



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **220 820 B1**

4(51) **B 25 J 15/00**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP B 25 J / 259 690 1	(22)	30.01.84	(45)	16.03.88
				(44)	10.04.85

(71)	Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Allee 4, Karl-Marx-Stadt, 9010, DD				
(72)	Bräuer, Dieter; Dietrich, Dieter, Dipl.-Phys.; Lehmann, Frank; Morgenstern, Karlheinz, Dipl.-Ing., DD				

(54)	Einrichtung zur Sicherung der Greifkraft einer Greifeinrichtung				
------	--	--	--	--	--

Patentanspruch:

1. Einrichtung zur Sicherung der Greifkraft einer Greifeinrichtung, insbes. für Industrieroboter, mit Greiferbacken und einem Greiferbackenantriebssystem, bestehend aus jedem Greiferbacken zugeordneten, druckmittelgetriebenen Kolben-Zylinder-Einheiten sowie an jedem Greiferbacken befestigten Zahnstangen, welche mit einem Ritzel in Eingriff stehen, unter Verwendung eines mit einem Greiferbacken verstellbaren Meßsystems, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Meßsystem als an sich bekannter optoelektronischer Impulsgeber (19) ausgebildet ist, der aus einem Abtastsystem sowie einer Abtastscheibe besteht, wovon die Abtastscheibe mit der das Ritzel (12) tragenden Welle (13) verbunden ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der das Ritzel (12) tragenden Welle (13) und der Abtastscheibe des Impulsgebers (19) eine Zahnradtriebstufe (16; 18) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Sicherung der Greifkraft einer Greifeinrichtung, insbesondere für Industrieroboter, wobei ein Greiferbackenantriebssystem eingesetzt ist, bestehend aus jedem Greiferbacken zugeordneten, druckmittelgetriebenen Kolben-Zylinder-Einheiten sowie an jedem Greiferbacken befestigten Zahnstangen, welche mit einem Ritzel in Eingriff stehen, unter Verwendung eines mit einem Greiferbacken verstellbaren Meßsystems. Bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Handhabung von Werkstücken zur bzw. von einer Werkzeugmaschine für die spanende Bearbeitung. Dabei ist es erforderlich, daß das Werkstück in der Greifeinrichtung z. B. eines Industrieroboters sicher festgehalten wird und beim Ergreifen bzw. Lösen des Werkstückes Hilfszeiten verringert werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Gemäß DE-OS 2916312 und DE-PS 2946469 sind Greifeinrichtungen für Handhabegeräte bekannt, welche jeweils zwei schwenkbare Greiferbacken aufweisen, die über ein Koppelglied mittels einer linear verschiebbaren Betätigungsstange geöffnet bzw. geschlossen werden. Die Betätigungsstange erhält ihren Antrieb von einer druckmittelgetriebenen Kolben-Zylinder-Einheit.

Im Bereich der Betätigungsstange sind Endschalter bzw. Endlagensensoren angeordnet, welche durch ein an der Betätigungsstange befestigtes oder mit dieser verbundenes Teil betätigt werden können.

Mit beiden bekannten Greifeinrichtungen ist es möglich, ein Schaltsignal auszulösen, wenn die Greiferbacken die geöffnete oder geschlossene Stellung erreicht haben. Die bekannten Einrichtungen erlauben jedoch nicht die Erfassung der Greiferbackenstellungen außerhalb deren Endlagen. Damit ist z. B. auch kein Schaltsignal bei unsicher gegriffenen Werkstücken, wenn also nicht die volle Greifkraft von den Greiferbacken auf das Werkstück übertragen wird, auslösbar. Weiterhin sind beim Werkstückwechsel die Greiferbacken immer vollständig zu öffnen, bis das entsprechende Schaltsignal weitere Vorgänge auslöst. Auch in den Fällen, in denen kein zu ergreifendes Werkstück z. B. im Werkstückspeicher vorliegt, müssen die Greiferbacken bis zu deren vollständigem Schließen bewegt werden, bis ein entsprechendes Schaltsignal ausgelöst wird (DE-OS 2916312).

Die bekannten Einrichtungen verursachen somit in Abhängigkeit vom Greifbereich der Greifeinrichtung und den konkreten Dimensionen des zu ergreifenden Werkstückes zum Teil erhebliche Greiferbackenbewegungszeiten, die durch die Überhübe bis zur Auslösung des jeweiligen Schaltsignales in den Endstellungen der Greiferbacken bedingt sind.

