

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 479 399 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91250249.9**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F15B 15/12, F15B 9/09**

(22) Anmeldetag: **10.09.91**

(30) Priorität: **01.10.90 DE 4031185**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.04.92 Patentblatt 92/15**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE FR GB LI NL SE**

(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**  
**Mannesmannufer 2 Postfach 5501**  
**W-4000 Düsseldorf 1(DE)**

(72) Erfinder: **Huber, Ralf**

**Hauptstrasse 33**  
**W-7734 Brigachtal(DE)**  
Erfinder: **Goedecke, Wolf-Dieter**  
**Bachweg 12**  
**W-7731 Unterkirchnach(DE)**

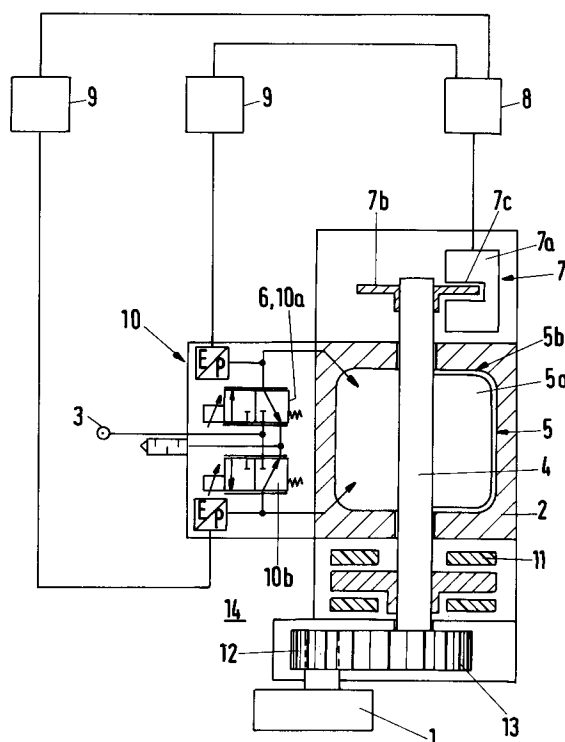
(74) Vertreter: **Presting, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.**  
**et al**  
**Meissner & Meissner Patentanwaltsbüro**  
**Herbertstrasse 22**  
**W-1000 Berlin 33(DE)**

(54) **Pneumatischer Drehantrieb für die genaue Positionierung eines Kraftabnehmers.**

(57) Bei einem pneumatischen Drehantrieb ist ein Gehäuse (2) an eine Druckluftquelle (3) anschließbar. Darin ist eine Welle (4) gelagert, die zumindest einen Drehflügel (5) trägt, wobei die Welle (4) die Drehkraft auf den Kraftabnehmer (1) überträgt und dem Drehflügel (5) ein servopneumatisch steuerbares Stetigventil (10) zugeordnet ist, wobei die genaue Positionierung durch ein kurzzeitig erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft auf den beiden einander abgewandten Oberflächen (5a,5b) des Drehflügels (5) einstellbar ist.

Um bei kleiner Bauweise und einem hohen Wirkungsgrad einen Drehwinkel beliebiger Größe, eine hohe Taktfrequenz, eine genaue Positionierung des Kraftabnehmers und ein definierbares Drehmoment zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, daß der Welle (4) direkt ein Drehgeber (7) mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle (8) und einer an diese angeschlossene NC-Steuerung (9) zugeordnet sind, daß der Drehgeber (7) mit Abstand zum Kraftabnehmer (1) auf der Welle (4) angeordnet ist und daß der Drehgeber (7), das servopneumatisch steuerbare Stetigventil (10) und die Welle (4) mit dem Drehflügel (5) eine baulich verschleißbare Einheit bilden.

Fig.1



Die Erfindung betrifft einen pneumatischen Drehantrieb für die genaue Positionierung eines Kraftabnehmers in einem vorgegebenen Winkel in Verbindung mit einem definierbaren Drehmoment, bestehend aus einem an eine Druckluftquelle anschließbaren Gehäuse, in dem eine Welle gelagert ist, die zumindest einen Drehflügel trägt und die die Drehkraft auf den Kraftabnehmer überträgt, wobei der Drehflügel mit Druckluft über ein servopneumatisch steuerbares Stetigventil beaufschlagbar ist und wobei die genaue Positionierung durch ein taktweise erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft auf den beiden einander abgewandten Oberflächen des Drehflügels einstellbar ist.

