(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 128 455 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.05.2012 Patentblatt 2012/22

(51) Int Cl.:
F15B 15/10 *(2006.01)* ***B66F 3/35*** *(2006.01)*
E04H 15/20 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09005265.5**

(22) Anmeldetag: **09.04.2009**

(54) **Pneumatischer Aktor**

Pneumatic actuator

Actionneur pneumatique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **15.04.2008 CH 5802008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(73) Patentinhaber:
- **EMPA**
  8600 Dübendorf (CH)
- **Prospective Concepts AG**
  8953 Dietikon (CH)

(72) Erfinder:
- **Düring, Lukas**
  9246 Niederbüren (CH)
- **Luchsinger, Rolf**
  8607 Seegräben (CH)

(74) Vertreter: **Stump, Beat**
Stump & Partner AG
Patentanwälte AG
Dufourstrasse 116
8008 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 1 664 552
WO-A-89/11381
GB-A- 2 100 826
US-A- 4 792 173

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 128 455 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen pneumatischen Aktor nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Pneumatische Aktoren der genannten Art besitzen den Vorteil, dass sie im Verhältnis zu ihrem Gewicht vergleichsweise grosse Kraft erzeugen bzw. mit einem grossen Arbeitsweg betrieben werden können. Sie besitzen mit anderen Worten bei richtiger Auslegung z.Bsp. im Hinblick auf die Parameter Gewicht, Arbeitskraft und Arbeitsweg günstige Gesamteigenschaften.

[0003] Das geringe Gewicht ist Folge der verwendbaren Materialien, da der Druckkörper aus einer fluiddichten Membran, z,Bsp. einem Gewebe bestehen kann; Druck- und Zugglied können aus Kunststoffen wie GFK etc oder aus Metall bestehen, besitzen aber so oder anders eine vergleichsweise geringe Masse.

[0004] Pneumatische Aktoren können auch in den verschiedensten Grössen für verschiedenste Zwecke eingesetzt werden, einmal z.Bsp. als Greifer, sei dies im Labor oder in der industriellen Produktion, oder als architektonisches Element, z.Bsp. zum Ausfahren eines Sonnendachs.

[0005] Der Betriebsdruck wird durch ein Fluid erzeugt, in der Regel ein gasförmiges, kann aber auch eine Flüssigkeit wie Wasser sein, wenn die Kompressibilität des Gases unerwünscht ist.

[0006] Die EP 1 664 552 zeigt einen pneumatischen Aktor der oben beschriebenen Art, der als Kragarm eingesetzt wird. Nachteilig an diesem Konzept ist, dass der Arbeitsweg in Abhängigkeit vom Betriebsdruck nicht linear verläuft, so dass eine Steuerung des Arbeitswegs über den Druck nur mit Aufwand umzusetzen ist; weiter ist nachtellig, dass bei Verwendung eines nicht biegesteifen Druckglieds im Druck entlasteten Zustand des Druckkörpers, aber unter Lastangriff des Aktors, ein Zustand erreicht werden kann, der instabil ist, und wenn überschritten, den Aktor in einen disfunktionalen Zustand bringt, in welchem er nicht mehr funktionsfähig ist.

[0007] Letzteres ist der Fall, wenn der Aktor durch den Lastangriff so weit ausgelenkt wird, dass durch die übergrosse Krümmung des Druckglieds die Zugglieder nicht mehr von der ursprünglichen Seite her am Druckglied angreifen. Dem kann zwar durch eine Versteifung des Druckglieds entgegengewirkt werden, was aber im Hinblick auf den Arbeitsweg des Aktors bzw. dem resultierenden konstruktiven Aufwand, und sei dies nur eine Zunahme der Masse, je nach vorgesehenem Einsatz des Aktors unerwünscht ist.

[0008] Entsprechend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten pneumatischen Aktor zu schaffen.

[0009] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren näher erläutert.

[0010] Es zeigt:

Fig. 1 schematisch eine Ansicht eines erfindungsgemässen Aktors,

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Aktors im Längsschnitt,

Fig. 3a und 3b schematisch den Verformungsmechanismus des Aktors von Fig. 2

Fig. 4a bis 4d die Verformung des Aktors von Fig. 2 während dem Anheben (oder Absetzen) einer Last

Fig. 5a und 5b einen Längsschnitt durch den Aktor von Fig. 2 unter Last, der zusätzlich einen Verdrängungskörper aufweist.

[0011] Fig. 1 zeigt den erfindungsgemässen Aktor 1 in einer Ansicht von aussen, schräg von vorne. Ersichtlich sind ein abgestütztes Ende 2 (in der Ansicht "hinten" liegend) und ein sich gegenüber dem abgestützten Ende 2 zu bewegendes Ende 3 (in der Ansicht "vorne" liegend). Am zu bewegenden Ende 3 ist, z.B. über ein Seil 4, eine Last in Form eines Gewichts 5 angebracht. Der Aktor ist in der Lage, das Gewicht 5 in Richtung des Doppelpfeils 6, d.h. nach oben zu heben und nach unten abzusenken.

[0012] Ein biegbares Druckglied 10 ist über ein Auflager 11 mit (zum Zweck der vorliegenden Darstellung) einer Wand 12 verbunden, ebenso ein biegbares Zugglied 13 über ein entsprechendes Auflager 14. Das Druckglied 10 und das Zugglied 13 sind am zu bewegenden Ende 3 des Aktors 1 miteinander in einem Knoten 15 verbunden, aber am abgestützten Ende 2 voneinander getrennt.

[0013] Weiter schliessen das Druckglied 10 und das Zugglied 13 zwischen sich einen Distanzdruckkörper 18 ein, der pneumatisch regulierbar ist und sich vom abgestützten Endbereich 19 zum zu bewegenden Endbereich 20 des Aktors 1 erstreckt. Der Distanzdruckkörper 18 ist langgestreckt und reagiert auf Druckänderungen mit einer Änderung seiner Dicke, so dass eine Druckänderung eine Relativbewegung von Druckglied 10 und Zugglied 13 bewirkt, wobei diese Relativbewegung in der durch das Druckglied 10 und Zugglied 13 aufgespannten Ebene erfolgt. Der Druckkörper 18 wirkt als variables Distanzelement zwischen dem Druckglied 10 und dem Zugglied 13.