Es ist weiterhin aus DE-OS 2903 189 die Kombination einer Werkzeugmaschine mit einem Industrieroboter bekannt, dessen Greifeinrichtung mit einem Sensor versehen ist. Der Sensor löst ein Nothaltssignal aus, wenn die Greifeinrichtung nicht mehr funktionsfähig ist.

Genauere Angaben über Art des Sensors, Anbau an der Greifeinrichtung sowie Funktion und Art der angezeigten fehlerhaften Funktion sind der Offenbarung nicht zu entnehmen. Insbesondere sind in der Schrift keine Angaben enthalten, daß die Greiferbackenstellungen oder die am Werkstück wirksame Greifkraft erfaßt werden.

Aus DE-OS 3 112 043 ist weiterhin eine Greifeinrichtung, insbesondere Handprothese bekannt. Diese besteht aus einem Elektromotor mit einer Gewindewelle, welche eine Mutter trägt. In an dieser angeordneten Lagerzapfen ist ein die Greiferbacken bildendes Hebelsystem gelagert.

Zwecks definierter Bewegung der Greiferbacken mit verschiedenen Geschwindigkeiten ist der Elektromotor mit einem Regelkreis versehen. Dieser enthält zwei Übertragungsglieder, z. B. verstellbare Induktionsspulen oder Potentiometer, von denen eins (als Sollwertgeber) manuell entsprechend der gewünschten Greiferbackenstellung einstellbar ist. Das zweite Übertragungsglied ist mit einem Greiferbacken, insbesondere von diesem, verstellbar, d. h. es bildet ein Greiferbacken bildendes Hebelsystem gelagert.

Zwecks definierter Bewegung der Greiferbacken mit verschiedenen Geschwindigkeiten ist der Elektromotor mit einem Regelkreis versehen. Dieser enthält zwei Übertragungsglieder, z. B. verstellbare Induktionsspulen oder Potentiometer, von denen eins (als Sollwertgeber) manuell entsprechend der gewünschten Greiferbackenstellung einstellbar ist. Das zweite Übertragungsglied ist mit einem Greiferbacken, insbesondere von diesem, verstellbar, d. h. es signalisiert die Istwerte der Greiferbackenstellung.

Beide Übertragungsglieder sind über einen Oszillatorkreis sowie Demodulator, Gleichstromverstärker, Vollweggleichrichter, Impulsbreitenmodulator, Und-Glieder und Antriebseinheit so mit dem Elektromotor verschaltet, daß bei einer Differenz in der Einstellung beider Übertragungsglieder der Motor mit einer dieser Differenz proportionalen Geschwindigkeit angetrieben wird, bis die Differenz verschwindet. In diesem Fall haben die Greiferbacken die vorgewählte Position erreicht und der Elektromotor steht still.

Diese bekannte Greifeinrichtung gestattet die Erfassung der jeweiligen Stellung der Greiferbacken durch Nutzung eines einem Greiferbacken zugeordneten analogen Meßsystems. Die vorgesehene Geschwindigkeits- und Lageregelung auf der Grundlage der Verwendung analoger Bausteine ist jedoch recht aufwendig und kostengünstig.