Die Erfindung betrifft hierbei alternativ einen pneumatischen Drehantrieb mit einem Gehäuse, in dem eine Welle gelagert ist, die ein Zahnritzel trägt, das in eine Zahnstange eingreift, die an einem Doppelkolben befestigt ist, der in einem Zylindergehäuse durch Druckluft beaufschlagbar und hin- und herbewegbar ist.

Bekannterweise werden pneumatische Drehantriebe eingesetzt, die nur in Endlagenstellungen drehen. Die dafür verwendeten Drehflügel schlagen gewissermaßen hin und her, indem sie von einer Endstellung in die andere Endstellung bewegt werden. Derartige Zweistellungs-drehantriebe mit Drehflügel gelten als direkt wirkende Antriebe. Die Stellungen werden durch mechanische Begrenzungen definiert. Es ist auch möglich, in den Endlagen Dämpfungsmittel anzuordnen. Der Drehwinkel solcher Zweistellungs-drehantriebe ist auf etwa 280 Grad begrenzt. Die restlichen Umfangsteile werden für Anschlagmittel, Dämpfungsmittel u. dgl. benötigt.

In der Robotik sind diese Eigenschaften oft unzureichend. Pneumatische Robotersysteme verlangen häufig eine freie Positionierbarkeit des Drehflügels um die Z-Achse. Außerdem werden hohe Taktfrequenzen verlangt. Diesen Erfordernissen genügen weder die bekannten Druckluftlamellenmotore, noch die bekannten Druckluftzahnradmotore, noch die vorstehend beschriebenen pneumatischen Drehflügelantriebe.

Ausgehend von dem Prinzip des Drehflügels, der den Vorteil einer kleinen Bauweise und eines hohen Wirkungsgrades aufweist (er besitzt nicht den Nachteil von Leckagen), liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Drehwinkel beliebiger Größe, hohe Taktfrequenzen, eine genaue Positionierung des Kraftabnehmers und ein definierbares Drehmoment für eine in der Praxis vorteilhaft verwendbare Gestaltungsweise, insbesondere eine kompakte Bauweise, zu ermöglichen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Welle direkt ein Drehgeber mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle und einer an diese angeschlossene NC-Steuerung zugeord-

net sind, daß der Drehgeber mit Abstand zum Kraftabnehmer auf der Welle angeordnet ist und daß der Drehgeber, das servopneumatisch steuerbare Stetigventil und die Welle mit dem Drehflügel eine baulich verschließbare Einheit bilden.

Ein solcher Drehantrieb benötigt weder Dämpfungsmittel noch Anschläge und ist in der Lage, Drehwinkel beliebiger Größe, hohe Taktfrequenzen, eine sehr genaue Positionierung des Kraftabnehmers und ein definierbares Drehmoment zu ermöglichen. Als Stetigventile kommen hier zwei 3/2-Wegeventile, zwei Druckventile (mit barometrischer Rückführung oder mit Drucksensor), ein 3/2-Wegeventil und ein 3/2-Druckventil oder ein 5/2-Wegeventil zur Anwendung. Diese Lösung gestattet bei geringem Eigengewicht ein hohes Antriebsmoment und damit sehr kurze Taktzeiten, so daß Drehbewegungen schnell, präzise und frei programmierbar ausgeführt werden können. Die Genauigkeit hängt von einem günstigen Abstand des Drehgebers vom Kraftabnehmer ab. Im allgemeinen wächst die Genauigkeit mit dem gesagten Abstand.

Nach weiteren Merkmalen ist vorgesehen, daß auf der Welle innerhalb des Gehäuses eine Feststellbremse angeordnet ist. Diese Ausführung ist vorteilhaft für spezielle Anwendungsfälle, bei denen sich der Antrieb in absoluter Ruhe befinden muß. Das Bremssystem tritt dann in Aktion, wenn die Positionierung über einen Positionsregler erfolgt ist. Die Feststellbremse kann sich vorteilhafterweise oberhalb (hinten) oder unterhalb (vorn) dem Drehgeber oder auch vor einem Getriebe befinden.

Eine andere Ausgestaltung sieht vor, daß die Welle und der Kraftabnehmer durch ein spielarmes Getriebe miteinander verbunden sind. Damit können größere Winkel realisiert werden.