[0014] Der Distanzdruckkörper 18 erstreckt sich nicht notwendigerweise genau von den Auflagern 11,14 bis genau zum Knoten 15; er erstreckt sich aber vom abgestützten Endbereich 19 bis zum zu bewegenden Endbereich 20. Er ist mit anderen Worten etwas länger oder etwas kürzer zu konzipieren, was der Fachmann im konkreten Fall ohne weiteres in geeigneter Art tun kann.

[0015] Der Knoten 15 verbindet das Druckglied 10 und das Zugglied 13 fest miteinander, sei dies in Form einer Verschraubung, einem Schweisspunkt, einer Klebestelle oder einer sonstigen Verbindung wie z.Bsp. einem Scharnier. Auch hier wird der Fachmann im konkreten Fall, insbesondere im Hinblick auf die verwendeten Materialien und die notwendigen mechanischen Eigenschaften des Knotens 15, eine geeignete Verbindung

festlegen.

[0016] Die Auflager 11 und 14 symbolisieren eine feste Einspannung oder eine Anlenkung des Druckglieds 10 und des Zugglieds 13 an der Wand 12; zudem ist es möglich, eines der Glieder 10,13 fest einzuspannen und das jeweils andere Glied 13,10 anzulenken. Auch hier kann der Fachmann im konkreten Fall die geeignete Form der Befestigung von Druckglied 10 und Zugglied 13 bestimmen.

[0017] Das Zugglied 13 kann als Seil oder z.B. als biegbarer Stab 30 (Figur 2) ausgebildet sein; denkbar ist ein Kunststoffseil, ein Drahtseil, ein Stab oder Streifen aus Metall, z.B. aus Federstahl (mit federelastischen Eigenschaften), oder aus Kunststoff oder auch andere Konfigurationen. Wesentlich ist dessen Zugfestigkeit, die den Anforderungen im Betrieb des Aktors genügen muss, und die blegeweiche Ausführung, die erlaubt, die während dem Betrieb des Aktors 1 notwendige, unten näher beschriebene Bewegung zu vollziehen.

[0018] Das Druckglied 10 muss Druck aufnehmen können und damit eine gewisse Knickfestigkeit besitzen. Im Betrieb wird es bis zu einem gewissen Mass durch den Distanzdruckkörper 18 gegen Knicken gestützt. Denkbar sind auch hier ein Stab oder Streifen aus Metall oder Kunststoff, oder eine andere Konfiguration aus geeignetem Material.

[0019] Wie oben erwähnt, kann der Fachmann das Druckglied 10 und das Zugglied 13 im konkreten Fall im Hinblick auf Konfiguration, Material und Dimensionierung geeignet auslegen.

[0020] Der Distanzdruckkörper 18 ist pneumatisch regulierbar, also ein pneumatisches Element, das durch ein Fluid wie z.Bsp. Wasser oder ein Gas beaufschlagt und damit unter Druck gesetzt werden kann. Er besteht z.B. aus einem Im Wesentlichen dehnungsfesten Gewebe (beschichtetes Textil oder Folie, wie sie z.Bsp. ein Zeltbauer verwendet) das Fluiddicht ist, oder aus einer dehnungsfesten Hülle, in welcher eine fluiddichte Blase eingelegt ist. Grundsätzlich ist nicht auszuschliessen, dass der Distanzdruckkörper 18 aus einem dehnbaren Material besteht, dass sich unter Druck dehnt. Zur Entlastung der Figur ist eine Druckquelle für das Fluid sowie eine Zuführungsleitung zum Distanzdruckkörper 18 weggelassen; diese sind konventioneller Natur und vom Fachmann ohne Weiteres bereitzustellen.

[0021] Da der unter Betriebsdruck stehende Distanzdruckkörper 18 das Druckglied 10 und das Zugglied 13 voneinander wegdrückt, wölbt er sich seitlich etwas über diese hoch, wie dies in Figur 1 durch die Linien 21 dargestellt ist, welche die Wölbung des Distanzdruckkörpers 18 veranschaulichen. Mit anderen Worten ist es so, dass unter Last das Druckglied 10 und das Zugglied 13 in den Distanzdruckkörper etwas einschneiden. Das Druckglied 10 bzw. das Zugglied 13 können auch auf der Innenseite des Distanzdruckkörpers 18 angeordnet werden und verlaufen dann z.B. in Taschen 35,36 (Figur 2), die auf der Innenseite angenäht sind, so dass der Distanzdruckkörper 18 die vom Fluiddruck her stammenden Kräfte auf das Druckglied 10 und Zugglied 13 übertragen, d.h. mit diesen betriebsfähig zusammenwirken kann. Wiederum ist die jeweilige Ausbildung im konkreten Fall Sache des Fachmanns.

[0022] Denkt man sich die Anordnung von Fig. 1 vorerst ohne Distanzdruckkörper 18 und belastet durch nur ein geringes Gewicht 5, so dass die Knicksteifigkeit des biegbaren Druckglieds 10 noch nicht überschritten wird, ergibt sich eine einfache und starre Aufhängung für das Gewicht 5. Vergrößert man gedanklich das Gewicht 5 immer weiter, wird das Druckglied 10 einknicken, worauf die Struktur kollabiert (das Zugglied 13 sei immer genügend zugfest dimensioniert).

[0023] Fügt man nun gedanklich den Distanzdruckkörper 18 hinzu, ist das Druckglied durch diesen gestützt und knickt erst bei markant erhöhtem Gewicht 5. Wird das Druckglied 10 vorteilhafterweise am Distanzdruckkörper 18 fixiert (indem es z.B., wie oben erwähnt, in einer Tasche verläuft), ist es auch gegen Knicken nach aussen, vom Distanzdruckkörper 18 weg, gesichert. Je höher der Druck im Distanzdruckkörper 18 liegt, desto höher kann das Gewicht 5 sein, bis ein Ausknicken des Druckglieds 10 erfolgt.