Trotz dieses Aufwandes ist es nicht möglich, den Werkstückgreifprozeß hinsichtlich der tatsächlich aufgebrachten bzw. übertragenen Greifkraft zwischen Greiferbacken und Werkstück zu überwachen. Dieses ist dadurch bedingt, weil die bekannte Einrichtung zwar die Vorgabe und Einstellung eines bestimmten Greiferbackenabstandes erlaubt, aber in Abhängigkeit der konkreten (toleranzbehafteten) Werkstückdimensionen — infolge des abgeschalteten Motors und der mehr oder weniger großen Verspannung im Getriebezug bis zu den Greiferbacken — sich unterschiedliche Greifkräfte zwischen Greiferbacken und Werkstückoberfläche einstellen. Diese Greifkräfte können in einem Extremfall (Werkstückdimension unter oder im Bereich der unteren Toleranzgrenze) gleich oder nahe Null sein, so daß das ergriffene Werkstück bei Beschleunigung/Verzögerung der Greifeinrichtung aus dieser herausgeschleudert wird und zu Verletzungen bzw. Beschädigungen führen kann. Im anderen Extremfall (Werkstück zu groß) können zu große Greifkräfte eine Beschädigung der Greifeinrichtung und/oder der Werkstückoberfläche verursachen.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, eine Greifeinrichtung für die Werkstückhandhabung so auszubilden, daß Unsicherheiten bei der Handhabung der Werkstücke und damit verbundene Verletzungs- und Beschädigungsgefahren durch herausgeschleuderte Werkstücke ausgeschlossen sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Sicherung der Greifkraft einer Greifeinrichtung, insbesondere für Industrieroboter, wobei ein Greiferbackenantriebssystem eingesetzt ist, bestehend aus jedem Greiferbacken zugeordneten, druckmittelgetriebenen Kolben-Zylinder-Einheiten sowie an jedem Greiferbacken befestigten Zahnstangen, welche mit einem Ritzel in Eingriff stehen, unter Verwendung eines mit einem Greiferbacken verstellbaren Meßsystems, zu schaffen, wobei der Werkstückgreifprozeß hinsichtlich der tatsächlich wirksamen Greifkraft zwischen Greiferbacken und Werkstückoberfläche überwacht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die das Ritzel tragende Welle mit einem an sich bekannten optoelektronischen Impulsgeber, bestehend aus mit der Welle rotierender Abtastscheibe und Abtastsystem, drehfest verbunden ist. In einer vorteilhaften Ausführungsform ist zwischen der das Ritzel tragenden Welle und der Abtastscheibe des Impulsgebers eine Zahnradtriebstufe angeordnet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: die Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Greifeinrichtung für rotationssymmetrische Werkstücke,
Fig. 2: den Schnitt nach Linie II–II in Fig. 1.

Die erfindungsgemäße Greifeinrichtung für das Handhaben von rotationssymmetrischen Werkstücken weist zwei entsprechend gestaltete Greiferbacken 1, 2 auf, welche jeweils auf zwei zylindrische Führungen 3, 4 gelagert sind und mittels eines Greiferbackenantriebssystems aufeinander zu oder voneinander weg bewegbar sind.

Die zylindrischen Führungen 3, 4 sind endseitig in einem Greifergehäuse 5 befestigt.

Das Greiferbackenantriebssystem besitzt im wesentlichen den in der DD-PS 154432 beschriebenen Aufbau:

Die im Greifergehäuse 5 geführten Teile der Greiferbacken 1, 2 sind mit Zylinderbohrungen 6, 7 versehen, welche parallel zu den zylindrischen Führungen 3, 4 verlaufen und unterschiedliche Durchmesser haben. In diesen Zylinderbohrungen 6, 7 sitzen Plungerkolben 8, 9, welche zwecks Druckmittelzuführung mit einer Axialbohrung versehen sind und kolbenstangenseitig im Greifergehäuse 5 befestigt sind.

Die Axialbohrungen der Plungerkolben 8, 9 sind über Steuereinrichtungen an eine Druckmittelquelle (nicht gezeichnet) angeschlossen.

Die im Greifergehäuse 5 geführten Teile der Greiferbacken 1, 2 sind des weiteren miteinander zugewandten Zahnstangenverzahnungen 10, 11 versehen, zwischen denen ein Ritzel 12 angeordnet ist. Dieses ist als Bestandteil einer Welle 13 im Greifergehäuse 5 mittels Wälzlager 14, 15 drehbar gelagert. Auf der Welle 13 ist weiterhin ein Zahnrad 16 befestigt, welches mit einem parallel zur Welle 13 im Greifergehäuse 5 und in einem Lager 17 gelagerten Ritzel 18 in Eingriff steht. Die Welle des Ritzels 18 ist mit dem Antriebszapfen eines optoelektronischen Impulsgebers 19 drehfest verbunden, dessen Gehäuse am Lager 17 befestigt ist.

Der optoelektronische Impulsgeber 19 besteht — wie bekannt — aus einer mit dem Antriebszapfen verbundenen Abtastscheibe (nicht dargestellt), welche zwischen einer Infrarotemitterdiode und einem Fototransistor rotieren kann, so daß eine dem Drehwinkel der Abtastscheibe proportionale Anzahl von Impulsen durch das aus den genannten elektronischen Bauteilen bestehende Abtastsystem abgebar ist.

Der Ausgang des Abtastsystems ist auf eine Auswerteschaltung in der Steuerung des Industrieroboters geführt (nicht gezeichnet).

