

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 443 219 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2004 Patentblatt 2004/32

(51) Int Cl.7: **F15B 19/00**, G01M 13/00,
F16K 37/00

(21) Anmeldenummer: **04000282.6**

(22) Anmeldetag: **09.01.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Bauer, Dirk, Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm.
BAUER WAGNER PRIESMEYER
Patent- und Rechtsanwälte,
Am Keilbusch 4
52080 Aachen (DE)**

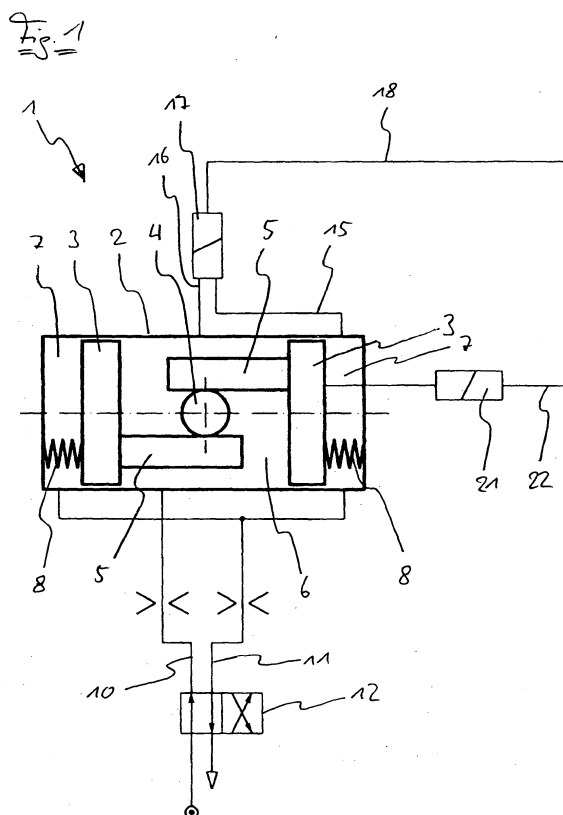
(30) Priorität: **30.01.2003 DE 10303889**

(71) Anmelder: **bar-pneumatische
Steuerungssysteme GmbH
D-53547 Dattenberg (DE)**

(54) **Diagnoseverfahren und -vorrichtung für einen pneumatischen Stellantrieb**

(57) Offenbart ist zunächst ein Diagnoseverfahren für einen pneumatischen Stellantrieb (1) mit mindestens einem Kolben (3), der in einem Gehäuse (2) zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum (6, 7) begrenzt, wobei der Arbeitsraum (6, 7) mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck steht, und mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) erkannt wird. Offenbart ist weiterhin eine Diagnosevorrichtung (20) für einen solchen pneumatischen Stellantrieb (1), wobei mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) mittels der Diagnosevorrichtung (20) darstellbar ist. Offenbart ist darüber hinaus ein solcher pneumatischer Stellantrieb (1) mit einem Positionsgeber (21), mittels dessen mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) erkennbar ist.

Vorgeschlagen wird, dass ein Kenndruck mit einem Sollwert verglichen wird, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil des in dem ersten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist. Insbesondere wird vorgeschlagen, diesen Vergleich mittels der Diagnosevorrichtung (20) auszuführen. Der vorgeschlagene Stellantrieb (1) weist einen Druckmessanschluss (15) auf, an dem mittels eines Druckmesselements dieser Kenndruck messbar ist.



EP 1 443 219 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Diagnoseverfahren für einen pneumatischen Stellantrieb mit mindestens einem Kolben, der in einem Gehäuse zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum begrenzt, wobei der Arbeitsraum mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck steht, und mindestens eine Position des Kolbens in dem Gehäuse erkannt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Diagnosevorrichtung für einen pneumatischen Stellantrieb mit mindestens einem Kolben, der in einem Gehäuse zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum begrenzt, der mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck steht, wobei mindestens eine Position des Kolbens in dem Gehäuse mittels der Diagnosevorrichtung darstellbar ist.

[0002] Derartige Diagnoseverfahren und -vorrichtungen verwenden beispielsweise einen pneumatischen Stellantrieb mit einem Kolben, der in einem Gehäuse zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum begrenzt, der mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck steht und mit einem Positionsgeber, mittels dessen mindestens eine Position des Kolbens in dem Gehäuse erkennbar ist.

[0003] Solche pneumatischen Stellantriebe gehören zur Ordnung der Druckmittelgetriebe und übertragen mit Hilfe eines nur auf Druck beanspruchbaren Mediums eine Bewegung vom Antrieb zum Abtrieb. Ein Gas (insbesondere Luft) als Medium wirkt unter Druck auf ein als Kolben ausgeführtes Antriebsglied ein und verschiebt dieses in einem zylindrischen Gehäuse in axialer Richtung oder rotiert es - bei einem Drehflügelantrieb - um eine starre Achse. Das Abtriebsglied ist beispielsweise eine rotierbare Welle, wobei jede axiale Verschiebung des Kolbens in dem Gehäuse unmittelbar eine Rotation der Abtriebswelle bewirkt.

[0004] Bekannt sind die beschriebenen pneumatischen Stellantriebe mit Positionsgeber für die Kolbenposition beispielsweise aus der DE 101 52 178 A1, der DE 100 26 082 C1, der EP 0 894 983 A2, der WO 91/10070 A1, der WO 91/19907 A1 und der DE 42 41 189 A1. Die bekannten Stellantriebe erlauben eine Überwachung der Kolbenposition im laufenden Betrieb. So kann eine Fehlfunktion der bekannten Stellantriebe, die sich z. B. in Abweichungen von einer Sollposition niederschlägt, ermittelt werden. Die auf den bekannten Stellantrieben basierenden Diagnoseverfahren erlauben eine schnelle Lokalisierung eines fehlerhaften Stellantriebs in einer Anlage, erleichtern und beschleunigen auf diese Weise signifikant die Fehlerbehebung und vermindern die durch Fehlfunktion hervorgerufenen Stillstandszeiten.