[0024] Umgekehrt bedeutet dies, dass durch verminderten Druck ein früheres Knicken bzw. durch kontrollierten Druck ein kontrolliertes Ausknicken erfolgt. Bei geeigneter Dimensionierung und Materialwahl für das Druckglied 10 führt das Knicken nicht zum Versagen, wie z.Bsp. einem Bruch (der zwar im Extremfall auftreten kann), sondern zu einer Krümmung 41 (Figur 3a), was zu der gewollten und anhand der Figuren 3 und 4 beschriebenen Deformation des Druckglieds 10, und damit auch des Zugglieds 13, somit des Aktors 1 führt.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch den erfindungsgemässen Aktor 30 in einer bevorzugten Ausführungsform mit einem stabförmigen Druckglied 31 sowie einem stabförmigen Zugglied 32, die in einem Knoten 33 fest miteinander verbunden und über die Auflager 11,14 an einer Wand 12 angelenkt sind. Druckglied 31 und Zugglied 32 sind gleich lang, besonders bevorzugt von gleichem, flachem z.B. rechteckigem Querschnitt und von gleichem, elastischen Material, und liegen mit der flachen Seite auf dem Distanzdruckkörper 18 auf. Bei solch einem Querschnitt und in dieser Lage von Zugglied 31 und Druckglied 32 ist eine Bewegung senkrecht zur Fläche des Längsschnitts erschwert und damit die Führung der Bewegung während dem Betrieb des Aktors 30 verbessert. Dargestellt sind weiter Längstaschen 35,36 die an der Innenwand des Distanzdruckkörpers 18 verlaufen und das Zugglied 13 sowie das Druckglied 10 betriebsfähig aufnehmen. Endwände 37,38 begrenzen den Distanzdruckkörper 18, der hier im Wesentlichen als Kegel mit dem Knoten 33 zugewendeter Spitze ausgebildet ist; er nimmt unter maximalem Betriebsdruck jeweils die durch den Schnitt des Gewebes vorbestimmte Form ein.

[0026] Fig. 3a und 3b zeigen zwei Stufen aus der betriebsgemässen Bewegung des Aktors 30, wobei der Distanzdruckkörper 18 und das Gewicht 5 zur Entlastung

der Figuren weggelassen sind. Das Gewicht Ist in Figur 3a weiter angehoben (oder weniger abgesenkt) ist als in Figur 3b.

[0027] Dargestellt ist, wie sich das Druckglied 31 vom zu bewegenden Ende 3 her in das Zugglied 32 hineinwölbt, da es unter der vom Gewicht her rührenden Belastung unter Druck steht und gegen oben einknickt, bis es an das gespannte Zugglied 32 anstösst und sich mit diesem - entsprechend dem im Distanzdruckkörper 18 herrschenden momentanen Betriebsdruck - in Gleichgewichtslage befindet. Wird der Betriebsdruck gegenüber dem von Fig. 3a noch weiter abgesenkt, wandert die durch die strichpunktierte Linie 40 markierte Wölbung 41 des Druckglieds 10 in Richtung des eingezeichneten Pfeils 42 gegen das hintere Ende 2 (Figur 1), solange, bis sie gewissermassen am Auflager 11 anstösst, worauf die maximale Auslenkung des Aktors 30 erreicht ist. Eine Erhöhung des Betriebsdrucks bewirkt die umgekehrte Bewegung, solange, bis die der Figur 2 entsprechende gestreckte Form erreicht ist. Bildlich gesprochen rollt sich das Druckglied 32 und damit der Aktor 30 beim Absenken ein und beim Aufrichten aus. Dabei wird die Last abgesenkt bzw. hochgehoben.

[0028] Wie erwähnt, ergibt sich durch die flache Rechteckform von mindestens dem Druckglied 10, aber auch des Zugglieds 13, eine Versteifung gegen Biegung senkrecht zur Ebene des Längsschnitts bzw. In einer anderen Richtung als in der durch die Glieder 10,13 aufgespannten Ebene, was verhindert, dass die Glieder 10, 13 seitlich ausweichen können und damit zu einem sauberen Bewegungsablauf des Aktors 30 führt.

[0029] Bevorzugt ist eines oder sind beide der Glieder 10,13 leicht vorgebogen, d.h. im Ruhezustand leicht gekrümmt ausgebildet. Die Krümmungsrichtung entspricht derjenigen der Krümmung 41. Dies hat günstige Auswirkung auf das Rollverhalten des Aktors 30 bzw. darauf, wie sich das Druckglied 10 während der Bewegung des Aktors 30 in das Zugglied 13 hineinwölbt, so dass die Krümmung 41 entstehen und wandern kann. Dieser günstige Effekt wird durch eine Anlenkung eines oder beider Glieder 10,13 an den Auflagern 11,14 unterstützt. Zudem unterstützt solch eine Vorkrümmung des Druckglieds 31 bei einer Bewegung des Aktors 30 aus dem ausgestreckten Zustand heraus das gewollte Knicken in den Distanzdruckkörper 18 hinein.

[0030] Die Figuren 4a bis 4d zeigen den vollständigen Bewegungsablauf des Aktors 30 von seiner maximalen Auslenkung in Fig. 4a bis zur gestreckten Lage In Figur 4d, in welcher das Gewicht 5 vollständig angehoben ist. In Fig. 4a befindet sich die Krümmung 41 (Linie 40) weit hinten, stösst aber nicht notwendigerweise am hinteren Ende des Distanzdruckkörpers 18 an, wie es unten zu Fig. 5a und 5b beschrieben ist.

[0031] Dadurch, dass der Distanzdruckkörper 18 nicht oder nur minimal unter Druck steht, ergibt sich die in Fig. 4a dargestellte Deformation. Wird der Druck erhöht, treibt dieser die Glieder 10,13 über die Hülle des Distanzdruckkörpers 18 von einander weg, so dass die Wölbung 41 nach vorne wandert und sich das Gewicht 5 hebt, s. Fig. 4b. Eine noch weitere Druckerhöhung führt zum noch weiter angehobenen Gewicht 5, s. Fig. 4c und schliesslich zum maximal angehobenen Gewicht 5 gemäss Fig. 4d. Überraschenderweise streckt sich bei noch vergleichsweise moderaten Drücken, d.h. Drücken, die durch die üblichen Gewebe der oben genannten Art ohne weiteres ausgehalten werden, das vordere Ende 3 (Figur 1) praktisch vollständig gerade aus.

[0032] Diese Rollbewegung verbindet eine stetige Volumenzunahme des, bzw. Druckzunahme im, Distanzdruckkörper 18 mit einem stetigen Weg des angehobenen Gewichts 5. Es ist mit anderen Worten so, dass sich der erfindungsgemässe Aktor 1,30 über den Druck verbessert ansteuern lässt, als der eingangs genannte Aktor des Stands der Technik, mit dem sich eine der Rollbewegung ähnliche Bewegung nicht ausführen lässt.

