in Lageregelung arbeitender Antriebsmotor vorgesehen ist.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, mechanische Übertragungssysteme in Lageregelkreisen, wie sie auch für bahngesteuerte Bewegungen benutzt werden, bei indirekter Anordnung der Meßsysteme, spielfrei auszuführen, da die Genauigkeit der bekannten Lageregelungen unter anderem durch Spiel negativ beeinflusst wird. Zur Vermeidung von Spiel zwischen mechanischen Übertragungselementen von Vorschubantrieben sind aufwendige Einrichtungen notwendig. (Weck, Manfred „Werkzeugmaschinen“ Bd. 3 VDI-Verlag, Düsseldorf, 1978, S. 193 bis 195, 230 bis 250 sowie S. 253)

Weiterhin sind als Störkräfte in den Lageregelkreisen Reibkräfte zu vermeiden und hohe Steifigkeiten in der Antriebskette zu realisieren. (Berthold, Horst „Programmgesteuerte Werkzeugmaschinen“ VEB Verlag Technik Berlin, 1975, S. 364) Bei einem bekannten Vorschlag für eine NC-gesteuerte Zahnflanken-Schleifmaschine, die im Teilwälzverfahren arbeitet, sind spielfreie Übertragungselemente zur Realisierung benutzt. (Information Nr. 5 NC-gesteuerte Zahnflanken-Schleifmaschine, Firmenschrift Fa. BHS-Höfler 1981)

Sowohl der Vorschubmotor (translatorischer Getriebezug) als auch der Teilmotor (rotatorischer Getriebezug) sind bei diesem Vorschlag durch spielfrei wirkende Übertragungselemente mit Werkstückschlitten bzw. Werkstücktisch zu verbinden, da Restspiele die Genauigkeit der Wälzbewegung vermindern.

Beispielsweise könnte eine Lösung nach DD-WP 223090 für die Drehachse des Werkstücktisches zur Spielbeseitigung Verwendung finden. Nachteilig hierbei ist, daß die Einhaltung der Spielfreiheit zwischen Vorschubmotor und Werkstückschlitten die direkte axiale Kupplung des Motors mit der Geschwindespindel bedingt. Die Gewindespindel ist selbst in hoher Genauigkeit gefertigt und die axiale Lagerung im Maschinentisch mit einer Genauigkeit von etwa 1 µm zu realisieren, um den direkten Einfluß auf die zu schleifende Zahnflanke in Form von Profilformabweichungen klein zu halten. Die direkte Kupplung des Vorschubmotors beeinflusst die Genauigkeit der Lagerung durch unvermeidbare axiale Zwangskräfte negativ. Außerdem wirken die unterschiedlichen Temperaturen des Vorschubmotors beim Schruppen und Schlichten direkt auf die Gewindespindel und bewirken Längenveränderungen, deren negativer Einfluß auf die Profilgesamtabweichung und damit auch auf Teilungsabweichungen nicht vermeidbar sind und durch zusätzliche Einrichtungen vermindert werden müssen. Das axiale Ankuppeln des Motors verhindert weiterhin die Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel nach der

Endmontage im Betriebsfall, die im erwähnten Genauigkeitsbereich unbedingt in der Achse erfolgen muß, um unverfälschte Meßergebnisse zu erhalten.

Weiterhin ist ein mechanisches Übertragungssystem an einer Zahnrad-Wälzschleifmaschine bekannt, das mit direkt gekuppelten Antriebsmotoren an der Gewindespindel und an der Schnecke im rotatorischen Getriebezug arbeitet und dieselbe negative Beeinflussung, vor allem der hochgenauen Axiallagerungen dieser Übertragungselemente unvermeidbar beinhaltet.

(Kurzprospekt ZSTZ06/EG-CNC, Firmenschrift des VEB WMK „7. Oktober“ Berlin 1985).