[0005] In Anlagen mit einer Vielzahl von Stellantrieben - und rein statistisch entsprechend höherer Fehlerwahrscheinlichkeit - und in Anlagen, die abgesehen von

planmäßigen Wartungsintervallen für den Dauerbetrieb vorgesehen sind, müssen zur Steigerung der Verfügbarkeit auch die verbleibenden Stillstandszeiten möglichst vermieden werden. Die bekannten Stellantriebe bieten jedoch - bis auf statistische Überlegungen - praktisch keine Möglichkeit zur Bestimmung ihrer konkreten individuellen Lebensdauer sowie der Lebensdauer der aus Antrieb und Stellglied (z. B. Armatur) gebildeten Einheit, so dass hier lediglich die Möglichkeit stark verkürzter Austauschintervalle oder (mehrfach) redundanter Auslegung der betreffenden Anlagenteile bleibt.

[0006] Beide Varianten sind zwangsläufig mit einer verminderten Nutzung des eingesetzten Kapitals verbunden und sollten daher aus wirtschaftlichen Überlegungen möglichst vermieden werden.

Aufgabe

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Diagnoseverfahren sowie entsprechende Vorrichtungen und Stellantriebe vorzuschlagen, die die Vorhersage der individuellen Lebensdauer eines Stellantriebs ermöglichen.

Lösung

[0008] Ausgehend von dem bekannten Diagnoseverfahren wird die Aufgabe nach der Erfindung dadurch gelöst, dass ein Kenndruck gemessen und ausgewertet wird, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil des in dem ersten Arbeitsraum anliegenden Drucks ist.

[0009] Typischer Weise ist der erste Arbeitsraum vor Beginn eines Schaltvorgangs - also dem Bewegen des Kolbens aus einer Endlage in die andere - drucklos. Wird der erste Arbeitsraum mit dem Druckversorgungssystem verbunden, so steigt der in dem ersten Arbeitsraum anliegende Druck zunächst kontinuierlich an, ohne dass der Kolben in Bewegung versetzt würde. Erst wenn die aus dem Druckmedium auf den Kolben wirkende Druckkraft die der Bewegung entgegen gesetzten Haftreibungskräfte übersteigt, wird der Kolben in Richtung der anderen Endlage beschleunigt. Ausgehend von diesem „Losbrechpunkt“ wirken lediglich betragsmäßig geringere Gleitreibungskräfte der Druckkraft entgegen.

[0010] Abhängig von einer Vielzahl von Variablen - von der Höhe des Systemdrucks und der Viskosität des Druckmediums, vom Einströmquerschnitt des Arbeitsraums und von der wirksamen Kolbenfläche, von den Gleitreibungskräften zwischen Kolben und Gehäuse und gegebenen Falls weiteren auf den Kolben wirkenden (äußeren) mechanischen oder Druckkräften, insbesondere von Kräften für die Betätigung einer mit dem Stellantrieb zu schaltenden Armatur (z. B. Ventil o. a.), stellt sich ein charakteristisches Zustandsprofil des Stellantriebs ein. In der Regel wird nach einer Einlaufphase ein „Gleichgewicht“ erreicht, das sich durch eine im Wesentlichen konstante Geschwindigkeit des Kolbens bei

einem im Wesentlichen konstanten statischen Druck in dem ersten Arbeitsraum auszeichnet.

[0011] Die Bewegung des Kolbens endet (normalerweise) mit dem Anschlag in der anderen Endlage. Von diesem Zeitpunkt an steigt der statische Druck in dem ersten Arbeitsraum kontinuierlich bis zum Niveau des Systemdrucks an (sofern der Arbeitsraum keine übermäßigen Leckageverluste aufweist), wodurch - zusätzlich zu den nun wieder wirkenden Haftreibungskräften - eine Sicherung des Kolbens in dieser Position gegen unbeabsichtigtes Rückstellen bewirkt wird.

[0012] Jeder Verschleiß der Kontaktflächen zwischen Kolben und Gehäuse, jede durch Verschmutzung hervorgerufene Verringerung von Ein- oder Ausströmquerschnitten des ersten Arbeitsraums, jede Undichtigkeit im pneumatischen System und ebenso jede Veränderung von Betriebsparametern an dem jeweils mittels des Stellantriebs angetriebenen Elements - beispielsweise eines Kugelhahns - bewirkt Änderungen dieses Zustandsprofils, die sich in charakteristischen Änderungen des statischen Drucks in dem ersten Arbeitsraum niederschlagen. Die Messung des statischen Druckanteils des in dem ersten Arbeitsraum anliegenden Drucks als Kenndruck des Stellantriebs stellt damit - in Verbindung mit der bekannten Positionsbestimmung des Kolbens - die ideale Grundlage zur Diagnose des aktuellen Zustands eines Stellantriebs sowie der damit betätigten Armatur dar.

[0013] Das erfindungsgemäße Diagnoseverfahren ist nicht nur bei Stellantrieben anwendbar, die mit einem zu betätigenden Element (z. B. Armatur) in Form eines separaten Bauteils koppelbar sind, sondern auch bei solchen Stellantrieben, die mit dem zu betätigenden Element eine bauliche Einheit bilden und wie sie beispielsweise in der WO 00/04311 offenbart sind.

[0014] Im Rahmen einer erfindungsgemäßen Diagnose wird bevorzugt ein Verlauf des Kenndrucks zwischen zwei Betriebspunkten des Stellantriebs mit einem Verlauf des Sollwerts verglichen. Je nach den Anforderungen an die Diagnose können die Druckverläufe vom Beginn der Beaufschlagung bis zum Losbrechpunkt, vom Losbrechpunkt bis zum Anschlagen in der anderen Endlage und von diesem Zeitpunkt bis zum Erreichen des Systemdrucks in die Diagnose einfließen und gegebenen Falls mit dem Bewegungsprofil des Kolbens zwischen den Endlagen korreliert werden. Jede Abweichung von dem jeweils betreffenden Sollwert kann beispielsweise als Auslöser einer sofortigen Sichtkontrolle im laufenden Betrieb, als Vormerkung für den Austausch im nächsten planmäßigen Stillstand oder auch prophylaktisch zur automatischen Umschaltung auf einen redundanten Anlagenpfad verwendet werden.