[0033] Durch die Kegelform des Distanzdruckkörpers 18 ergibt sich zudem ein reduziertes Arbeitsvolumen, mit der Folge, dass über den vollständigen Arbeitsweg weniger Fluid in diesen eingebracht werden muss, was einem verbesserten Wirkungsgrad gegenüber dem pneumatischen Aktor des Stands der Technik entspricht. Der Wirkungsgrad wird hier verstanden als das Verhältnis der Kom-pressionsarbeit für das einzubringende Fluid zur beim Anheben des Gewichts 5 verrichteten Arbeit.

[0034] Die dargestellte Anordnung führt auch dazu, dass ein instabller Zustand des Aktors an sich nicht möglich ist; eine Absenkbewegung wird gestoppt, sobald die Krümmung 41 das hintere Auflager 11 erreicht. Solange das Druckglied 31 nicht versagt, ist grundsätzlich durch die Druckerhöhung ein Wiederaufrichten des Aktors 1,30 möglich.

[0035] Die oben geschilderte Rollbewegung des Aktors 1, 30 ist bei einer Ausbildung des Aktors 30, wie sie in Figur 2 beschrieben ist, besonders gleichmässig und damit günstig. Sie ist jedoch auch bei einer der anderen Konfigurationen möglich, wie sie beispielhaft zu Figur 1 erwähnt sind.

[0036] Da der Durchmesser des Distanzdruckkörpers am abgestützten Endbereich 19 grösser ist als am zu bewegenden Endbereich 20, ergibt sich dort eine grössere, zwischen Druckglied 10,31 und Zugglied 13,32 wirkende, diese auseinander drückende Kraft, mit der Folge, dass eine am zu bewegenden Ende 3 beginnende Rollbewegung beim Absenken unterstützt wird. Umgekehrt wird beim Anheben die Begradigung des gebogenen Aktors 1,30 vom abgestützten Ende 2 her ebenso unterstützt.

[0037] Figur 5a zeigt einen erfindungsgemässen Aktor 40 in abgesenktem Zustand, in dessen Distanzdruckkörper 18 ein im Längschnitt von Figur 5b dargestellter Verdrängungskörper 41 eingesetzt ist. Das Zug- und das Druckglied sind zur Entlastung der Figuren weggelassen. Der Verdrängungskörper 41 nimmt dasjenige Volumen ein, das gemäss der im konkreten Fall vorgesehenen Auslegung in jedem Betriebszustand unverändert oder wenig verändert verbleibt. Er ist entweder als steifer

Körper oder als pneumatischer Körper ausgebildet und bewirkt, dass beim Aufblasen des Distanzdruckkörpers 18 für das vom Verdrängungskörper eingenommene Volumen kein Fluid dem Druckkörper 18 zugeführt werden muss, was den Wirkungsgrad des Aktors 40 entsprechend verbessert.

[0038] Entsprechend soll ein als pneumatischer Körper ausgebildeter Verdrängungskörper 41 in einer bevorzugten Ausführungsform einen ständigen Druck aufweisen, der mindestens gleich dem maximalen Betriebsdruck des Aktors 40 ist, damit er unter dem maximalen Betriebsdruck nicht etwas an Volumen verliert, was den Wirkungsgrad zwar immer noch verbessern würde, aber nicht mehr im möglichen Mass.

[0039] Figur 5 zeigt einen Verdrängungskörper 41 in maximal möglicher Grösse. In der dargestellten Konfiguration stützt er das Druckglied 10,31 zusätzlich gegen Knicken, so dass sich an seinem Ende 43 eine Übergangsstelle ergibt, wo diese Wirkung wegfällt, was für die kontrollierte Durchbiegung des Druckglieds 10,31 nachteilig sein kann. Der Fachmann wird daher im konkreten Fall die Form des Endes 43 derart ausbilden, dass ein nachteiliger Effekt nicht auftritt.

[0040] Der in einem pneumatischen Aktor eingesetzte Verdrängungskörper 41 ist mit anderen Worten derart auszubilden, dass er, angeordnet im vorbestimmt wechselnd fluidbeaufschlagten Druckraum mit entsprechend wechselndem Druck und dadurch wechselnder Kontur, Abmessungen aufweist, die kleiner oder gleich sind als je die kleinsten entsprechenden Abmessungen der vorbestimmt wechselnden Kontur. Dann unterbleibt einerseits eine Kollision mit dem Druckraum und andererseits ist es möglich, den Verdrängungskörper 41 mit dem grösstmöglichem Volumen auszustatten.

[0041] Weiter ist es möglich, mehrere Verdrängungskörper vorzusehen, die im Aktor eingesetzt werden und sich der Bewegung entsprechend gegeneinander verschieben können, so z.Bsp. durch eine Füllung des pneumatischen Aktors mit vergleichsweise kleinen, kugelförmigen Verdrängungskörpern, die einen wesentlichen Teil dessen Minimalvolumens einnehmen können.

[0042] Bei einer weiteren, in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsform ist das Zugglied als Teil des Distanzdruckkörpers ausgebildet, indem der dem Druckglied gegenüber liegende Mantellinienbereich des Distanzdruckkörpers zugfest ausgebildet und mit dem Knoten sowie dem entsprechenden Auflagerbereich derart verbunden ist, dass er die im Betrieb des Aktors auftretenden Zugkräfte übernehmen kann.

[0043] Wie oben erwähnt, besteht das Zugglied aus einem Seil oder einem biegeelastischen Stab; es kann aber auch in anderer Konfiguration ausgeführt werden. Wesentlich ist, dass es z.B. bei grosser Breite eine Symmetrie zur Ebene des Mittel-Längsschnitts besteht, so dass das Zugglied durch den Distanzdruckkörper mit seiner Symmetrieachse in dieser Ebene relativ zum Druckglied verschoben wird.

[0044] Der ausgelenkte Aktor kann bei der Verschiebung in den gestreckten Zustand Arbeit leisten und muss grundsätzlich durch externe Last oder externen Federdruck wieder in den ausgelenkten Zustand gebracht werden. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das elastische Druckglied derart vorgekrümmt, dass es bei minimalem Betriebsdruck im Druckdistanzkörper den Aktor in die ausgelenkte Lage (s. Fig. 4a und 5a) bringt (wenn das Zugglied 13 nicht als Seil ausgebildet ist, ist auch dieses bevorzugt in der selben Art vorgekrümmt). Bei maximalem Betriebsdruck ist es dann in gerader Lage vorgespannt, so dass es den Aktor bei Druckentlastung wieder in den ausgelenkten Zustand bringt.