Bekannt ist weiterhin gemäß WP B 23F/282 043.7 eine Einrichtung zum Auslegen des Spieles in einem Wälzgetriebe an einer Zahnrad-Wälzschleifmaschine unter Verwendung eines elektronischen Getriebes, die mittels vier Antrieben, die im Vier-Quadrantenbetrieb arbeiten und an den Enden der Getriebezüge wirken, Spielfreiheit durch Verspannen der Übertragungselemente zur wahlweisen Einflankenlage für beide Wälzbewegungsrichtungen erzeugen. Mit dieser Einrichtung ist es möglich, für Ein- und Zweiflankenschliff mit einseitigem und beidseitigem Teilen die größte kinematische Genauigkeit des Wälzgetriebes, bei gleichzeitiger Spielbeseitigung im gesamten Wälzgetriebe, unabhängig von den Reaktionskräften am Werkstück zu erreichen. Nachteilig ist hierbei der notwendige technische Aufwand und der unbedingte Zwang zur Spielbeseitigung.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine hohe Arbeitsgenauigkeit an einer Zahnrad-Wälzschleifmaschine mit Bahnsteuereinrichtung zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der Temperatureinflüsse und mechanische Einflüsse, hervorgerufen durch die Antriebsmotore, vermieden werden, und bei der mit geringem Fertigungs- und Montageaufwand für die mechanischen Übertragungselemente und Baugruppen eine hohe Genauigkeit hinsichtlich der Erzeugung der Wälzbewegung gewährleistet wird und die Anordnung der Getriebeelemente eine zur Gewährleistung der Genauigkeit erforderliche Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel im Betriebszustand ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sich jeweils am Anfang beider Getriebezüge ein Antriebsmotor mit einem Lagemeßsystem und am Ende ein Bremssystem befinden und beide Getriebezüge mindestens je eine spielbehaftete Getriebestufe aufweisen, die dem Antriebsmotor nachgeordnet ist.

In einer bevorzugten Ausführung sind der Antriebsmotor, das Lagemeßsystem und die spielbehaftete Getriebestufe jeweils als eine Antriebsbaueinheit ausgebildet.

Die Antriebsbaueinheiten des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen und des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung können in vorteilhafter Weise in unterschiedlichen Varianten an ortsfesten und/oder bewegten Baugruppen der Maschine angeordnet sein.

Bei einer Variantenausführung sind beide Antriebsbaueinheiten ortsfest an der Maschine montiert.

Eine andere Ausführungsform sieht vor, daß beide Antriebsbaueinheiten am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert sind.

Eine weitere Ausführungsform besteht darin, daß die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, und die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung ortsfest an der Maschine montiert ist.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, daß die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung an einer eine Schnecke tragenden Baugruppe und die Antriebsbaueinheit des Getriebezuges zur Erzeugung der translatorischen Bewegung am Schlitten, durch den die translatorische Bewegung ausführbar ist, montiert ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand von vier Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit zwei ortsfesten Antriebsbaueinheiten

Fig. 2: Schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit zwei am Schlitten montierten Antriebsbaueinheiten

Fig. 3: Schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit einer am Schlitten montierten und einer ortsfesten Antriebsbaueinheit

Fig. 4: Schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erzeugung der Wälzbewegung mit einer an der Schneckenbaugruppe und einer am Schlitten montierten Antriebsbaueinheit.

Das erste Ausführungsbeispiel ist in Fig. 1 dargestellt.

Auf einem nicht dargestellten Gestellteil ist der Schlitten 1 geradlinig geführt, der einen nicht dargestellten Werkstückspanntisch mit Werkstück 16 trägt. An dem Gestellteil sind ortsfest ein Antriebsmotor 2 mit Lagemeßsystem 3 des Getriebezuges 20 zur Erzeugung der translatorischen Bewegung (translatorischer Getriebezug) und ein Antriebsmotor 4 mit Lagemeßsystem 5 des Getriebezuges 21 zur Erzeugung der rotatorischen Bewegung (rotatorischer Getriebezug) angeordnet, die jeweils die spielbehafteten Getriebestufen 6 antreiben. Jeweils ein Antriebsmotor 2; 4 mit einem Lagemeßsystem 3; 5 bildet mit der spielbehafteten Getriebestufe 6 eine Antriebsbaueinheit 14; 15. Im translatorischen Getriebezug 20 ist nach der Getriebestufe 6 ein Schraubtrieb 7 angeordnet, dessen nicht dargestellte Spindelmutter fest im Schlitten 1 angeordnet ist, an dem ein