Außerdem ist es vorteilhaft, daß der Drehgeber aus einem Inkrementalgeber mit einer Auflösung von größer 2000 Inkrementen pro 360 Grad Umfang besteht. Es können Auflösungen bis zu 10000 angewendet werden. Die zu erzielende Genauigkeit kommt hierbei den Erfordernissen der Robotik entgegen.

Der pneumatische Drehantrieb kann auch mittels einer Welle verwirklicht werden, die ein Zahnritzel trägt, das in eine Zahnstange eingreift, die an einem Kolben befestigt ist, der in einem Zylindergehäuse durch Druckluft beaufschlagbar und hin- und herbewegbar ist.

Diese Alternative der Erfindung ist zur Lösung der Aufgabe dahingehend gestaltet, daß der Welle direkt ein Drehgeber mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle und einer an diese angeschlossene NC-Steuerung und zwei an den jeweiligen Kolbenstirnräumen vorgesehene servopneumatisch steuerbare Stetigventile zugeordnet sind, wobei die genaue Positionierung durch ein kurzzeitig erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft in den beiden

Kolbenstirnräumen einstellbar ist und wobei eine die beiden Einzelkolben verbindende Stange mit einer Zahnstange versehen ist und ein auf der Welle angeordnetes Zahnritzel in die Zahnstange weitestgehend spielfrei eingreift. Bei dieser Lösung können Drehwinkel größer als 270 Grad noch in Verbindung mit einem annehmbaren Gewicht und einem entsprechenden Drehmoment verwirklicht werden.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele schematisch dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt eines servopneumatischen Drehflügelantriebs in Form eines Direktantriebs und

Fig. 2 einen Querschnitt eines Drehantriebs als Alternative in Form eines indirekten Antriebs.

Gemäß Fig. 1 weist ein pneumatischer Drehantrieb für die Positionierung eines Kraftabnehmers 1 ein Gehäuse 2 auf, das an eine Druckluftquelle 3 angeschlossen ist. In dem Gehäuse 2 ist eine Welle 4 gelagert, die einen radial symmetrisch auf der Welle 4 angeordneten Drehflügel 5 trägt.

Auf der Welle 4 ist direkt an der Antriebsseite 6 ein Drehgeber 7 angeordnet, der im Ausführungsbeispiel aus einem Inkrementalgeber 7a besteht, wobei einer Schlitzscheibe 7b eine Optik 7c axial gegenüberliegt. Der Drehgeber 7 könnte auch ein anderes Funktionsprinzip aufweisen, wie z.B. ein Leitplastikpotentiometer oder ein magnetisch inkrementaler Drehgeber. An den Drehgeber 7 ist eine Winkelmeßsystemschnittstelle 8 und an diese eine NC-Steuerung 9 in Form entsprechender Regler mit einer CPU angeschlossen.

Dem Drehflügel 5 ist zumindest ein Stetigventil 10 zugeordnet, wobei zwei 3/2-Wegeventile 10a und 10b oder zwei Druckventile oder ein 3/2-Wegeventil und ein 3/2-Druckventil oder ein 5/2-Wegeventil eingesetzt werden können. Die genaue Positionierung des Kraftabnehmers 1 erfolgt durch ein kurzzeitig erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft auf den beiden einander abgewandten Oberflächen 5a und 5b. Die damit eingestellte Position wird durch eine auf der Welle 4 innerhalb des Gehäuses 2 angeordnete Feststellbremse 11 gesichert. Auf der Welle 4 und auf einem Wellenstumpf 12 des Kraftabnehmers 1 befindet sich ein Getriebe 13, das weitestgehend spielarm ist. An der der Abtriebsseite 14 gegenüberliegenden Antriebsseite 6 ist der Drehgeber 7 angeordnet, so daß eine genaue Ist- Soll-Wert-Regelung stattfinden kann. Der Drehgeber 7 besteht aus dem Inkrementalgeber 7a mit einer minimalen Auflösung von 2000 Schritten pro 360 Grad Umfang.