[0045] Der erfindungsgemässe Aktor ist oben am Beispiel "anheben eines Gewichts" beschrieben worden. Seine Anwendung ist nicht darauf beschränkt, sondern überall dort gegeben, wo durch die Relativbewegung zwischen dem abgestützten Ende und dem zu bewegenden Ende Arbeit verrichtet werden kann.

Patentansprüche

1. Pneumatischer Aktor mit einem abgestützten Ende (2) und einem gegenüber diesem zu bewegenden Ende (3), und mit einem pneumatisch regulierbaren, sich vom abgestützten Endbereich (19) zum zu bewegenden Endbereich (20) erstreckenden, als variables Distanzelement wirkenden Distanzdruckkörper (18), mit einem biegbaren Druckglied (10,31) und einem biegbaren Zugglied (13,32), welche längs am Distanzdruckkörper (18) verlaufen und mit diesem betriebsfähig zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser des Distanzdruckkörpers (18) am abgestützten Endbereich (19) grösser ist als am zu bewegenden Endbereich (20) und dass das Druckglied (10) und das Zugglied (13) am zu bewegenden Ende (3) des Aktors in einem Knoten (15) miteinander verbunden, aber am abgestützten Ende (2) von einander getrennt sind und den Distanzdruckkörper (18) derart zwischen sich einschliessen, dass dieser unter Druckänderung eine Relativbewegung von Druckglied (10) und Zugglied (13) in Richtung der durch sie aufgespannten Ebene bewirkt.

2. Aktor nach Anspruch 1, wobei das Zugglied (13,32) als blegbarer, vorzugsweise elastisch biegbarer Zugstab ausgebildet ist.

3. Aktor nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Druckglied (10,31) als vorzugsweise elastisch biegbarer Druckstab, der besonders bevorzugt aus Federstahl besteht, ausgebildet ist.

4. Aktor nach Anspruch 2 oder 3, wobei das Druckglied (10,31) elastisch biegbar und gekrümmt ausgebildet ist, derart, dass sich der Aktor bei druckentlastetem

Distanzdruckkörper (18) auslenkt.

5. Aktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Druckglied (10,31) In der aufgespannten Ebene biegbar, und in einer anderen Richtung blegesteif ausgebildet ist.

6. Aktor nach einem der vorangehenden Ansprüchen, wobei das Zugglied (13,32) und das Druckglied (10,31) gleiche Länge aufweisen.

7. Aktor nach Anspruch 4, wobei Zugglied (13,32) und Druckglied (10,31) als biegbare Stäbe ausgebildet sind.

8. Aktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Distanzdruckkörper (18) eine flexible, unter maximalem Betriebsdruck vorbestimmte Form einnehmende Hülle aufweist.

9. Aktor nach Anspruch 8, wobei die vorbestimmte Form im Wesentlichen einem Kegel entspricht, dessen Spitze dem Knoten (15,33) zugewendet ist.

10. Aktor nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Distanzdruckkörper (18) ein vorzugsweise als pneumatischer Körper ausgebildeter Verdrängungskörper (41) angeordnet ist.

11. Aktor nach Anspruch 10, wobei mehrere Verdrängungskörper vorgesehen sind, die im Distanzdruckkörper (18) gegeneinander verschiebbar angeordnet sind.

12. Aktor nach Anspruch 10, wobei der Verdrängungskörper (41) als pneumatischer Körper ausgebildet ist, mit einem Betriebsdruck, der gleich oder höher ist als der maximale Betriebsdruck des Distanzdruckkörpers.

13. Aktor nach Anspruch 9, wobei der Distanzdruckkörper (18) mindestens auf der dem Druckglied (10,31) gegenüberliegenden Mantellinienbereich zugfest ausgebildet ist, derart, dass dieser Bereich das Zugglied (13,32) bildet.

14. Pneumatischer Aktor nach Anspruch 1, der einen fiuidbeaufschlagbaren Druckraum aufweist, der im Betrieb mit vorbestimmt wechselndem Druck gespiesen wird und **dadurch** eine vorbestimmt wechselnde Kontur einnimmt, **gekennzeichnet durch** einen im Druckraum angeordneten Verdrängungskörper, dessen Abmessungen kleiner oder gleich sind als je die kleinsten entsprechenden Abmessungen der vorbestimmt wechselnden Kontur.

Claims

1. A pneumatic actuator with a supported end (2) and an end (3) to be moved relative to the latter, and with a pneumatically regulatable spacer compression member (18) that extends from the supported end region (19) to the end region to be moved (20) and acts as a variable spacer element, with a bendable compression member (10, 31) and a bendable tension member (13, 32), which run lengthwise along the spacer compression member (18) and operatively interact with the latter, **characterized in that** the diameter of the spacer compression member (18) is greater at the supported end region (19) than at the end region to be moved (20), and that the compression member (10) and tension member (13) are connected with each other in a node (15) at the movable end (3) of the actuator, but separated from each other at the supported end (2), and enclose the spacer compression member (18) between them in such a way that, accompanied by a pressure change, it initiates a relative movement of the compression member (10) and tension member (13) in the direction of the plane spanned by the latter.

2. The actuator according to claim 1, wherein the tension member (13, 32) is designed as a bendable, preferably elastically bendable tension member.

3. The actuator according to claim 1 or 2, wherein the compression member (10, 31) is designed as a preferably elastically bendable compression rod, which especially preferably consists of spring steel.

4. The actuator according to claim 2 or 3, herein the compression member (10, 31) is elastically bendable and curved, so that the actuator deflects when the spacer compression member (18) is relieved of pressure.

5. The actuator according to one of claims 1 to 4, wherein the compression member (10, 31) is designed to be bendable in the tensioned plane, and rigid in another direction.

6. The actuator according to one of the preceding claims, wherein the tension member (13, 32) and the compression member (10, 31) exhibit the same length.

7. The actuator according to claim 4, wherein the tension member (13, 32) and compression member (10, 31) are designed as bendable rods.

8. The actuator according to one of claims 1 to 7, wherein the spacer compression member (18) exhibits a flexible sheath that assumes a predetermined shape under a maximum operating pressure.

9. The actuator according to claim 8, wherein the predetermined shape essentially corresponds to a cone, whose tip faces the node (15, 33).

10. The actuator according to one of the preceding claims, wherein a displacement member (41) preferably designed as a pneumatic member is arranged in the spacer compression member (18).

11. The actuator according to claim 10, wherein several displacement members are provided, and arranged in the spacer compression member (18) so that they can shift relative to each other.

12. The actuator according to claim 10, wherein the displacement member (41) is designed as a pneumatic member, with an operating pressure equal to or higher than the maximum operating pressure of the spacer compression member.

