



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 23 Q / 303 157 1
(31) P3617912.4

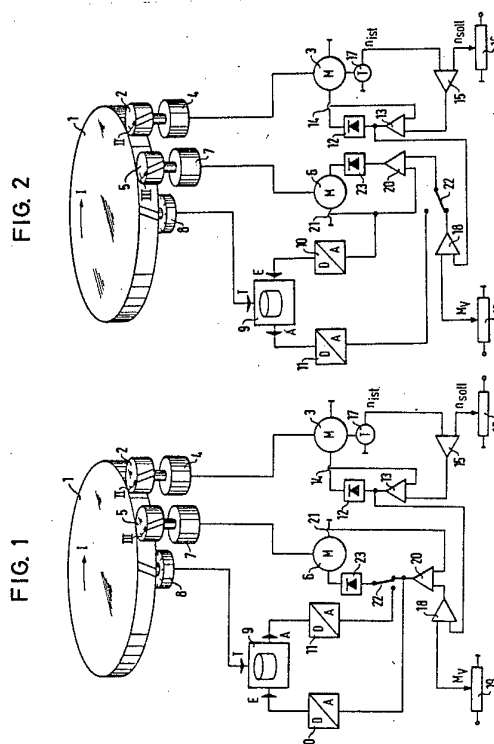
(22) 26.05.87
(32) 28.05.86

(44) 01.06.88
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) van de Löcht, Heinrich, Dr.-Ing.; Brodbeck, Marzell; Szillat, Heinrich, DE
(73) BHS-Höfler Maschinenbau GmbH, Ettlingen-Oberweier, DE
(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers

(55) Werkstück- oder Werkzeugträger, Steuerung des Bremsmomentes, Abwälzschleifen, Signalspeicherung, Arbeitsphase, Antriebsritzel, Bremsritzel
(57) Verfahren und Vorrichtung zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers, insbesondere eines Teilrades für ein durch Abwälzschleifen zu bearbeitendes Werkstück, sieht vor, daß mit dem gezahnten Werkstück- oder Werkzeugträger in der Arbeitsphase ein Antriebsritzel mit einer konstanten Antriebsdrehzahl und einem Bremsritzel mit einem dem Antriebsmoment entgegengerichteten Bremsmoment zusammenarbeiten. Zunächst werden während einer Erfassungsphase ohne Bearbeitung des Werkstückes Inkrementen der Werkstück- oder Werkzeugträgerbewegung zugeordnete, dem Bremsmoment proportionale Signale in einem Speicher abgespeichert. Während der nachfolgenden Arbeitsphase mit Bearbeitung des Werkstückes wird das Bremsmoment entsprechend den abgespeicherten Signalen gesteuert.
Fig. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers, insbesondere eines Teilrades, für ein durch Abwälzschleifen zu bearbeitendes Werkstück, bei dem mit dem gezahnten Werkstück- oder Werkzeugträger in der Arbeitsphase ein Antriebsritzel mit einer konstanten Antriebsdrehzahl und ein Bremsritzel mit einem dem Antriebsmoment entgegengerichteten Bremsmoment zusammenarbeiten, **dadurch gekennzeichnet**, daß zunächst während einer Erfassungsphase ohne Bearbeitung des Werkstückes Inkrementen der Werkstück- oder Werkzeugträgerbewegung zugeordnete, dem Bremsmoment proportionale Signale in einem Speicher (9) abgespeichert werden, und daß während der nachfolgenden Arbeitsphase mit Bearbeitung des Werkstückes das Bremsmoment entsprechend den abgespeicherten Signalen gesteuert wird.
2. Vorrichtung zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers mit einem mit der Zahnung des Werkstück- oder Werkzeugträgers greifenden Antriebsritzel, welches von einem elektrischen Motor mit konstanter Drehzahl angetrieben ist und einem ein dem Antriebsmoment entgegengerichtetes Bremsmoment erzeugendes Bremsritzel, welches ebenfalls von einem elektrischen Motor angetrieben ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein inkrementaler Geber (8) mit dem bewegbaren Werkstück- oder Werkzeugträger (1) zusammenwirkt, daß ein Speicher (9) vorhanden ist, dessen Adresseneingang (T) an den inkrementalen Geber (8) angeschlossen ist, daß während der Erfassungsphase der Schreibeingang (E) jedes Speichers (9) über einen Analog/Digital-Wandler (10) mit dem Steuerstromkreis für den das Bremsritzel (5) antreibenden Motor (6) verbindbar ist, während in der Arbeitsphase der Ausgang (A) des Speichers (9) über einen Digital/Analog-Wandler (11) mit diesem Steuerstromkreis verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerstromkreis für den Bremsmotor (6) eine Steuerstufe (23) in Reihe mit einem Umschalter (22) aufweist, dessen einer Umschaltkontakt über den Analog/Digital-Wandler (11) mit dem Ausgang (A) des Speichers (9) verbunden ist und dessen anderer Umschaltkontakt an den Ausgang eines Vergleichers (20) und über einen Analog/Digital-Wandler (10) an den Schreibeingang (E) des Speichers (9) angeschlossen ist, daß der eine Eingang des ersten Vergleichers (20) über einen zweiten Vergleich (18) mit einem Steller (19) für das Bremsmoment (M_V) und dem Steuerstromkreis des Antriebsmotors (3) verbunden ist sowie daß in den Steuerstromkreis des Bremsmotors (6) ein Fühler (21) für den Motorstrom eingeschaltet ist, der mit dem anderen Eingang des ersten Vergleichers (20) verbunden ist.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerstromkreis für den Antriebsmotor (3) einen Steller (16) für die Soll-Drehzahl n_{Soll} und einen Geber (17) für die Ist-Drehzahl n_{ist} aufweist, die an die Eingänge eines Vergleichers (15) angeschlossen sind, daß ein Fühler (14) für den Strom des Antriebsmotors (3) und der Ausgang dieses Vergleichers (15) an die Eingänge eines weiteren Vergleichers (13) angeschlossen sind und daß der Ausgang dieses weiteren Vergleichers (13) einerseits mit dem Eingang der Steuerstufe (12) des Antriebsmotors (3) und andererseits mit dem Eingang des zweiten Vergleichers (18) im Steuerstromkreis des Bremsmotors (6) verbunden ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist ein spielfreier Antrieb für ein Teilrad bekannt, welches mit konstanter Drehzahl kontinuierlich angetrieben wird und welches ein Werkstück trägt, das mittels des Abwälzschleifverfahrens zu einem Zahnrad bearbeitet wird. Hierbei wird das Teilrad mittels eines Antriebsritzels angetrieben, welches über ein Getriebe von einem elektrischen Motor mit konstanter Drehzahl angetrieben wird. Um aus Bearbeitungs- bzw. Störkräften resultierende Momente am Teilrad aus beiden Richtungen spielfrei aufnehmen zu können, wird ein weiteres, mit dem Teilrad kämmendes Ritzel von einem elektrischen Motor über ein Getriebe derart angetrieben, daß sein Drehmoment dem des Antriebsritzels entgegengesetzt ist. Hierdurch wird auf das Teilrad ein Bremsmoment ausgeübt, welches bewirkt, daß die vorausgehenden Flanken der Zähne des Antriebsritzels in Eingriff mit der Zahnung des Teilrades der Zahnung verbleiben. Das Bremsritzel übt mit seinen rückwärtigen Zahnflanken eine bremsende Wirkung aus. Nachteilig ist bei diesem bekannten Antrieb, daß vorandene Fehler nicht weitgehend ausgeglichen werden können.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren und den bekannten Antrieb so zu verbessern, daß ein weitestgehender spielfreier Antrieb des Werkstück- oder Werkzeugträgers während der Bearbeitungsphase des Werkstücks erreicht wird.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zunächst während einer Erfassungsphase ohne Bearbeitung des Werkstückes Inkrementen der Werkstück- oder Werkzeugträgerbewegung zugeordnete, dem Bremsmoment proportionale Signale in einem Speicher abgespeichert werden. Während der nachfolgenden Arbeitsphase mit Bearbeitung des Werkstückes wird das Bremsmoment entsprechend den abgespeicherten Signalen gesteuert.

Die Vorrichtung zum spielfreien Antrieb eines Werkstück- oder Werkzeugträgers ist dadurch gekennzeichnet, daß ein inkrementaler Geber mit dem bewegbaren Werkstück- oder Werkzeugträger zusammenwirkt. Es ist ein Speicher vorhanden, dessen Adresseneingang an den inkrementalen Geber angeschlossen ist. Während der Erfassungsphase ist der Schreibeingang jedes Speichers über einen Analog/Digital-Wandler mit dem Steuerstromkreis für den das Bremsritzel antreibenden Motor verbindbar, während in der Arbeitsphase der Ausgang des Speichers über einen Digital/Analog-Wandler mit diesem Steuerstromkreis verbunden ist.

Der Steuerstromkreis für den Bremsmotor weist eine Steuerstufe in Reihe mit einem Umschalter auf, dessen einer Umschaltkontakt über den Analog/Digital-Wandler mit dem Ausgang des Speichers verbunden ist und dessen anderer Umschaltkontakt an den Ausgang eines Vergleichers und über einen Analog/Digital-Wandler an den Schreibeingang des Speichers angeschlossen ist. Ein Eingang des ersten Vergleichers ist über einen zweiten Vergleichers mit einem Steller für das Bremsmoment und dem Steuerstromkreis des Antriebsmotors verbunden. In den Steuerstromkreis des Bremsmotors ist ein Fühler für den Motorstrom eingeschaltet, der mit dem anderen Eingang des ersten Vergleichers verbunden ist.