Gemäß Fig. 2 ist ein alternativer Drehantrieb für die genaue Positionierung des Kraftabnehmers 1 dargestellt, der ebenfalls einen vorgegebenen

Winkel in Verbindung mit einem definierbaren Drehmoment anfährt. Das Gehäuse 2 ist an eine Druckluftquelle 3 über die erwähnten 3/2-Wegeventile 10a und 10b angeschlossen. Die Welle 4 trägt hier ein Zahnritzel 15, das in eine Zahnstange 16 eingreift, die ihrerseits an einem Doppelkolben 17 befestigt ist. Der Doppelkolben 17 ist in einem Zylindergehäuse 18 durch Druckluft beaufschlagbar und in den Pfeilrichtungen 19 hin- und herbewegbar.

Wie bei der zuvor beschriebenen ersten Alternative ist der Welle 4 direkt ein Drehgeber 7 mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle 8 und einer an diese angeschlossenen NC-Steuerung 9 zugeordnet. Jedem Kolbenstirnraum 20 und 21 ist ein servopneumatisches Stetigventil 10, z.B. ein 3/2-Wegeventil (10a und 10b) zugeordnet, u.z. in der Weise, daß jeweils ein Teilraum 22 und ein Teilraum 23 für die Stetigventile 10a, 10b und ein Mittelraum 24 für den Drehgeber 7 gebildet ist, wodurch eine hervorhebenswerte kompakte Bauweise des Drehantriebs entsteht. Die beiden Einzelkolben 17a und 17b sind durch eine Stange 25 verbunden, auf der die Zahnstange 16 befestigt ist, in die das Zahnritzel 15 eingreift. Die Zahnstange 16 und das Zahnritzel 15 sind weitestgehend spielfrei gestaltet. Zwischen Zahnstange 16/Zahnritzel 15 einerseits und dem Kraftabnehmer 1 andererseits ist die Feststellbremse 11 vorgesehen.

## Patentansprüche

1. Pneumatischer Drehantrieb für die genaue Positionierung eines Kraftabnehmers in einem vorgegebenen Winkel in Verbindung mit einem definierbaren Drehmoment, bestehend aus einem an eine Druckluftquelle anschließbaren Gehäuse, in dem eine Welle gelagert ist, die zumindest einen Drehflügel trägt und die die Drehkraft auf den Kraftabnehmer überträgt, wobei der Drehflügel mit Druckluft über ein servopneumatisch steuerbares Stetigventil beaufschlagbar ist und wobei die genaue Positionierung durch ein taktweise erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft auf den beiden einander abgewandten Oberflächen (5a, 5b) des Drehflügels (5) einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Welle (4) direkt ein Drehgeber (7) mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle (8) und einer an diese angeschlossene NC-Steuerung (9) zugeordnet sind, daß der Drehgeber (7) mit Abstand zum Kraftabnehmer (1) auf der Welle (4) angeordnet ist und daß der Drehgeber (7), das servopneumatisch steuerbare Stetigventil (10) und die Welle (4) mit dem Drehflügel (5) eine baulich verschließbare Einheit bilden.

2. Pneumatischer Drehantrieb nach Anspruch 1 bzw. 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Welle (4) innerhalb des Gehäuses (2) eine Feststellbremse (11) angeordnet ist. 5
3. Pneumatischer Drehantrieb nach den Ansprüchen 1 und 2 bzw. 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (4) und der Kraftabnehmer (1) durch ein spielarmes Getriebe (13) miteinander verbunden sind. 10
4. Pneumatischer Drehantrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 bzw. 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehgeber (7) aus einem Inkrementalgeber (7a), einem digitalen Absolutwertgeber oder einem Potentiometer mit einer Auflösung von 2000 Inkr./360 Grad bis 10000 Inkr. besteht. 15 20
5. Pneumatischer Drehantrieb für die genaue Positionierung eines Kraftabnehmers in einem vorgegebenen Winkel in Verbindung mit einem definierbaren Drehmoment, bestehend aus einem an eine Druckluftquelle anschließbaren Gehäuse, in dem eine Welle gelagert ist, die ein Zahnritzel trägt, das in eine Zahnstange eingreift, die an einem Doppelkolben befestigt ist, der in einem Zylindergehäuse durch Druckluft beaufschlagbar und hin- und herbewegbar ist, 25 30
- dadurch gekennzeichnet, daß der Welle (4) direkt ein Drehgeber (7) mit einer Winkelmeßsystemschnittstelle (8) und einer in diese angeschlossene NC-Steuerung (9) und zwei an den jeweiligen Kolbenstirnräumen (20,21) vorgesehenen servopneumatisch steuerbaren Stetigventilen (10) zugeordnet sind, 35 40
- wobei die genaue Positionierung durch ein kurzzeitig erzeugbares Kräftegleichgewicht der Druckluft in den beiden Kolbenstirnräumen (20,21) einstellbar ist und wobei eine die beiden Einzelkolben (17a,17b) verbindende Stange (25) mit einer Zahnstange (26) versehen ist und ein auf der Welle (4) angeordnetes Zahnritzel (15) in die Zahnstange (26) weitestgehend spielfrei eingreift. 45 50