13. The actuator according to claim 9, wherein the spacer compression member (18) is high-tensile in design at least on the surface line region lying opposite the compression member (10, 31), so that this region forms the tension member (13, 32).

14. A pneumatic actuator according to claim 1, which exhibits a delivery chamber exposable to a fluid, which is supplied with a predetermined alternating pressure during operation, thereby assuming a predetermined alternating contour, **characterized by** a displacement member arranged in the delivery chamber, whose dimensions are smaller than or equal to the respectively smallest corresponding dimensions of the predetermined alternating contour.

Revendications

1. Actionneur pneumatique comportant une extrémité appuyée (2) et une extrémité (3) se mouvant par rapport à celle-ci, et comportant un corps de pression écarteur (18) agissant comme écarteur variable, s'étendant de la portion d'extrémité appuyée (19) vers la portion d'extrémité (20) mouvante, régulable pneumatiquement, comportant un organe de pression flexible (10, 31) et un organe de traction flexible (13, 32), qui s'étendent longitudinalement sur le corps de pression écarteur (18) et coopèrent avec celui-ci en fonctionnement, **caractérisé en ce que** le diamètre du corps de pression écarteur (18) sur la portion d'extrémité appuyée (19) est plus grand que sur la portion d'extrémité (20) mouvante et **en ce que** l'organe de pression (10) et l'organe de traction (13) sont reliés l'un à l'autre en un noeud (15) sur l'extrémité mouvante (3) de l'actionneur, mais sont séparés l'un de l'autre sur l'extrémité appuyée (2) incluent entre eux le corps de pression écarteur (18), de telle sorte que celui-ci provoque sous l'effet d'une variation de pression un mouvement relatif de l'organe de pression (10) et de l'organe de traction (13) dans la direction du plan tendu par ceux-ci.

2. Actionneur selon la revendication 1, dans lequel l'organe de traction (13, 32) est conçu comme une barre de traction flexible, de préférence flexible élastiquement.

3. Actionneur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'organe de pression (10, 31) est conçu comme une barre de pression de préférence flexible élastiquement, qui est de manière préférée constituée d'acier à ressort.

4. Actionneur selon la revendication 2 ou 3, dans lequel l'organe de pression (10, 31) est conçu de manière flexible élastiquement et incurvée, de telle sorte que l'actionneur dévie lorsque le corps de pression écarteur (18) est détendu.

5. Actionneur selon une des revendications 1 à 4, dans lequel l'organe de pression (10, 31) est conçu de manière flexible dans le plan tendu, et résistant à la flexion dans une autre direction.

6. Actionneur selon une des revendications précédentes, dans lequel l'organe de traction (13, 32) et l'organe de pression (10, 31) présentent la même longueur.

7. Actionneur selon la revendication 4, dans lequel l'organe de traction (13, 32) et l'organe de pression (10, 31) sont conçus comme des barres flexibles.

8. Actionneur selon une des revendications 1 à 7, dans lequel le corps de pression écarteur (18) présente une housse flexible, adoptant une forme prescrite sous une pression de fonctionnement maximale.

9. Actionneur selon la revendication 8, dans lequel la forme prescrite correspond essentiellement à un cône, dont la pointe est tournée vers le noeud (15, 33).

10. Actionneur selon une des revendications précédentes, dans lequel dans le corps de pression écarteur (18), un corps de refoulement (41) réalisé de préférence comme un corps pneumatique est disposé.

11. Actionneur selon la revendication 10, dans lequel plusieurs corps de refoulement sont prévus, qui sont disposés de manière décalable les uns contre les autres dans le corps de pression écarteur (18).

12. Actionneur selon la revendication 10, dans lequel le corps de refoulement (41) est conçu comme un corps pneumatique, avec une pression de fonction-

nement, qui est identique ou supérieure à la pression de fonctionnement maximale du corps de pression écarteur.

13. Actionneur selon la revendication 9, dans lequel le corps de pression écarteur (18) est réalisé de manière résistante à la traction au moins sur la zone de ligne de gaine en vis-à-vis de l'organe de pression (10, 31), de telle sorte que cette zone forme l'organe de traction (13, 32).

14. Actionneur pneumatique selon la revendication 1, qui présente une chambre pressurisée sollicitée par un fluide, qui es alimenté en fonctionnement avec une pression variable prescrite et qui adopte de cette manière un contour variable prescrit, **caractérisé par** un corps de refoulement disposé dans la chambre pressurisée, dont les dimensions sont inférieures ou identiques aux dimensions les plus petites correspondantes du contour variable prescrit.