Ferner weist der Steuerstromkreis für den Antriebsmotor einen Steller für die Soll-Drehzahl n_{Soll} und einen Geber für die Ist-Drehzahl n_{Ist} auf, die an die Eingänge eines Vergleichers angeschlossen sind. An die Eingänge eines weiteren Vergleichers sind ein Fühler für den Strom des Antriebsmotors und der Ausgang dieses Vergleichers angeschlossen. Der Ausgang dieses weiteren Vergleichers ist einerseits mit dem Eingang der Steuerstufe des Antriebsmotors und andererseits mit dem Eingang des zweiten Vergleichers im Steuerstromkreis des Bremsmotors verbunden.

Dadurch, daß während der Erfassungsphase ohne Bearbeitung des Werkstückes die inneren Störgrößen des Antriebes während eines Bewegungszyklus des Werkstück- oder Werkzeugträgers erfaßt und gespeichert werden, kann während der anschließenden Arbeitsphase eine Kompensation dieser Störgrößen durch eine entsprechende Steuerung des Bremsmomentes erfolgen. Das Verfahren und der Antrieb nach der Erfindung ermöglichen eine Reduzierung der Genauigkeit der Herstellung des Werkstück- oder Werkzeugträgers, z. B. eines Teilrades mit großem Durchmesser, weil vorhandene Fehler kompensiert werden. Der Antrieb ist mechanisch einfach aufgebaut, verhindert „stick-slip“-Erscheinungen, verringert den Verschleiß und erlaubt ein frei einstellbares Bremsmoment und einen großen Tisch-Drehzahlbereich.

Der spielfreie Antrieb kann statt eines Teilrades auch für einen geradlinig hin- und herbewegten, mit einer Zahnung versehenen Schlitten oder eine Zahnstange verwendet werden. Dabei kann statt eines Werkstückes auch ein Werkzeug auf dem Schlitten bzw. der Zahnstange angeordnet sein.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines spielfreien Antriebes eines Teilrades und

Fig. 2: eine Darstellung, wie in Fig. 1, einer geänderten Ausführungsform.

Ein Teilrad 1, welches um eine vertikale Achse frei drehbar gelagert ist, trägt ein nicht dargestelltes Werkstück, das z. B. mittels des Abwälzschleifens zu bearbeiten ist. Das Teilrad 1 soll hierzu eine kontinuierliche Drehbewegung in Pfeilrichtung I mit konstanter Drehzahl N_1 vollführen.

Mit dem Teilrad 1 kämmt ein Antriebsritzel 2, das in Pfeilrichtung II mit der Drehzahl n_2 von einem elektrischen Antriebsmotor 3 über ein Getriebe 4 angetrieben wird.

Mit dem Teilrad 1 kämmt außerdem ein weiteres Ritzel 5, das von einem elektrischen Antriebsmotor 6 über ein Getriebe 7 angetrieben wird.

Wie angedeutet, besitzen das Teilrad 1 und die Ritzel 2; 5 Schrägverzahnungen.

Die Drehzahl n_3 des Ritzels 5 ist gleich der Drehzahl n_2 des Ritzels 2, da beide Ritzel 2; 5 mit dem Teilrad 1 kämmen.

Das Antriebsmoment des Ritzels 5 ist betragsmäßig kleiner als das Antriebsmoment des Ritzels 2 und diesem entgegengesetzt. Der Motor 6 treibt hierzu das Ritzel 5 in einer der Pfeilrichtung III entgegengesetzten Drehrichtung an. Da aber das Drehmoment des Ritzels 2 das Drehmoment des Ritzels 5 übersteigt, wird auch das Ritzel 3 in gleicher Drehrichtung wie das Ritzel 2 gedreht.

Es ergibt sich ein Bremsmoment, welches bewirkt, daß das Ritzel 2 ständig mit der in Drehrichtung vorauslaufenden Flanke und das Ritzel 5 ständig mit der Rückflanke jedes Zahnes des Teilrades 1 arbeitet. Das Teilrad 1 kann Teilungsfehler aufweisen, ohne daß sich die vorbeschriebene Wirkung der greifenden Ritzelzähne umkehrt.

Mit dem Teilrad 1 ist ein Drehgeber 8 gekoppelt, der gleichen Winkelinkrementen zugeordnete Impulse erzeugt, die von einem nicht dargestellten Mikroprozessor verarbeitet werden. Dieser verwaltet einen Speicher 9 derart, daß jedem Winkelinkrement eine eigene Speicherzelle zugeordnet werden kann.