Die Wirkungsweise ist wie folgt:

Die Greifeinrichtung wird durch den Arm eines Industrieroboters so in einen neben einer Werkzeugmaschine angeordneten **Werkstückspeicher** für rotationssymmetrische Werkstücke positioniert, daß die Greiferbacken 1, 2 mit ihren V-förmig zueinander stehenden Zentrierflächen (s. Fig. 1) die äußere zylindrische Mantelfläche eines Werkstückes ergreifen können. Dazu wird durch die Axialbohrungen der Plungerkolben 8, 9 den Zylinderbohrungen 6, 7 Druckluft zugeführt, so daß sich die Greiferbacken 1, 2 aufeinander zu bewegen, bis sie an der Werkstückfläche anliegen.

Die Schließbewegung der Greiferbacken 1, 2 erfolgt durch die Wirkung des im Durchmesser größeren Plungerkolbens 8 in der Zylinderbohrung 6 — gegen die Wirkung des Plungerkolbens 9 in der Zylinderbohrung 7, wobei die Zahnstangenverzahnungen 10, 11 und das Ritzel 12 die synchrone Bewegung beider Greiferbacken 1, 2 gestatten. Die entsprechende Verdrehung der Welle 13 des Ritzels 12 wird über Zahnrad 16 und Ritzel 18 auf den Antriebszapfen des optoelektronischen Impulsgebers 19 übertragen, dessen Abtastsystem eine dem Drehwinkel des Ritzels 18 proportionale Anzahl von Impulsen an die Auswerteschaltung abgibt. Entsprechend dem konkret vorliegenden Übersetzungsverhältnisses zwischen Zahnrad 16 und Ritzel 18 ist die abgegebene Impulsanzahl gemäß der Übersetzung größer, jedoch proportional dem Drehwinkel des Ritzels 12, so daß eine hohe Drehwinkelauflösung erzielbar ist.

Mit Hilfe der an die Auswerteschaltung abgegebenen Impulse bis zum Ergreifen des Werkstückes kann der Werkstückdurchmesser ermittelt werden. Das entsprechende Signal kann z. B. für die Programmvorwahl der Werkzeugmaschine verwendet werden.

Nach dem Ergreifen des Werkstückes wird durch Erhöhung des Druckes des den Zylinderbohrungen 6, 7 zugeführten Druckmittels eine definierte Greifkraft durch die Greiferbacken 1, 2 auf das Werkstück aufgebracht. Die dadurch bedingte elastische Verspannung und Verformung insbesondere der Greiferbacken 1, 2 bewirkt eine weitere Verdrehung des Ritzels 12 um einen bestimmten (geringen) Drehwinkel, der über Zahnrad 16 und Ritzel 18 vergrößert auf den Antriebszapfen des optoelektronischen Impulsgebers 19 übertragen wird.

Die dabei an die Auswerteschaltung abgegebene Impulsanzahl ist ein direktes Maß für die Verspannung, d. h. direkt der wirksamen Greifkraft proportional. Durch Zählung der Impulse und entsprechendem Vergleich ist somit die unmittelbar von den Greiferbacken 1, 2 auf das Werkstück ausgeübte Greifkraft erfaßbar. Nur bei Erreichen einer Sollimpulszahl — was dem Erreichen der Sollgreifkraft entspricht — werden die weiteren Bewegungen des Industrieroboters ausgelöst, so daß Unsicherheiten bei der Handhabung der Werkstücke durch zu geringe Greifkräfte, und damit verbundene Verletzungs- und Beschädigungsgefahren durch aus der Greifeinrichtung herausgeschleuderte Werkstücke, verhindert werden.

Die erfindungsgemäße Einrichtung gestattet auch die programmierte Vorgabe und Erfassung von unterschiedlich großen, den konkreten Werkstückmassen und Beschleunigungen angepaßten Greifkräften.

Des weiteren ist die erfindungsgemäße Einrichtung in der Lage, ein Signal auszulösen, wenn das letzte Werkstück im Werkstückspeicher gehandhabt worden ist.

Im nachfolgenden Bewegungszyklus greift die Greifeinrichtung kein Werkstück; die Greiferbacken 1, 2 bewegen sich auf einander zu. Sofern dabei ein kleinster programmierter Werkstückdurchmesser unterschritten wird, wird das entsprechende Signal abgegeben.

Die erfindungsgemäße Einrichtung ermöglicht darüber hinaus die werkstückdurchmesserabhängige Begrenzung des Öffnungshubes der Greiferbacken 1, 2 vor dem Ergreifen des Werkstückes durch entsprechende Programmierung und Istdurchmessermessung. Dadurch kann sowohl Speicherplatz im Werkstückspeicher durch Erhöhung der Packungsdichte als auch Greiferbackenbewegungszeit eingespart werden.