Bremssystem 8 angreift. Der Getriebezug 21 für die rotatorische Bewegung wird fortgesetzt mit einer Schiebewelle 9, einer weiteren Getriebestufe 10, der Schnecke 11 und dem Schneckenrad 12, das an dem nicht dargestellten Werkstückspanntisch befestigt ist, an welchem ein Bremssystem 13 angreift. Dargestellt sind weiterhin das Werkstück 16 und das Werkzeug 17 in Arbeitsstellung. Antriebsmotore 2; 4 und Lagemeßsysteme 3; 5 sind mit der NC-Steuerung 19 verbunden.

Das zweite Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 dargestellt.

Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel sind hier beide Antriebsbaueinheiten 14; 15 am Schlitten 1 angeordnet, wobei der translatorische Getriebezug 20 außer Antriebsbaueinheit 14 die angetriebene Spindelmutter der ortsfesten Gewindespindel des Schraubtriebes 7 enthält. Der Getriebezug 21 für die rotatorische Bewegung wird mit einer Getriebestufe 10 zur Schnecke fortgesetzt.

Das dritte Ausführungsbeispiel ist in Fig. 3 dargestellt.

In diesem Beispiel ist der translatorische Getriebezug 20 der Wälzbewegung wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt.

Die Antriebsbaueinheit 15 für den rotatorischen Getriebezug 21 ist wie im zweiten Ausführungsbeispiel angeordnet.

Das vierte Ausführungsbeispiel, in Fig. 4 dargestellt, enthält den translatorischen Getriebezug 20 wie in Beispiel 2. Der rotatorische Getriebezug 21 besteht aus der Baueinheit 15, die auf der die Schnecke tragenden Baugruppe 18 angeordnet ist.

Die Wirkungsweise der Einrichtung wird im folgenden erläutert:

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 treibt der Antriebsmotor 2 der Antriebsbaueinheit 14 für den translatorischen Getriebezug 20, dessen Drehwinkel durch das Lagemeßsystem 3 ständig erfaßt und der NC-Steuerung 19 zugeführt wird, nach Anlegen der Zahnflanken der spielbehafteten Getriebestufe 6 entsprechend der Drehrichtung, die Gewindespindel des Schraubtriebes 7, der bei der erfindungsgemäßen Lösung nicht spielfrei ausgeführt zu werden braucht, und bewirkt somit die translatorische Bewegung des Schlittens 1 und damit des Werkstückes 16 in der einen Richtung. Das Bremssystem 8 verhindert dabei die nicht durch den Antriebsmotor 2 hervorgerufenen Bewegungen des Schlittens 1. Ist der Schlitten 1 nach Durchfahren des für den Schleifprozeß notwendigen Weges in der Umkehrstellung angekommen, wird die durch die NC-Steuerung 19 ausgegebene Drehrichtungsumkehr im Antriebsmotor 2 ausgeführt. Der Schlitten 1 wird durch das Bremssystem B angehalten, wenn der Antriebsmotor zur Drehrichtungsumkehr stoppt. Mit Wiederanlaufen des Antriebsmotors 2 in entgegengesetzter Richtung treibt er nach Anlegen der Zahnflanken der spielbehafteten Getriebestufe 6 jetzt ebenfalls in entgegengesetzter Richtung die Gewindespindel des Schraubtriebes 7 und bewirkt damit die translatorische Bewegung des Schlittens 1 in der anderen Richtung, zum Ausgangspunkt zurück. Das Bremssystem 8 verhindert auch hierbei die nicht durch den Antriebsmotor 2 hervorgerufenen Bewegungen des Schlittens 1. Im rotatorischen Getriebezug 21, der vorteilhaft mit einer analogen Antriebsbaueinheit 15 am Anfang arbeitet, wird die Antriebsbewegung nach Anlegen der Zahnflanken in der spielbehafteten Getriebestufe 6 auf die Schiebewelle 9 übertragen, die nicht spielfrei in die Getriebestufe 10 treibt, die die Bewegung auf die vorteilhaft mit Spiel in das Schneckenrad 12 übertragende Schnecke 11 weiterleitet, und Werkstück 16 in Rotationsbewegung in der einen Richtung versetzt. Das Lagemeßsystem 5 erfaßt ständig die Drehwinkel des Antriebsmotors 4 und führt sie der NC-Steuerung 19 zu. Das Bremssystem 13 verhindert die nicht durch den Antriebsmotor 4 hervorgerufene rotatorische Bewegung des Werkstückes 16 und bewirkt gleichzeitig das eindeutige Anlegen aller spielbehafteten Übertragungselemente während der beabsichtigten Bewegung. Bei Drehrichtungsumkehr durch Antriebsmotor 4 werden zunächst der Werkstückspanntisch mit Werkstück 16 durch das Bremssystem 13 angehalten, worauf das Anlegen aller spielbehafteten Übertragungselemente entsprechend der neuen Richtung entgegengesetzt erfolgt und zum Ausgangspunkt zurückbewegt wird. Das Bremssystem 13 verhindert hierbei die nicht durch den Antriebsmotor 4 hervorgerufene rotatorische Bewegung des Werkstückes 16.