In einer Erfassungsphase, während der das Teilrad 1 ohne Bearbeitung des Werkstückes um wenigstens eine Umdrehung gedreht wird, werden über einen Analog/Digital-Wandler 10 Steuerinformationen des Bremsantriebes winkeltgerecht in den Speicher 9 eingeschrieben, die in der Bearbeitungsphase, während der das Teilrad 1 unter Bearbeitung des Werkstückes gedreht wird, ebenso winkeltgerecht ausgelesen und über einen Digital/Analog-Wandler 11 zum Bremsantrieb zurückgeführt werden. Eine im Steuerstromkreis des Antriebsmotors 3 liegende Steuerstufe 12 ist mit ihrem Steuereingang an einen Vergleichler 13 angeschlossen, der den über einen Stromfühler 14 erfaßten Motorstrom des Antriebsmotors 3 mit der Regeldifferenz vom Ausgang eines Vergleichlers 15 des Drehzahlregelkreises vergleicht. Ein Eingang des Vergleichlers 15 erhält eine veränderbare konstante Spannung vom Steller 16 für die Solldrehzahl n_{Soll} , während der andere Eingang mit der vom Tachogenerator 17 abgegebenen Spannung n_{Ist} gespeist wird. Die Steuerstufe 12 speist so den Antriebsmotor 3 derart, daß die eingestellte Soll-Drehzahl n_{Soll} eingehalten wird. Die Steuerspannung der Steuerstufe 12 am Steuereingang wird außerdem durch einen Vergleichler 18 mit einer vom Steller 19 abgegebenen, veränderbaren konstanten Spannung für das Vorspannmoment M_V des Bremsantriebes verglichen.

Der Ausgang des Vergleichlers 18 ist mit einem Eingang eines Vergleichlers 20 verbunden, während der andere Eingang an einen Stromfühler 21 im Steuerstromkreis des Bremsmotors 6 angeschlossen ist. Der Ausgang des Vergleichlers 20 ist mit dem Analog/Digital-Wandler 10 verbunden und kann außerdem in der Erfassungsphase über den Schalter 22 mit dem Eingang einer Steuerstufe 23 verbunden werden, an deren Ausgang der Speisestromkreis für den Bremsmotor 6 angeschlossen ist.

In der anderen Stellung des Umschalters 22, die er während der Bearbeitungsphase einnimmt, erhält diese Steuerstufe 23 über den Digital/Analog-Wandler 11 die in der Erfassungsphase in Speicher 9 abgelegten Daten als Steuersignale.

Die in der Erfassungsphase während einer Umdrehung des Teilrades 1 winkeltgerecht im Speicher 9 abgespeicherten, auch Teilungs- oder ähnliche Fehler berücksichtigenden Werte werden während der anschließenden Teilradumdrehungen, bei denen die Bearbeitung des Werkstückes erfolgt (Bearbeitungsphase), über den Speicherausgang A bei umgeschaltetem Schalter 22 an die Steuerstufe 23 abgegeben. Sie bewirken eine winkeltlagengerechte Steuerung des elektrischen Stromes des Bremsmotors 6 und damit des Bremsmomentes, welches vom Ritzel 5 ausgeübt wird. Hierdurch werden die bei sehr großen Durchmessern eines Teilrades durch Teilungsfehler oder dergleichen bedingten Drehmomentänderungen ausgeglichen, so daß sich ein weitestgehend spiel- und zwangsfreier Antrieb des Teilrades 1 und damit eine weitgehende exakte, konstante Drehzahl für das zu bearbeitende Werkstück ergibt.

Das auf dem Teilrad 1 über das Ritzel 5 ausgeübte Bremsmoment muß dabei größer sein als die maximal auftretende Betriebs- bzw. Störkraft.

Bei der geänderten Ausführungsform nach Fig. 2 werden in der Erfassungsphase, während der der Schalter 22 die gezeichnete Stellung einnimmt, die Ist-Werte des Ankerstromes des Bremsmotors 6 durch den Stromfühler 21 erfaßt und über den Analog/Digital-Wandler 10 dem Schreibeingang E des Speichers 9 zugeführt. In der Bearbeitungsphase werden die im Speicher 9 abgespeicherten, winkeltgerechten Werte des Ankerstromes über den Ausgang A ausgelesen und an den Digital/Analog-Wandler 11, über den Schalter 22, als neue Soll-Werte an den Vergleichler 20 gelegt.

Dadurch wird im Gegensatz zum Antrieb nach Fig. 1 auch in der Betriebsphase der Bremsantrieb in einem Regelkreis betrieben.

Die Funktion des Regelkreises beim Bremsantrieb kann dadurch verbessert werden, daß in der Bearbeitungsphase die Steuerstufe 23 mit einer anderen Übertragungsfunktion betrieben wird als in der Erfassungsphase.

FIG. 1