[0015] Vorzugsweise wird die Differenz zwischen dem Kenndruck und einem Referenzdruck mit dem Sollwert verglichen, wobei der Referenzdruck der statische Druckanteil des in einem zweiten Arbeitsraum anliegenden Drucks ist und wobei der zweite Arbeitsraum nicht mit dem Druckversorgungssystem verbunden ist. Eine

solche Ausgestaltung bietet sich insbesondere in Verbindung mit Stellantrieben an, die einen zweiseitig wirkenden Kolben zwischen zwei wechselnd beaufschlagten Arbeitsräumen aufweisen. Je nach Arbeitsrichtung des Stellantriebs stellt dann wechselseitig der statische Druck in dem jeweils druckbeaufschlagten Arbeitsraum den Kenndruck, der statische Druck in dem anderen Arbeitsraum den Referenzdruck dar.

[0016] Die Differenz zwischen den jeweiligen Kenn- und Referenzdrücken in den Arbeitsräumen kann mit minimalem baulichen Aufwand in einem für beide Betätigungsrichtungen einsetzbaren Differenzdruckmesselement ermittelt werden. Derartige Messelemente sind allgemein bekannt und für eine Vielzahl von Einsatzzwecken und Baugrößen als preiswertes Massenprodukt am Markt verfügbar. Die Miniaturisierung dieses Messelements erlaubt - bei entsprechenden Abmaßen des betreffenden Bauteils - dessen Integration in das Gehäuse oder sogar in den Kolben des erfindungsgemäßen Stellantriebs.

[0017] Alternativ, insbesondere in Verbindung mit einem Stellantrieb, der einen nur einseitig mit dem Druckmedium beaufschlagten Kolben und eine - beispielsweise - federbelastete Rückstellmöglichkeit aufweist, kann im Rahmen eines erfindungsgemäßen Diagnoseverfahrens auch der Kenndruck mit einem konstanten Druck verglichen werden. Allgemein bekannt sind beispielsweise Messelemente, die einen absoluten Druck (gegen ein Vakuum) ermitteln. Aber auch das bereits erwähnte Differenzdruckmesselement kann in diesem Sinne verwendet werden, wenn der Anschluss für den Referenzdruck beispielsweise mit der äußeren Umgebung des Stellantriebs in Verbindung steht. Auch hier bietet sich die Integration des Messelements in den Kolben an.

[0018] Ein erfindungsgemäßes Diagnoseverfahren ermittelt vorzugsweise für einen Schaltvorgang eine Druckreserve, wobei die Druckreserve die Differenz zwischen einem Maximalwert des Kenndruckes vor Losbrechen des Kolbens und dem Systemdruck ist. Diese Druckreserve entspricht mittelbar - über die druckbeaufschlagte Kolbenfläche in einem zylindrischen Gehäuse eines linear wirkenden Stellantriebs - einer Kraftreserve oder - über die druckbeaufschlagte Kolbenfläche und den wirksamen Hebelarm bei einem Drehantrieb - einer Momentenreserve als Maß für die prinzipiell aus der Ruhestellung stellbare Last: Übersteigt die Haftreibung der Last die Kraft- oder Momentenreserve des Stellantriebs, so ist der Stellvorgang blockiert. Besonders bevorzugt wird bei Unterschreiten einer minimalen Grenzdruckreserve ein Warnsignal generiert.

[0019] Weiterhin wird im Rahmen eines erfindungsgemäßen Diagnoseverfahrens vorteilhafter Weise für einen Stellvorgang ein Stelldruck ermittelt, wobei der Stelldruck der Wert des Kenndruckes bei Erreichen einer Endstellung des Kolbens ist. Der so definierte Kenndruck entspricht dem Druck, der zur Vollendung des Stellvorganges - also beispielsweise zum vollständigen

Öffnen oder Schließen eines Ventils - benötigt wird. Eine Erhöhung des Kenndruckes kann einerseits auf einen Verschleiß von Dicht- und Gleitflächen des Stellantriebs oder des gestellten Elements und eine hierdurch hervorgerufene Steigerung der Gleitreibungskräfte hinweisen. Andererseits wirken sich auch Ablagerungen am Stellantrieb oder an dem gestellten Element, die das Erreichen der Endstellung behindern - beispielsweise in einer fluidtechnischen Anlage eine am Ventilsitz abgelagerte Feststofffracht des Fluids - in einer Erhöhung des Kenndrucks aus. Wiederum ist es besonders hilfreich, wenn bei Überschreiten eines maximalen Grenzstellendrucks ein Warnsignal generiert wird.

[0020] Sollen anstelle einer kontinuierlichen Überwachung des Kenndrucks nur einzelne diskrete Werte zur Diagnose eines Stellantriebs gemessen werden, so bietet sich die Messung der Druckreserve und des Kenndrucks oder eines der beiden Werte an: Die Messung kann dann beispielsweise besonders einfach durch einen elektrischen Impulsgeber ausgelöst werden, der jeweils den Beginn oder das Ende eines (elektrisch leitenden) Kontakts zwischen den Kolben beziehungsweise zwischen einem Kolben und dem Gehäuseende registriert.

[0021] Beide Grenzwerte - Grenzdruckreserve und Grenzstellendruck - sind typischer Weise in Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatz des Stellantriebs weitgehend frei wählbar, sollten aber grundsätzlich mit einem Zuschlag gegenüber den Haft- beziehungsweise Gleitreibungskräften der zu stellenden Last gewählt werden, der einerseits Schwankungen dieser Kräfte auffängt, andererseits bei verschleißbedingter Steigerung des Kenndrucks im Betrieb den Austausch des Stellantriebs in planbaren Intervallen ermöglicht.

[0022] Insbesondere bei großen Stückzahlen bietet sich die Vorkonfektion von Stellantrieben auf fest eingestellte Grenzwerte an. Für spezielle Einsatzzwecke können auch Stellantriebe vorgesehen werden, die eine Einstellung eines Grenzwerts unmittelbar am Stellantrieb erlauben. Grenzwerte können auch in Form fester Zahlenwerte in einer externen Diagnosevorrichtung abgelegt sein. Die Diagnosevorrichtung wird dann mit dem Stellantrieb über eine Druckleitung oder - notwendiger Weise insbesondere bei größeren Distanzen zwischen dem Stellantrieb und der Diagnosevorrichtung - über eine Datenleitung zur Übermittlung des aktuellen Wertes des Kenndruck oder auch nur der Druckreserve und/oder des Stellendrucks verbunden.

