



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 31 597 A1** 2005.02.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 31 597.7**
(22) Anmeldetag: **11.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **03.02.2005**

(51) Int Cl.7: **B62D 5/09**
B62D 5/083, B62D 5/12, B62D 5/24,
B62D 5/30, B62D 5/04

(71) Anmelder:
**ZF Lenksysteme GmbH, 73527 Schwäbisch
Gmünd, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 41 34 390 A1
EP 12 54 826 A2
WO 03/0 22 659 A1

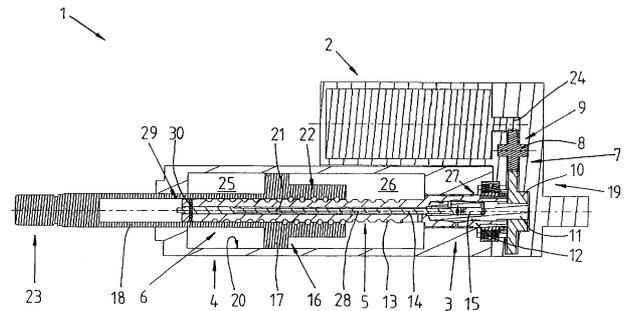
(72) Erfinder:
Hägele, Michael, 73432 Aalen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Aktuator, insbesondere Radaktuator mit einem Abtrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Aktuator (1), insbesondere einen Radaktuator für ein steer-by-wire-Lenkensystem eines Fahrzeugs. Ein oder mehrere Elektromotoren (2) treiben über ein Untersetzungsgetriebe (7) einen Drehschieber (11) oder eine Steuerbuchse (12) eines hydraulischen Stellventils (3) an. Das hydraulische Stellventil (3) misst Arbeitsräumen (25, 26) eines Servozyinders (4) des Aktuators (1) Druckmittel zu. Um den Bauraum des Aktuators (1) zu minimieren und Stellkräfte zu ermöglichen, die geeignet sind, den Aktuator (1) für ein Lenksystem für schwere PKW und Nutzkraftwagen einzusetzen, ist vorgesehen, das Untersetzungsgetriebe (7) zumindest zweistufig zu gestalten, wobei ein Zwischenrad (8) als erste Getriebestufe (9) zwischen einem Ritzel (24) des Elektromotors und einem Rad (10) dient. Das Rad (10) ist drehfest mit dem Drehschieber (11) oder der Steuerbuchse (12) des hydraulischen Stellventils (3) verbunden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Aktuator, insbesondere einen Radaktuator mit einem Abtrieb für ein steer-by-wire-Lenkssystem eines Fahrzeugs, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Die DE 195 41 749 C1 beschreibt einen Aktuator für ein Lenksystem, bei dem die mechanische Zwangskoppelung zwischen einer Lenkhandhabe und gelenkten Rädern eines Fahrzeugs aufgehoben ist. Hierbei wird ein vorzugsweise als Elektromotor ausgebildeter Stellmotor von einer Regeleinrichtung angesteuert. Der Stellmotor dient zur Ansteuerung eines Stellventils eines Servozylinders zur Lenkverstellung gelenkter Räder und wirkt auch direkt auf ein als Zahnstangentrieb ausgebildetes Lenkgetriebe. Der Aktuator weist somit stets zwei Abtriebe auf und ist mit einem Lenkgetriebe verknüpft.

[0003] Die DE 100 60 832 A1 beschreibt einen Aktuator einer Fremdkraftlenkung nach dem steer-by-wire-Prinzip, mit einem Elektromotor zum Antrieb eines hydraulischen Stellventils für einen Servozyylinder des Aktuators. Der Elektromotor ist so dimensioniert, dass er die Stellbewegung über ein Untersetzungsgetriebe, welches den Drehmomentenstrang über das hydraulische Stellventil zu einer Bewegungsschraube darstellt, bei Ausfall des Servozylinders alleine bewältigen kann. Der Aktuator wirkt über einen Abtrieb auf die gelenkten Räder. Sein Bauraum ist aufgrund des einstufigen Untersetzungsgetriebes nicht minimiert. Zudem eignet sich der Aktuator weniger für Lenksysteme von schweren Fahrzeugen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Aktuator der eingangs genannten Art zu schaffen, der bei minimiertem Bauraumbedarf sich für Lenksysteme schwerer PKW und Nutzkraftwagen eignet.