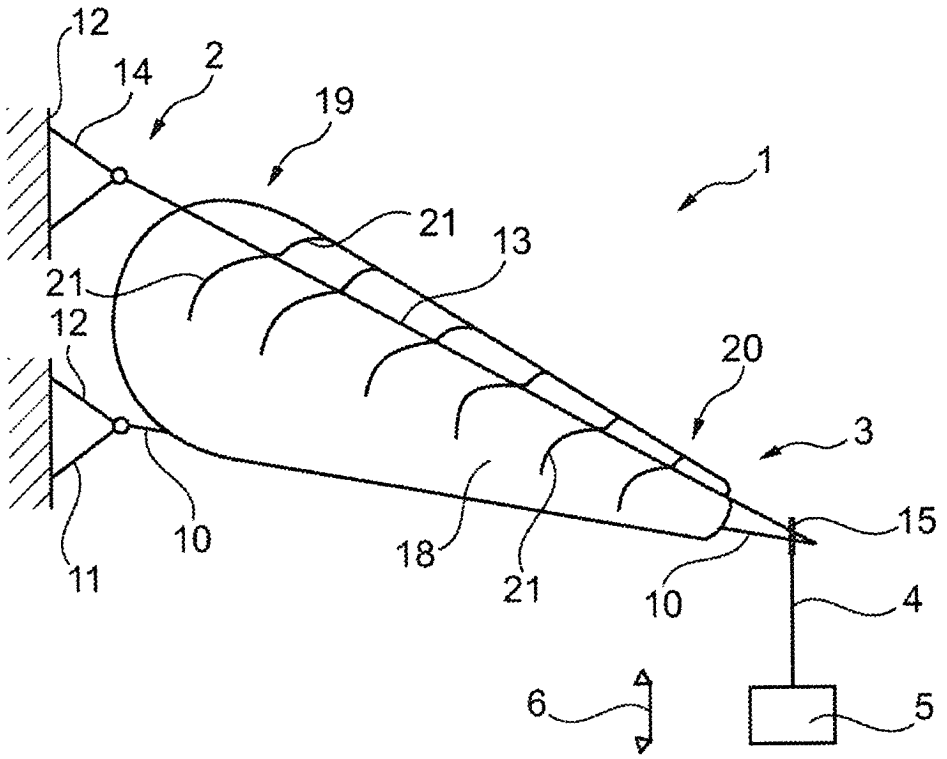

12
14
2
19
1
21
13
21
12
20
3
15
10
18
21
10
4
11
6
5

Fig. 1

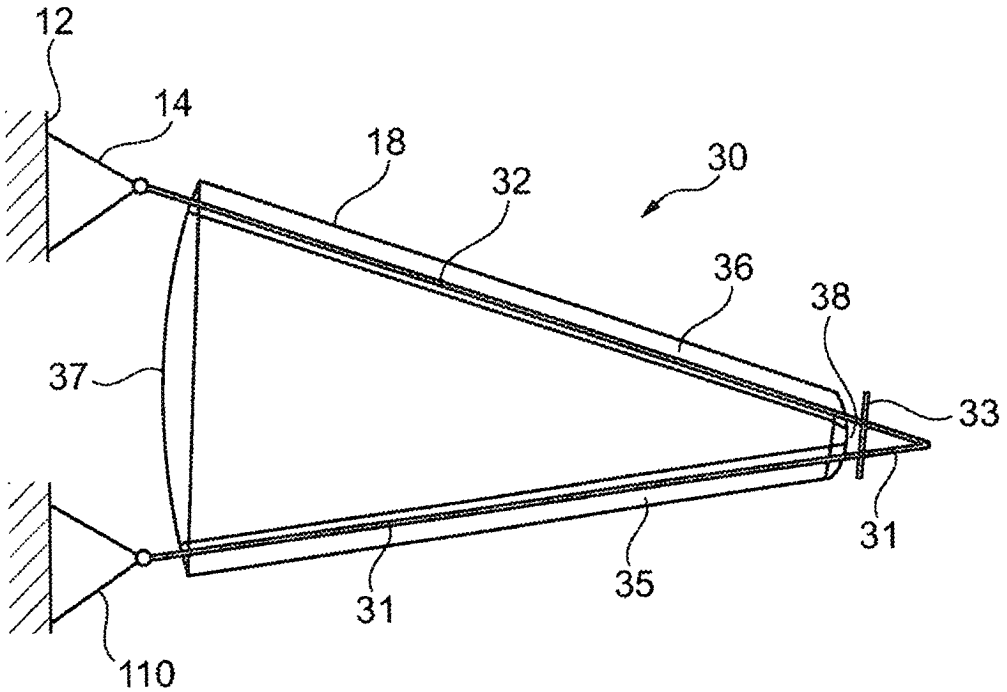

12
14
18
32
30
36
38
37
33
31
35
31
110

Fig. 2

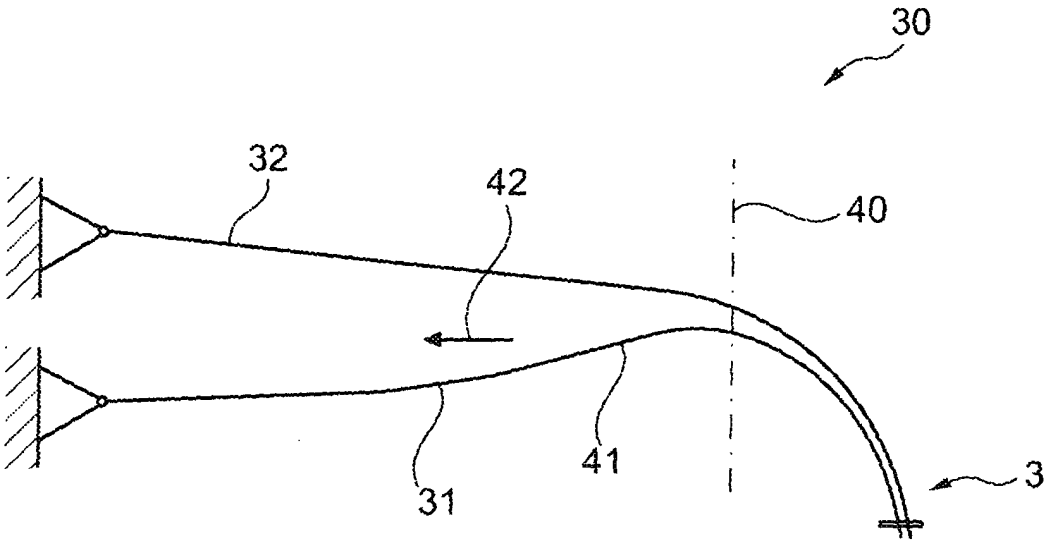


Fig. 3a

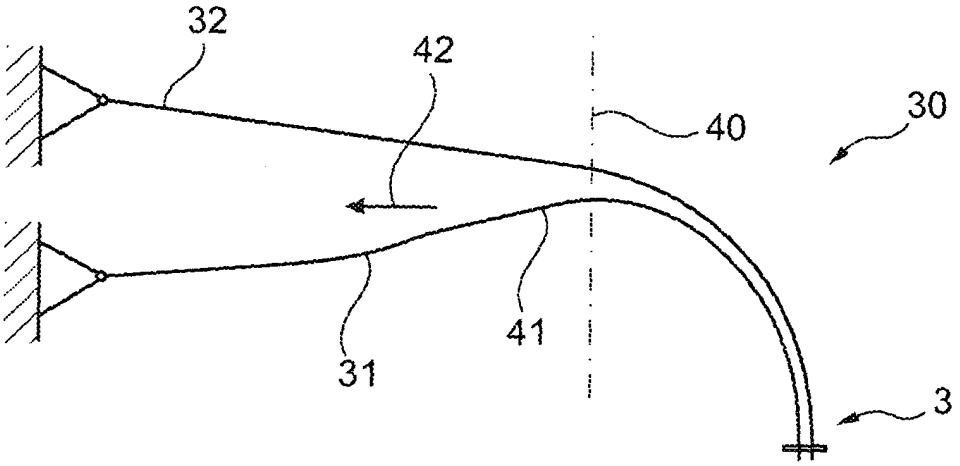


Fig. 3b

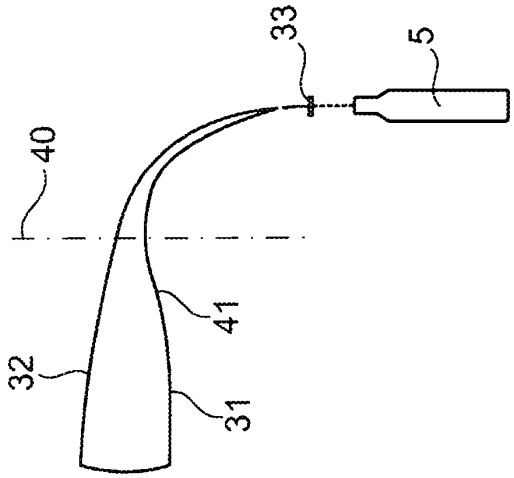