[0023] Ein Warnsignal im Rahmen eines solchen erfindungsgemäßen Diagnoseverfahrens kann beispielsweise in Form einfacher - und allgemein bekannter - optischer oder akustischer Signalelemente ausgegeben werden, die unmittelbar an dem Stellantrieb angeordnet sind. Ein Warnsignal kann aber auch - alternativ oder zusätzlich - die Form eines elektrischen oder elektromagnetischen Signals aufweisen, das von einer an dem Stellantrieb angeordneten Diagnosevorrichtung an ein weiter entferntes Anzeigeelement, beispielsweise an ei-

ner zentralen Anzeigetafel oder auch an einen Steuerrechner für eine größere Anlage übermittelt wird.

[0024] Die Aufgabe wird gleichfalls erfindungsgemäß ausgehend von der bekannten Diagnosevorrichtung dadurch gelöst, dass mittels der Diagnosevorrichtung ein Kenndruck messbar und auswertbar ist, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil eines in dem ersten Arbeitsraum anliegenden Drucks ist. Eine solche Diagnosevorrichtung dient der Ausführung des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Diagnoseverfahrens. Auch die erfindungsgemäße Diagnosevorrichtung lässt sich bei Stellantrieben anwenden, die mit der zu betätigenden Armatur zu einer baulichen Einheit verschmolzen sind.

[0025] Eine erfindungsgemäße Diagnosevorrichtung weist vorzugsweise eine digitale Recheneinheit auf, in der der Vergleich des Kenndrucks mit dem Sollwert ausgeführt wird. Geeignete elektronische Recheneinheiten sind allgemein bekannt und in verschiedenen Ausführungen als Massenprodukte kostengünstig am Markt erhältlich. Grundsätzlich ist auch die Verwendung analoger pneumatischer Komparatoren möglich. Abgesehen von Sonderfällen, die beispielsweise die Verwendung elektronischer Bauteile ausschließen, ist diese Variante jedoch aus Kostengründen nicht bevorzugt. Die Verwendung programmierbarer elektronischer Recheneinheiten ermöglicht einerseits die Verwendung von marktüblichen Standardbauteilen, andererseits kann die erfindungsgemäße Diagnosevorrichtung so besonders günstig - nämlich durch Umprogrammierung anstelle Austausch von Bauelementen - für andere Zwecke verwendet werden. Als Diagnosevorrichtung im Sinne der Erfindung ist insbesondere auch ein handelsüblicher Digitalrechner anzusehen, der für die Verwendung in der genannten Art programmiert ist.

[0026] Eine erfindungsgemäße Diagnosevorrichtung kann ein Vergleichselement aufweisen, mittels dessen der Kenndruck mit einem Referenzdruck vergleichbar ist. Der Kenndruck und der Referenzdruck werden dem Vergleichselement dann ausgehend von dem Stellantrieb über Druckleitungen zugeführt. Der Stellantrieb selbst benötigt dann - bis auf Anschlussmöglichkeiten für diese Druckleitungen - keine weitere spezielle Ausrüstung. Insbesondere bei Anwendungsfällen, die durch hohen Verschleiß und mithin geringe Lebensdauer des Stellantriebs gekennzeichnet sind, kann der mit einer erfindungsgemäßen Diagnoseeinrichtung eingesetzte Stellantrieb dann besonders einfach und kostengünstig hergestellt und angeboten werden.

[0027] Die Aufgabe wird mithin ausgehend von dem bekannten Stellantrieb bereits erfindungsgemäß gelöst durch einen Druckmessanschluss, an dem mittels eines Druckmesselements ein Kenndruck messbar ist, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil eines in dem ersten Arbeitsraum anliegenden Drucks ist. Ein erfindungsgemäßer Stellantrieb weist bevorzugt einen Referenzdruckmessanschluss auf, an dem mittels eines Referenzdruckmeselements ein Referenzdruck messbar

ist, wobei der Referenzdruck der statische Druckanteil eines an einem zweiten Arbeitsraum anliegenden Drucks ist und wobei der zweite Arbeitsraum von dem Druckversorgungssystem entkoppelt ist. Ein derart gestalteter Stellantrieb ermöglicht erst die Ausführung des beschriebenen Diagnoseverfahrens.

[0028] Ein erfindungsgemäßer Stellantrieb kann eine integrierte Diagnosevorrichtung, wie sie oben beschrieben ist, aufweisen. Bei Verwendung miniaturisierter Bauelemente kann der erfindungsgemäße Stellantrieb dann mit denselben Maßen wie für die jeweiligen Anforderungen handelsübliche Stellantriebe gefertigt und daher im Austausch für diese eingesetzt werden.

Ausführungsbeispiel

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Skizzen eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Stellantrieb,
- Fig. 2 der Druckdifferenz- und Wegverlauf über der Zeit an diesem Stellantrieb,
- Fig. 3 dieser Stellantrieb integriert mit einer erfindungsgemäßen Diagnosevorrichtung

[0030] Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen pneumatischen Stellantrieb 1 mit Zahnstangen-Ritzelprinzip und einem geschlossenen zylindrischen Gehäuse 2, zwei in diesem axial gelagerten und selbstzentrierend geführten, gegenläufig beweglichen Kolben 3 und einer radial aus dem Gehäuse 2 austretenden rotierbaren Abtriebswelle 4. Die Rotation der Abtriebswelle 4 ist durch zwei mit den Kolben 3 verbundene Zahnstangen 5, die axial im Gehäuse 2 angeordnet sind und in eine nicht dargestellte, am Umfang der Abtriebswelle 4 angeordnete Verzahnung eingreifen, mit der axialen Bewegung der Kolben 3 fest gekoppelt. Die beiden Kolben 3 schließen in dem Gehäuse 2 den inneren Arbeitsraum 6 ein, in dem auch die Zahnstangen 5 und die Abtriebswelle 4 verlaufen. Mit dem Gehäuse 2 schließen die Kolben 3 die äußeren Arbeitsräume 7 ein. In den äußeren Arbeitsräumen 7 sind Druckfedern 8 angeordnet, die bei drucklosen Arbeitsräumen 6, 7 die Kolben 3 aufeinander zu schieben.