Fig.1

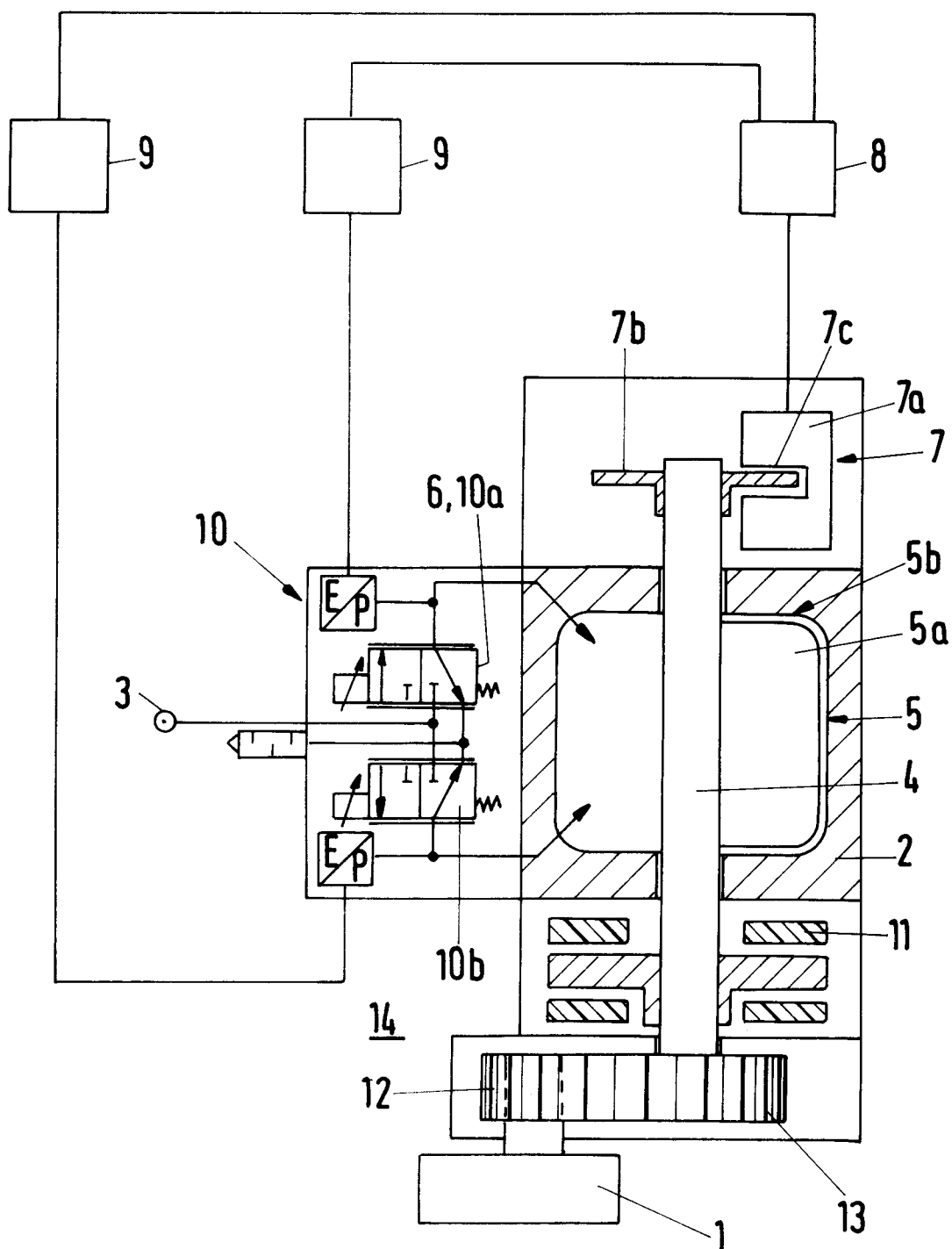


Fig.2