[0005] Die Aufgabe wird mit einem Aktuator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Dadurch, dass ein Untersetzungsgetriebe den Drehmomentenstrang zwischen dem Elektromotor und dem Abtrieb des Aktuators bildet, welches zumindest zweistufig ist, ist eine schmale Bauform des Aktuators ermöglicht. Ein Zwischenrad zwischen einem Ritzel des Elektromotors und einem Rad, welches drehfest mit einem Drehschieber oder einer Steuerbuchse des hydraulischen Stellventils verbunden ist, dient als erste Getriebestufe des Untersetzungsgetriebes. In einer bevorzugten Ausführungsform des Aktuators treibt das von dem Zwischenrad angetriebene Rad den Drehschieber des hydraulischen Stellventils an. Der Drehschieber ist drehfest mit dem als Schnecke ausgebildeten, axial unbeweglichen und die Drehbewegung in eine Translationsbewegung umformenden Bauelementes der Bewegungsschraube wirkverbunden. Die Längsachsen der Schnecke und des Drehschiebers sind bevorzugt kongruent.

[0007] Bevorzugte Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Die Schnecke durchragt eine Mutter und treibt diese in axialer Richtung zur Durchführung einer Stellbewegung des Abtriebs des Aktuators an. Als Abtrieb dient bevorzugt eine Stange oder Kolbenstange an der Mutter. Um den Aktuator besonders kompakt zu gestalten, ist vorgesehen, die Mutter als Kolben des Servozylinders auszubilden. Dabei nimmt die als Abtrieb des Aktuators dienende Kolbenstange die Schnecke auf. Das Untersetzungsgetriebe kann auch mehr als zwei Stufen aufweisen und ist bevorzugt als Stirnradgetriebe ausgebildet. Es kann auch als Keilriemen-, Keilrippenriemen-, oder Zahnriemengetriebe oder in anderer Form als Zugmittelgetriebe ausgeführt sein.

[0009] Die Bewegungsschraube kann auch durch einen Kugelumlauftrieb dargestellt sein. Durch die Anordnung des hydraulischen Stellventils im Kraftfluss zwischen dem Elektromotor und der Bewegungsschraube regelt das Stellventil automatisch den Druckmittelzu- und Abfluss an dem Servozyylinder.

[0010] Aus Redundanzgründen oder um den Bauraum des Aktuators an Erfordernisse bei der Montage anzupassen, kann es zweckmäßig sein, zwei oder mehrere Elektromotoren vorzusehen oder die elektrische Antriebsleistung auf zwei oder mehrere Elektromotoren zu verteilen.

[0011] Der Servozyylinder des Aktuators lässt sich in Stellkraft und Stellgeschwindigkeit an die Erfordernisse oder die Größe des Fahrzeugs anpassen. Der Servozyylinder kann auch in Abhängigkeit von der Einbausituation getrennt von dem Aktuator angeordnet sein.

[0012] Das Untersetzungsgetriebe ist in seiner Übersetzung ins Langsame so gewählt, dass bei Ausfall des

Servozyllinders durch die Elektromotoren eine Funktion des Aktuators gewährleistet ist und die gesetzlich vorgeschriebene Mindestlenkleistung für das jeweilige Fahrzeug durch den Aktuator erbringbar ist.

[0013] Zur Verdrehsicherung des Kolbens oder der Mutter und der Kolbenstange können verschiedene konstruktive Maßnahmen getroffen werden. Es kann zweckmäßig sein, die Lauffläche des Servozyllinders und den Kolben mit einer von der Kreisform abweichenden Querschnittsform auszustatten. Die Mutter kann in einer Linearführung geführt sein oder die Linearführung kann durch eine Stange erfolgen, die die Mutter in einer Bohrung durchgreift, wobei die Längsachse der Stange von der Längsachse der Mutter versetzt ist. Die Kolbenstange, die den Abtrieb des Aktuators bildet, kann über ein Gelenk oder Kreuzgelenk abgestützt sein.

[0014] Die Erfindung wird nun näher anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben und anhand der beiliegenden Zeichnung wiedergegeben.

[0015] Fig. 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Aktuator

[0016] In der Fig. 1 ist ein als Radaktuator für ein steer-by-wire-Lenksystem eines Fahrzeugs ausgebildeter Aktuator 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt.

[0017] Durch die Betätigung einer nicht gezeigten Lenkhandhabe des Fahrzeugs wird ein Sollwert für den gewünschten Lenkwinkel der gelenkten Räder des Fahrzeugs generiert. Eine Regel- und/oder Steuereinrichtung vergleicht den Sollwert mit einem Ist-Wert des Lenkwinkels und steuert einen Elektromotor 2 an. Der Elektromotor 2 stellt ein Motormoment über ein Ritzel 24 an ein Untersetzungsgetriebe 7 bereit. Das Untersetzungsgetriebe 7 ist zur Minimierung, insbesondere der Breite des Aktuators 1 zweistufig, als Stirnradgetriebe 19 mit einem Zwischenrad 8 als erste Getriebestufe 9 gebildet. Das Zwischenrad 8 reduziert die Drehzahl des Elektromotors 2 um ein Vielfaches und treibt ein Rad 10 an. Das Rad 10 ist drehfest mit einem Drehschieber 11 eines hydraulischen Stellventils 3 im Gehäuse des Aktuators 1 verbunden. Der Drehschieber 11 wirkt in bekannter Weise mit einer den Drehschieber 11 umschließenden Steuerbuchse 12 des hydraulischen Stellventils 3 zusammen und steuert einen Druckmittelfluss zu Arbeitsräumen 25, 26 eines Servozyllinders 4. Die Arbeitsräume 25, 26 liegen sich, durch einen Kolben 17 in dem Servozyllinder 4 getrennt, gegenüber.