[0031] Das Gehäuse 2, die Kolben 3 und die Zahnstangen 5 sind aus einer Aluminium-Legierung im Druckgussverfahren gefertigt. Die außen liegenden Flächen sind eloxiert und zusätzlich mit Epoxidharz beschichtet. Die Abtriebswelle 4 besteht aus Edelstahl und ist zum Anschluss an das zu stellende Element mit einem nicht dargestellten 2-Flach versehen. Die Arbeitsräume 6, 7 sind an den Kolben 3 mit nicht dargestellten Nitrilkautschukdichtungen gegen einander abgedichtet.

[0032] Der dargestellte erfindungsgemäße Stellantrieb 1 weist einen Nennschwenkwinkel von 120° auf. Der Stellantrieb 1 bringt auf das zu stellende Element bei einem Systemdruck 9 von 10 bar ein Drehmoment

von bis zu 8000 Nm auf. Als Arbeitsmedium dient gefilterte Luft (PNEUROP/ISO-Klasse 4).

[0033] Der Stellantrieb 1 weist zwei Druckanschlüsse 10, 11 auf, die mittels eines Schaltelementes 12 wechselseitig mit dem Arbeitsmedium beaufschlagt oder entlüftet werden können.

[0034] Über den ersten Druckanschluss 10 wird der innere Arbeitsraum 6, über den zweiten Druckanschluss 11 werden die äußeren Arbeitsräume 7 beaufschlagt. In der dargestellten Stellung ist der innere Arbeitsraum 6 über den ersten Druckanschluss 10 mit dem Arbeitsmedium beaufschlagt, die äußeren Arbeitsräume 7 sind über den zweiten Druckanschluss 11 mit der Umgebung verbunden und weisen Umgebungsdruck auf. Die Druckfedern 8 liegen auf Block und definieren so die Endstellung der Kolben 3.

[0035] Wie aus Figur 2, unteres Diagramm, ersichtlich ist, befinden sich die Kolben 3 zu Beginn des Stellvorgangs in der Grundstellung (oder „0°-Stellung“) 13 des erfindungsgemäßen Stellantriebs 1, am Ende des Stellvorgangs in der anderen Endstellung, hier der „120°-Stellung“ 14. Durch Umschalten des Schaltelementes 12 werden die äußeren Arbeitsräume 7 mit dem Arbeitsmedium beaufschlagt und der innere Arbeitsraum 6 entlüftet. An dem Druckmessanschluss 15 liegt als Kenn-
druck der statische Druckanteil des in den äußeren Arbeitsräumen 7 anliegenden Drucks an, an dem Referenzdruckmessanschluss 16 liegt als Referenzdruck der statische Druckanteil des in dem inneren Arbeitsraum 6 anliegenden Drucks an. Bei einem Stellvorgang aus 120°-Stellung 14 in die 0°-Stellung 13 sind die Funktionen von Druck- und Referenzdruckmessanschluss 16 vertauscht, die Arbeitsweise der im Folgenden beschriebenen Diagnose ist aber identisch.

[0036] Der Druckmessanschluss 15 und der Referenzdruckmessanschluss 16 sind mit einem Differenzdruckmesselement 17 verbunden, das über eine Drucksignalleitung 18 den gemessenen Differenzdruck 19 an die Diagnosevorrichtung 20 meldet. Zusätzlich ist an dem Stellantrieb 1 ein Positionsgeber 21 angeordnet, der über eine Positionssignalleitung 22 die gemessene Position der Kolben 3 an die Diagnosevorrichtung 20 meldet.

[0037] Figur 2 zeigt den Verlauf des Differenzdrucks 19 und des Wegs 23 an diesem erfindungsgemäßen Stellantrieb 1 während des Stellvorgangs: Zu Beginn entspricht der Differenzdruck 19 betragsmäßig dem Systemdruck 8. In der Grundstellung ist der Differenzdruck 19 negativ definiert. Zunächst sinkt der Betrag des Differenzdrucks 19 bis auf 0 (gleiche Drücke auf beiden Seiten des Kolbens 3) und steigt dann bis zu einem unterhalb des Systemdrucks 8 liegenden Maximaldruck 24 an. Bei Anlegen dieses Maximaldrucks 24 wird die zwischen den Kolben 3 und dem Gehäuse 2 sowie in dem angeschlossenen Element wirkende Haftreibung überwunden, die Kolben 3 brechen los. Die Differenz zwischen dem Maximaldruck 24 und dem Systemdruck 8 wird als Druckreserve 25 bezeichnet. Die Kolben 3 be-

wegen sich nun mit im Wesentlichen konstanter Geschwindigkeit auf einander zu. Hierbei sinkt der Differenzdruck 19 auf einen niedrigeren, gleichfalls im Wesentlichen konstanten Betrag ab.

[0038] In der Endposition stehen die Zahnstangen 5 in Kontakt mit dem jeweils gegenüber liegenden Kolben 3. Die Bewegung der Kolben 3 endet, der Differenzdruck 19 steigt bis auf den Systemdruck 8 an. Das Druckniveau bei Erreichen der Endposition wird als Stelldruck 26 bezeichnet.

[0039] Figur 3 zeigt den erfindungsgemäßen Stellantrieb 1 integriert mit einer erfindungsgemäßen Diagnosevorrichtung 20. Die Diagnosevorrichtung 20 weist einen Stellungsanzeiger 27 auf, der die Stellung der Abtriebswelle 4 anzeigt. An der Diagnosevorrichtung 20 sind nicht dargestellte zentrale Elektro-Anschlüsse - eine Klemmleiste, ein Aktor-Sensor-Stecker und ein Bus-Anschluss - angeordnet. Der Positionsgeber 21 ist ein an der Abtriebswelle 4 angeordneter elektronischer Winkelgeber, der gleichzeitig als Endlagenmelder fungiert. Zusätzlich weist die Diagnosevorrichtung 20 einen nicht dargestellten, selbst einstellenden induktiven Endlagenmelder auf. Mittels der Diagnosevorrichtung 20 wird im Sinne eines „Condition Monitoring“ der Differenzdruck 19 und der Schwenkwinkel überwacht und gegebenen Falls auf einem Alarmausgang 28 ein Warnsignal an eine übergeordnete Kontrolleinheit generiert.