Die NC-Steuerung 19 gibt Bahnsteuersignale für die Antriebsmotoren 2; 4 so aus, daß die Überlagerung der translatorischen und rotatorischen Bewegung des Werkstückes 16 an der Eingriffsstelle des Werkzeuges 17 die zu erzielende Wälzbewegung ergibt. Da ausschließlich während der Phase der kontinuierlichen Wälzbewegung Werkzeug 17 und Werkstück 16 im Eingriff sind, beeinträchtigen die Phasen des An- und Auslaufs sowie des Umsteuervorganges der Wälzbewegung nicht die Genauigkeit des Werkstückes. Die Reaktion des translatorischen und des rotatorischen Getriebezuges 20; 21 als Übertragungssystem im Lageregelkreis der Bahnsteuereinrichtung bei Ausregelung von Störgrößeneinflüssen erfolgt aktiv nur jeweils in Bewegungsrichtung, entsprechend den Anlagen in den spielbehafteten Getriebestufen 6 und weiteren spielbehafteten Übertragungselementen, und passiv entgegengesetzt der jeweiligen Bewegungsrichtung durch die stabilisierende Wirkung der Bremssysteme 8; 13, wodurch die Genauigkeit der Erzeugung der Wälzbewegung erfindungsgemäß realisiert wird. Gleichzeitig bleibt die Genauigkeit der erzeugten Wälzbewegung durch die entkoppelnde Wirkung der spielbehafteten Getriebestufe 6 unbeeinflusst von der Temperatur der Antriebsmotoren 2; 4. Durch die entkoppelnde Wirkung der spielbehafteten Getriebestufen 6 sind gleichzeitig axiale Störkräfte auf die Genauigkeitslagerungen der Gewindespindel des Schraubtriebes 7 und der Schnecke 11 vermieden. Die Messung der axialen Lagergenauigkeit der Gewindespindel im Betriebszustand ist in direkter Weise möglich.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist durch die vorteilhafte Anordnung der Antriebsbaueinheiten 14; 15 an dem Schlitten 1 eine rationelle Ausführung der Getriebezüge für große Schlittenweglängen erzielt. Die Gewindespindel des Schraubtriebes 7 verkürzt sich hierbei auf die notwendige Mindestlänge. Die gleichzeitige Verminderung der Übertragungselementanzahl im rotatorischen Getriebezug 21 gegenüber Fig. 1 um die Schiebewelle 9 erhöht zusätzlich die mechanische Grundgenauigkeit der Erzeugung der Wälzbewegung.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist durch die ortsfeste Anordnung der Antriebsbaueinheit 14 eine rationelle Ausführung der Getriebezüge für mittlere Schlittenweglängen erzielt.