[0018] Der Drehschieber 11 ist an einem, dem Untersetzungsgetriebe 7 zugewandt liegenden Ende 27 eines axial unbeweglichen, eine Drehbewegung in eine Translationsbewegung umformenden Bauelementes 5 einer Bewegungsschraube 6 angeordnet. Die Bewegungsschraube 6 dient zusammen mit dem Kolben 17, dessen Kolbenstange 18 und dem Servozyllinder 4 zur Darstellung einer linearen Stellbewegung des einzigen Abtriebs 23 – der Kolbenstange 18 – des Aktuators.

[0019] Das Bauelement 5 ist als Schnecke 13 gebildet und durchragt den in Richtung auf den Drehschieber 11 abgestuft gebildeten Kolben 17. Der Kolben 17 bildet zugleich eine Mutter oder Kugelumlaufmutter 16 eines Kugelumlaufs 22 der Bewegungsschraube 6. Die Längsachse 14 der Schnecke 13 ist somit kongruent zu der Längsachse 15 des Drehschiebers 11. Die Schnecke 13 erstreckt sich etwa über die gesamte Länge des Servozyllinders 4 und ist in der Kolbenstange 18 geführt.

[0020] Der Drehschieber 11 ist mit einem Drehstab 28, welcher im Inneren der Schnecke 13 über deren gesamte Länge angeordnet ist, mit der Schnecke 13 verbunden. Der Drehstab 28 ist zu diesem Zweck an seinem, dem Drehschieber 11 abgewandten Ende 29 mit einem Bolzen 30 mit der Schnecke 13 verbunden. Die Schnecke 13 ist wiederum einstückig mit der Steuerbuchse 12 des hydraulischen Stellventils 3 gebildet. Wird der Drehschieber 11 durch die drehelastische Verbindung über dem Drehstab 28 mit der Steuerbuchse 12 relativ zu der Steuerbuchse 12 verdreht, so verursacht das hydraulische Stellventil 3 eine Druckdifferenz von Druckmittel in den Arbeitsräumen 25, 26 des Servozyllinders 4, mit der Folge, dass eine Stellkraft auf den Kolben 17 mit der Kolbenstange 18 in die eine oder andere Richtung erzeugt wird. Die Stellkraft der Bewegungsschraube 6 und des Servozyllinders 4 werden somit addiert und können an der Kolbenstange 18 abgegriffen werden. Da das hydraulische Stellventil 3 nach den Getriebeübersetzungen des Untersetzungsgetriebes 7 angeordnet ist, ist die Anzahl der in Betrieb durch den Drehschieber 11 durchgeführten Umdrehungen, als auch die Drehzahl gering. Die Dichtungen am Außendurchmesser der Steuerbuchse 12 sind dadurch nicht sehr stark belastet.

[0021] Zur Verdrehsicherung des Kolbens 17 oder der Mutter 16 ist eine Linearführung in dem Servozyllinder 4 vorgesehen, wobei die Lauffläche 4 und der Kolben 17 eine von der Kreisform abweichende Querschnittsform aufweisen. Die Gesamtübersetzung von dem Ritzel 24 bis zu der Bewegungsschraube 6 ist so ausgelegt, dass bei Ausfall der hydraulischen Unterstützung des Servozyllinders 4 die Notlenkeigenschaften des

steer-by-wire-Lenksystems aufrechterhalten bleiben.

[0022] Zur Erfassung der Stellung der Kolbenstange **18** und zur Ermittlung eines Ist-Lenk winkels wird von der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung die Stellung des Ritzels **24**, des Zwischenrades **8** und die Drehschieberposition erfasst.