Fig. 4b

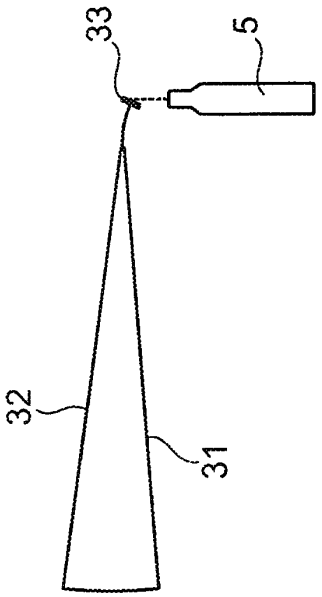


Fig. 4d

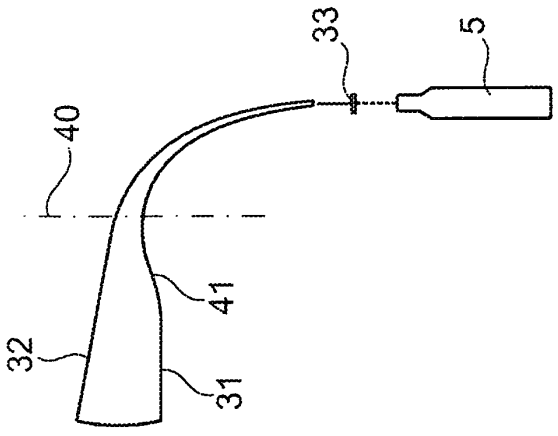


Fig. 4a

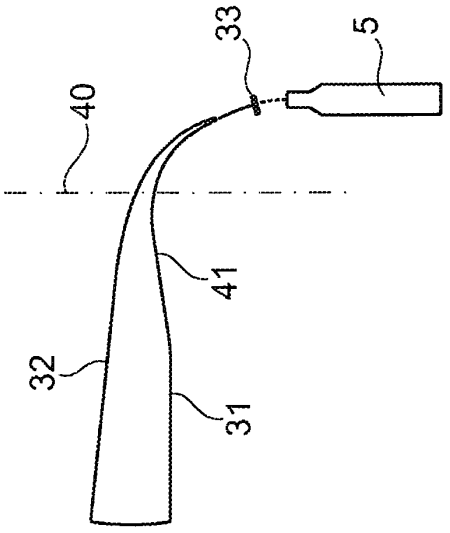


Fig. 4c

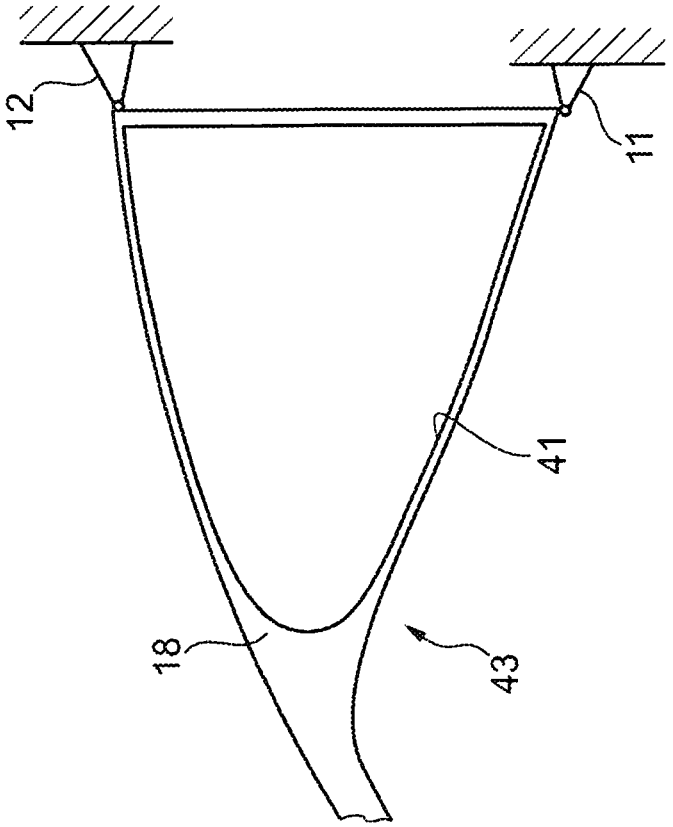


Fig. 5b

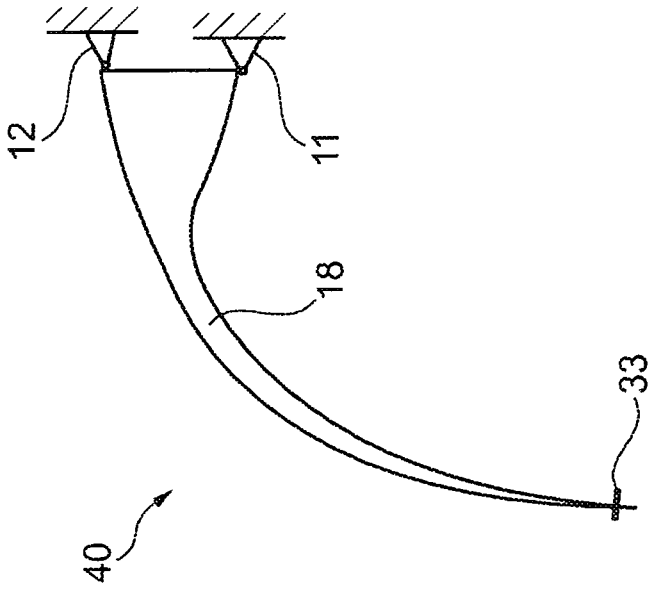


Fig. 5a

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1664552 A **[0006]**