[0040] In den Figuren sind

1	Stellantrieb	30
2	Gehäuse	
3	Kolben	
4	Abtriebswelle	
5	Zahnstange	
6	Innerer Arbeitsraum	35
7	Äußerer Arbeitsraum	
8	Druckfeder	
9	Systemdruck	
10	Erster Druckanschluss	
11	Zweiter Druckanschluss	40
12	Schaltelement	
13	0°-Stellung	
14	120°-Stellung	
15	Druckmessanschluss	
16	Referenzdruckmessanschluss	45
17	Differenzdruckmesselement	
18	Drucksignalleitung	
19	Differenzdruck	
20	Diagnosevorrichtung	
21	Positionsgeber	50
22	Positionssignalleitung	
23	Weg	
24	Maximaldruck	
25	Druckreserve	
26	Stelldruck	55
27	Stellungsanzeiger	
28	Alarmausgang	

Patentansprüche

1. Diagnoseverfahren für einen pneumatischen Stellantrieb (1) mit mindestens einem Kolben (3), der in einem Gehäuse (2) zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum (6, 7) begrenzt, wobei der Arbeitsraum (6, 7) mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck (8) steht, und mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) erkannt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kenndruck gemessen und ausgewertet wird, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil des in dem ersten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist.
2. Diagnoseverfahren nach dem vorgenannten Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verlauf des Kenndrucks zwischen zwei Betriebspunkten des Stellantriebs (1) mit einem Verlauf des Sollwerts verglichen wird.
3. Diagnoseverfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenz zwischen dem Kenndruck und einem Referenzdruck mit dem Sollwert verglichen wird, wobei der Referenzdruck der statische Druckanteil des in einem zweiten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist und wobei der zweite Arbeitsraum (6, 7) nicht mit dem Druckversorgungssystem verbunden ist.
4. Diagnoseverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kenndruck mit einem konstanten Druck verglichen wird.
5. Diagnoseverfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für einen Schaltvorgang eine Druckreserve (25) ermittelt wird, wobei die Druckreserve (25) die Differenz zwischen einem Maximalwert des Kenndruckes vor Losbrechen des Kolbens (3) und dem Systemdruck (8) ist.
6. Diagnoseverfahren nach dem vorgenannten Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Unterschreiten einer minimalen Grenzdruckreserve ein Warnsignal generiert wird.
7. Diagnoseverfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für einen Stellvorgang ein Stelldruck (26) ermittelt wird, wobei der Stelldruck (26) der Wert des Kenndruckes bei Erreichen einer Endstellung des Kolbens (3) ist.
8. Diagnoseverfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreiten eines maximalen Grenzstellendrucks

ein Warnsignal generiert wird.

9. Diagnosevorrichtung (20) für einen pneumatischen Stellantrieb (1) mit mindestens einem Kolben (3), der in einem Gehäuse (2) zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum (6, 7) begrenzt, der mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck (8) steht, wobei mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) mittels der Diagnosevorrichtung (20) darstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Diagnosevorrichtung (20) ein Kenndruck messbar und auswertbar ist, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil eines in dem ersten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist. 5 10 15
10. Diagnosevorrichtung (20) nach dem vorgenannten Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Diagnosevorrichtung (20) eine digitale Recheneinheit aufweist. 20
11. Diagnosevorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 10, **gekennzeichnet durch** ein Vergleichselement, mittels dessen der Kenndruck mit einem Referenzdruck vergleichbar ist. 25
12. Pneumatischer Stellantrieb (1) mit mindestens einem Kolben (3), der in einem Gehäuse (2) zwischen zwei Endlagen beweglich ist und einen ersten Arbeitsraum (6, 7) begrenzt, der mit einem Druckversorgungssystem verbindbar ist, das unter einem Systemdruck (8) steht und mit einem Positionsgeber (21), mittels dessen mindestens eine Position des Kolbens (3) in dem Gehäuse (2) erkennbar ist, **gekennzeichnet durch** einen Druckmessanschluss (15), an dem mittels eines Druckmesselements ein Kenndruck messbar ist, wobei der Kenndruck der statische Druckanteil eines in dem ersten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist. 30 35 40
13. Pneumatischer Stellantrieb (1) nach dem vorgenannten Anspruch, **gekennzeichnet durch** einen Referenzmessanschluss, an dem mittels eines Referenzdruckmesselements ein Referenzdruck messbar ist, wobei der Referenzdruck der statische Druckanteil eines an einem zweiten Arbeitsraum (6, 7) anliegenden Drucks ist und wobei der zweite Arbeitsraum (6, 7) von dem Druckversorgungssystem entkoppelt ist. 45 50
14. Pneumatischer Stellantrieb (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine integrierte Diagnosevorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 11. 55