Vorteile ergeben sich hierbei insbesondere dadurch, daß sich der Fertigungsaufwand für die Gewindespindel hinsichtlich ihrer Länge in vertretbaren Grenzen hält und die Spindelmutter des Schraubtriebes 7 fest im Schlitten 1 angeordnet ist.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist die Anzahl der Übertragungselemente im rotatorischen Getriebezug 21 und translatorischen Getriebezug 20 minimal. Es wirken die Antriebsbaueinheiten 14; 15 direkt auf die in jedem Ausführungsbeispiel notwendigen Übertragungselemente Schraubtrieb 7 und Schnecke 11.

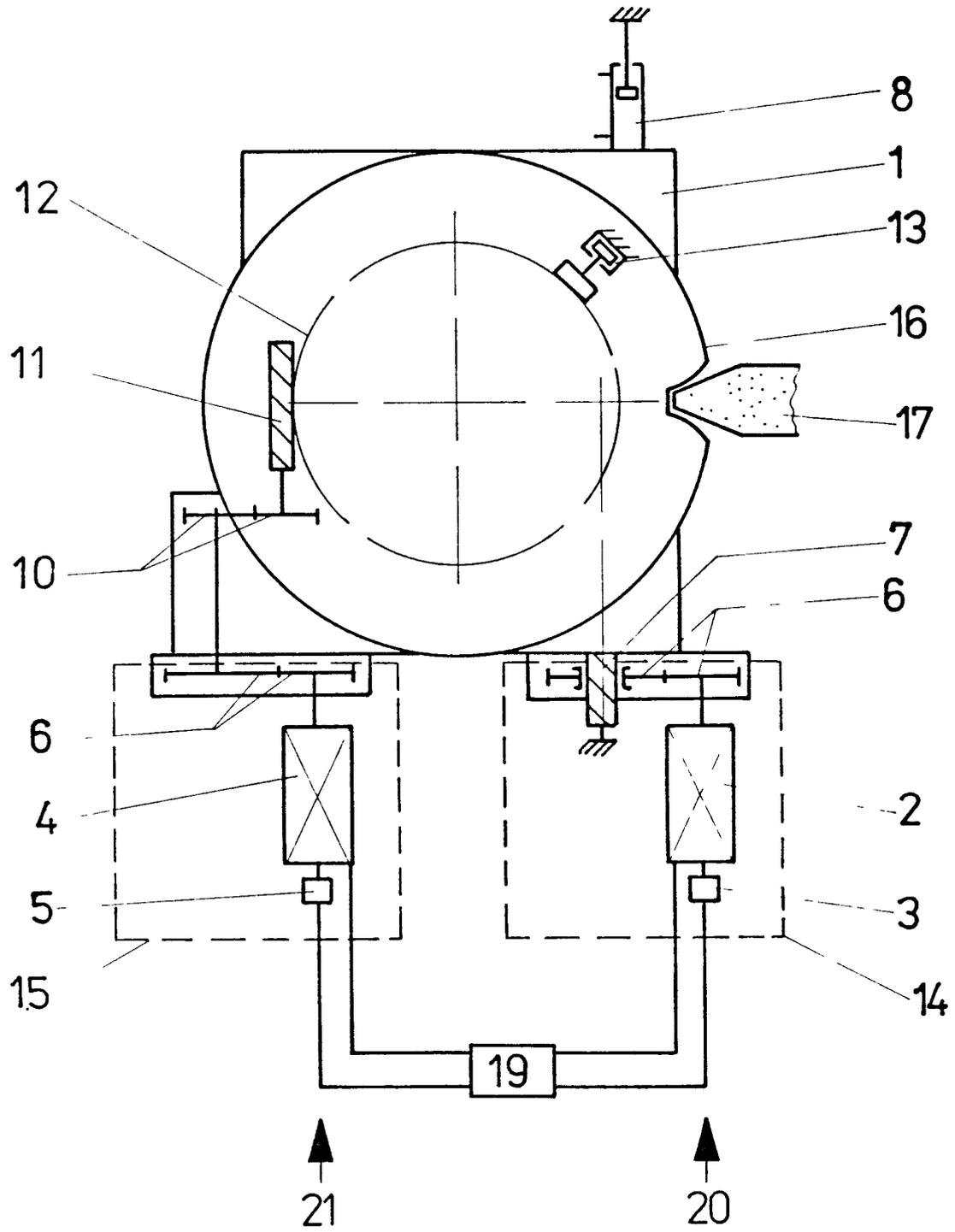


Fig. 2

246 493

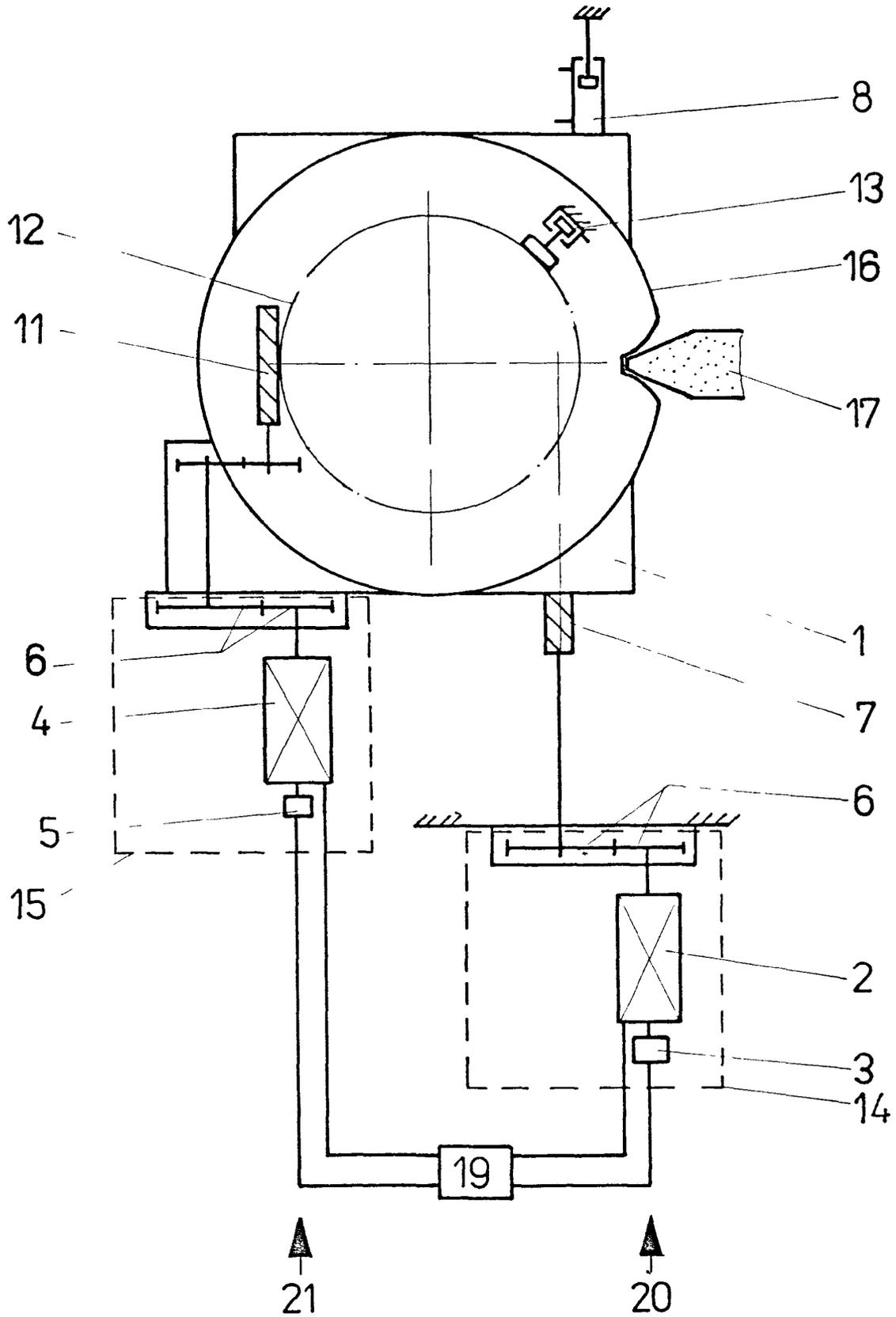


Fig. 3

3E 221 13 33 ~ 246 493

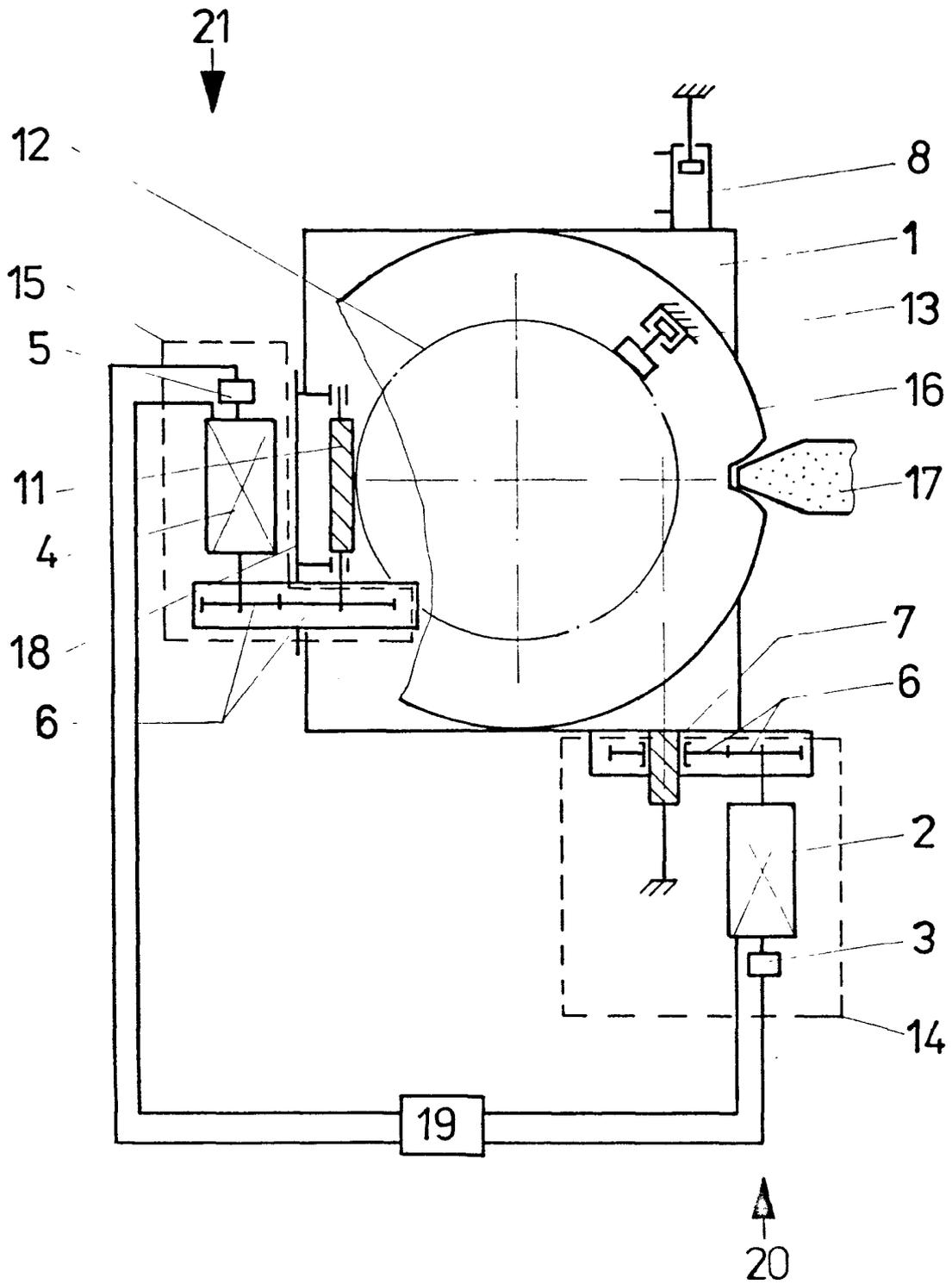


Fig. 4