Fig. 1

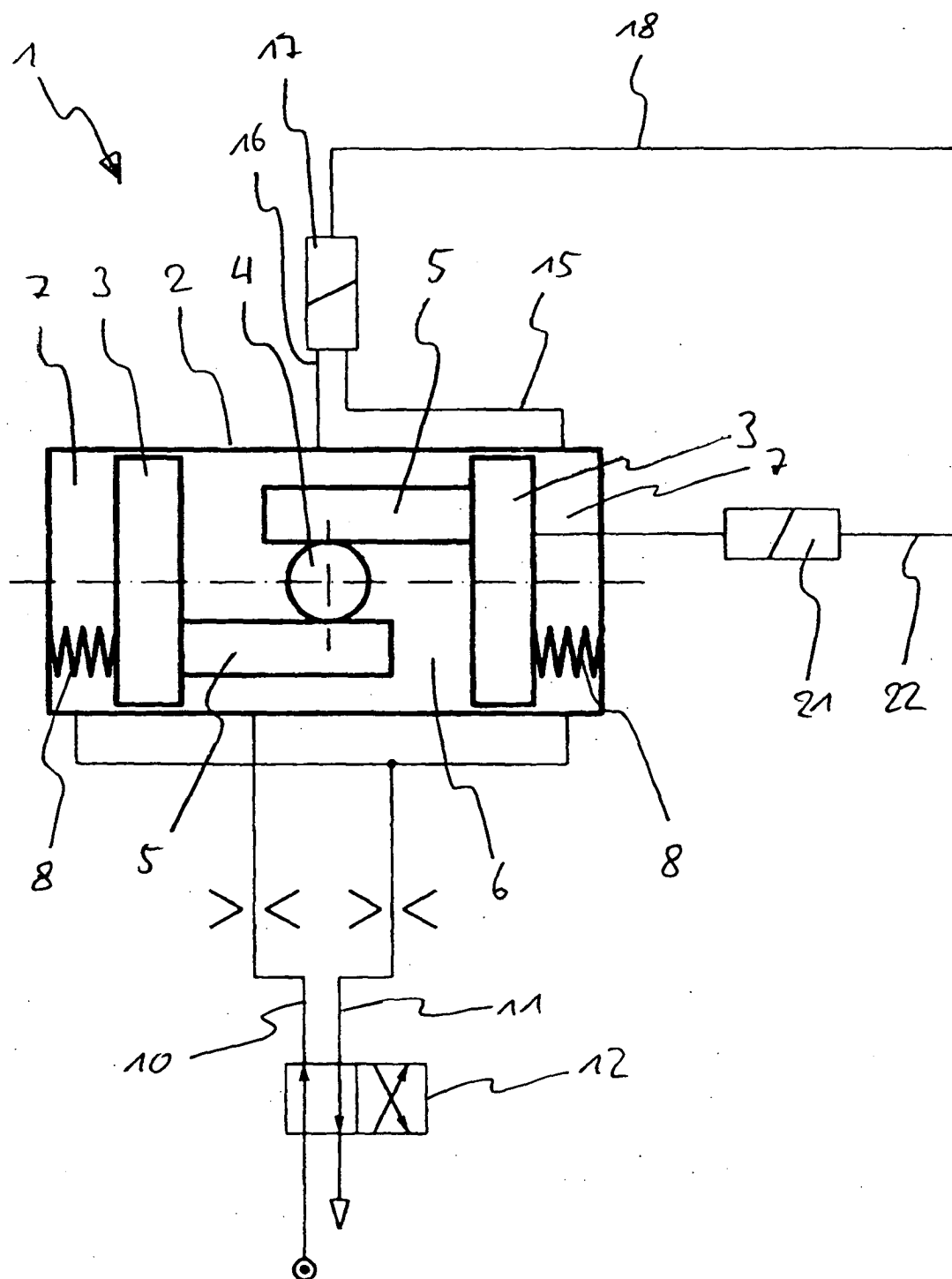


Fig. 2

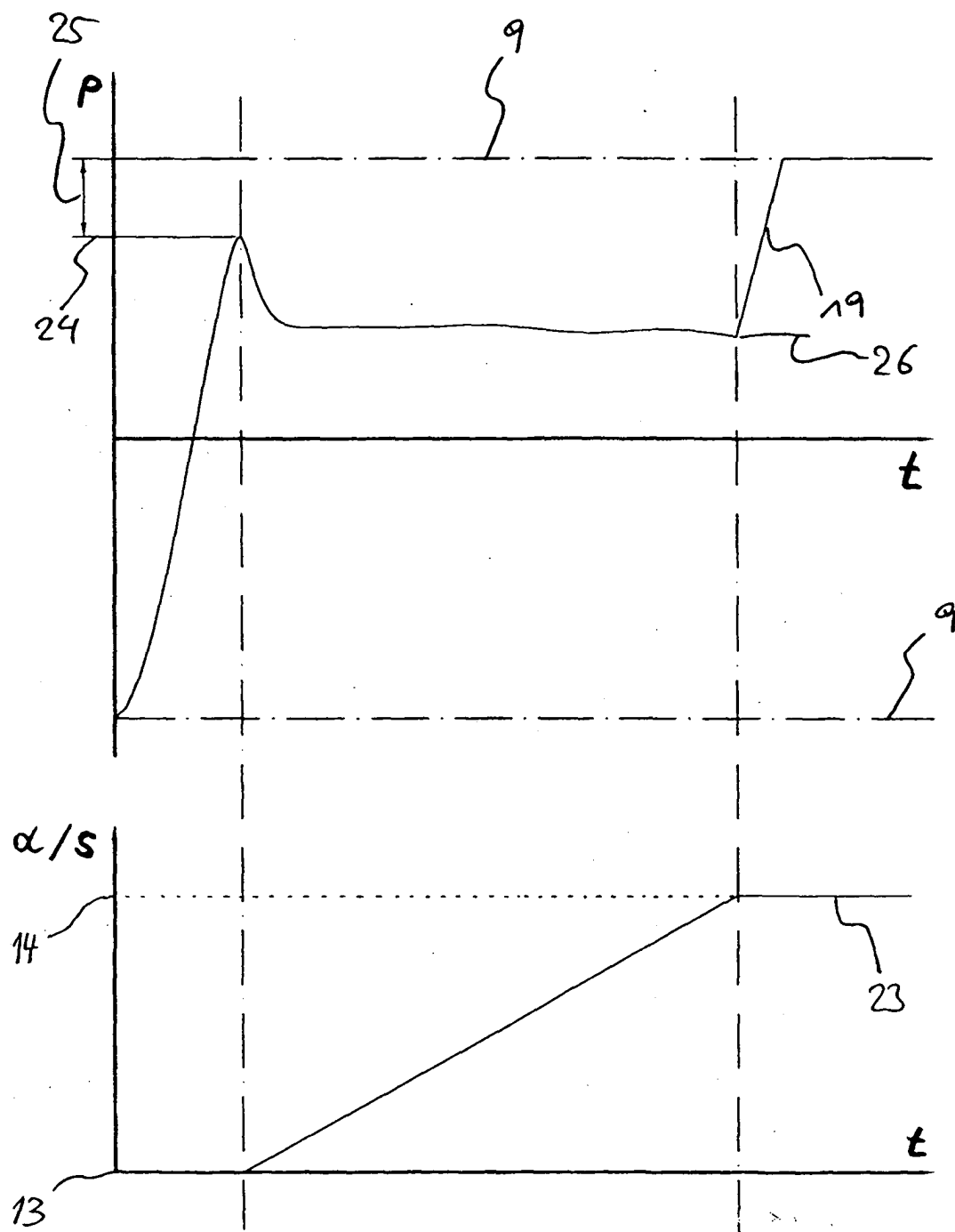
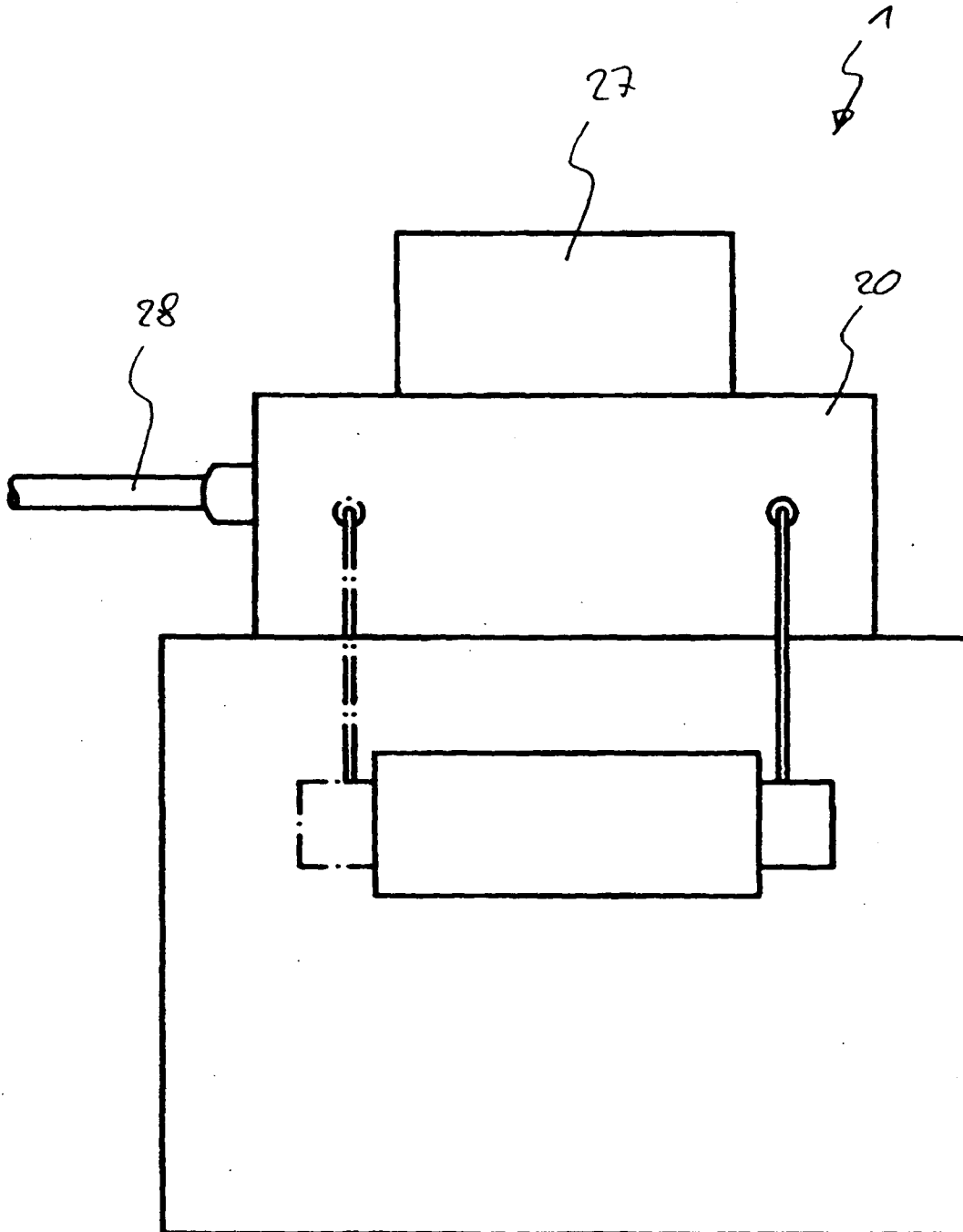


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 0282

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 947 901 A (GEN ELECTRIC) 6. Oktober 1999 (1999-10-06) * Absätze [0014], [0015], [0018], [0020] * ---	1-14	F15B19/00 G01M13/00 F16K37/00
X	US 5 251 148 A (HAINES LAWRENCE A ET AL) 5. Oktober 1993 (1993-10-05) * Spalte 6, Zeile 33 - Spalte 6, Zeile 53; Abbildungen 2,3 * ---	1,2,9-14	
X	US 5 109 692 A (FITZGERALD WILLIAM V) 5. Mai 1992 (1992-05-05) * Spalte 9, Zeile 1 - Spalte 10, Zeile 8 * ---	1,2,9-14	
X	DE 42 18 320 A (SIEMENS AG) 9. Dezember 1993 (1993-12-09) * Seite 5, Zeile 9 - Seite 5, Zeile 29 * ---	1,4-14	
X	MUNDRY S ET AL: "CONDITION MONITORING FÜR DIE FLUIDTECHNIK" OLHYDRAULIK UND PNEUMATIK, KRAUSSKOPF VERLAG FÜR WIRTSCHAFT GMBH. MAINZ, DE, Bd. 46, Nr. 2, Februar 2002 (2002-02), Seiten 120-127, XP001114850 ISSN: 0341-2660 * Abbildungen 7,8 * -----	1,2,9-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F15B G01M F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 12. Mai 2004	Prüfer Toffolo, O
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 0282

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0947901	A	06-10-1999	EP	0947901 A2	06-10-1999
			JP	11315955 A	16-11-1999

US 5251148	A	05-10-1993	AT	174439 T	15-12-1998
			AU	3776795 A	11-01-1996
			AU	653151 B2	22-09-1994
			AU	7709691 A	05-12-1991
			AU	9133998 A	14-01-1999
			BR	9102243 A	07-01-1992
			CA	2043682 A1	02-12-1991
			DE	69130592 D1	21-01-1999
			DE	69130592 T2	06-05-1999
			EP	0462432 A2	27-12-1991
			JP	2772159 B2	02-07-1998
			JP	4232514 A	20-08-1992

US 5109692	A	05-05-1992	US	5197328 A	30-03-1993
			AU	632759 B2	14-01-1993
			AU	4018889 A	01-03-1990
			CA	1335943 C	20-06-1995
			US	4976144 A	11-12-1990

DE 4218320	A	09-12-1993	DE	4218320 A1	09-12-1993
			WO	9324779 A1	09-12-1993
			DE	59306204 D1	22-05-1997
			EP	0643814 A1	22-03-1995
			ES	2100532 T3	16-06-1997
			RU	2106561 C1	10-03-1998

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82