[0023] Der Aktuator **1** lässt sich auch als hydraulisch unterstützter Linearsteller für allgemeine Stellzylinderanwendungen nutzen.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Aktuator	26	Arbeitsraum
2	Elektromotor	27	Ende v. 5
3	Stellventil, hydraulisch	28	Drehstab
4	Servozyylinder	29	Ende
5	Bauelement	30	Bolzen
6	Bewegungsschraube	31	
7	Untersetzungsgetriebe	32	
8	Zwischenrad	33	
9	Getriebestufe, erste	34	
10	Rad	35	
11	Drehschieber	36	
12	Steuerbuchse	37	
13	Schnecke	38	
14	Längsachse v. 13	39	
15	Längsachse v. 11	40	
16	Mutter	41	
17	Kolben	42	
18	Kolbenstange	43	
19	Stirnradgetriebe	44	
20	Lauffläche v. 4	45	
21	Längsachse v. 16	46	
22	Kugelumlauf	47	
23	Abtrieb	48	
24	Ritzel	49	
25	Arbeitsraum	50	

Patentansprüche

1. Aktuator, insbesondere Radaktuator für ein steer-by-wire-Lenksystem eines Fahrzeugs, mit einem Elektromotor (2) zum Antrieb eines hydraulischen Stellventils (3) für einen Servozyylinder (4) des Aktuators (1) und zum Antrieb eines axial unbeweglichen, eine Drehbewegung in eine Translationsbewegung umformenden Bauelementes (5) einer Bewegungsschraube (6) des Aktuators (1), wobei ein Untersetzungsgetriebe (7) in dem Drehmomentenstrang zwischen dem Elektromotor (2), dem hydraulischen Stellventil (3) und der Bewe-

gungsschraube (6) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Untersetzungsgetriebe (7) zumindest zweistufig gebildet ist, wobei ein Zwischenrad (8) als erste Getriebestufe (9) dient und das Zwischenrad (8) ein Rad (10), welches drehfest mit einem Drehschieber (11) oder einer Steuerbuchse (12) des hydraulischen Stellventils (3) verbunden ist, antreibt.

2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rad (10) den Drehschieber (11) des hydraulischen Stellventils (3) antreibt, und der Drehschieber (11) rotatorisch mit dem axial unbeweglichen Bauelement (5) der Bewegungsschraube (6) wirkverbunden ist.

3. Aktuator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das axial unbewegliche Bauelement (5) der Bewegungsschraube (6) eine Schnecke (13) ist, deren Längsachse (14) kongruent zu der Längsachse (15) des Drehschiebers (11) ist und die Schnecke (13) eine Mutter (16) zur Durchführung einer axialen Stellbewegung des Aktuators (1) durchragt.

4. Aktuator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mutter (16) ein Kolben (17) mit Kolbenstange (18) des Servozyinders (4) bildet.

5. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Untersetzungsgetriebe (7) als Stirnradgetriebe (19), als Keilriemen-, Keilrippenriemen-, oder Zahnriemengetriebe ausgebildet ist.

6. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehrere Elektromotoren (2) zum Antrieb des hydraulischen Stellventils (3) und des axial unbeweglichen Bauelementes (5) der Bewegungsschraube (6) vorgesehen sind.

7. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Servozyylinder (4) getrennt zu der Bewegungsschraube (6) des Aktuators (1) angeordnet ist.

8. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Servozyylinder (4) an die Größe des Fahrzeugs angepasst ist.

9. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Untersetzungsgetriebe (7) so übersetzt ist, dass bei Ausfall des Servozyinders (4) der Elektromotor (2) eine Funktion des Aktuators (1) oder des Lenksystems des Fahrzeugs aufrecht erhalten kann.

10. Aktuator nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lauffläche (20) des Servozyinders (4) und der Kolben (17) eine von der Kreisform abweichende Querschnittsform aufweisen.

11. Aktuator nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verdrehsicherung der Mutter (16) eine Linearführung aus einer von der Längsachse (21) der Mutter (16) versetzt angeordnete Stange, die durch eine Bohrung der Mutter (16) ragt, vorgesehen ist.

12. Aktuator nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verdrehsicherung der Mutter (16) die Kolbenstange (18) über ein Gelenk oder ein Kreuzgelenk abgestützt ist.

13. Aktuator nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnecke (13) und die Mutter (16) über einen Kugelumlauf (22) wirkverbunden sind und der Aktuator (1) einen einseitigen Abtrieb (23) aufweist.

14. Lenksystem mit einem Aktuator und mit einem Elektromotor (2) zum Antrieb eines hydraulischen Stellventils (3) für einen Servozyylinder (4) des Aktuators (1) und zum Antrieb eines axial unbeweglichen, eine Drehbewegung in eine Translationsbewegung umformenden Bauelementes (5) einer Bewegungsschraube (6) des Aktuators (1), wobei ein Untersetzungsgetriebe (7) in dem Drehmomentenstrang zwischen dem Elektromotor (2), dem hydraulischen Stellventil (3) und der Bewegungsschraube (6) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Untersetzungsgetriebe (7) zumindest zweistufig gebildet ist, wobei ein Zwischenrad (8) als erste Getriebestufe (9) dient und das Zwischenrad (8) ein Rad (10), welches drehfest mit einem Drehschieber (11) oder einer Steuerbuchse (12) des hydraulischen Stellventils (3) verbunden ist, antreibt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

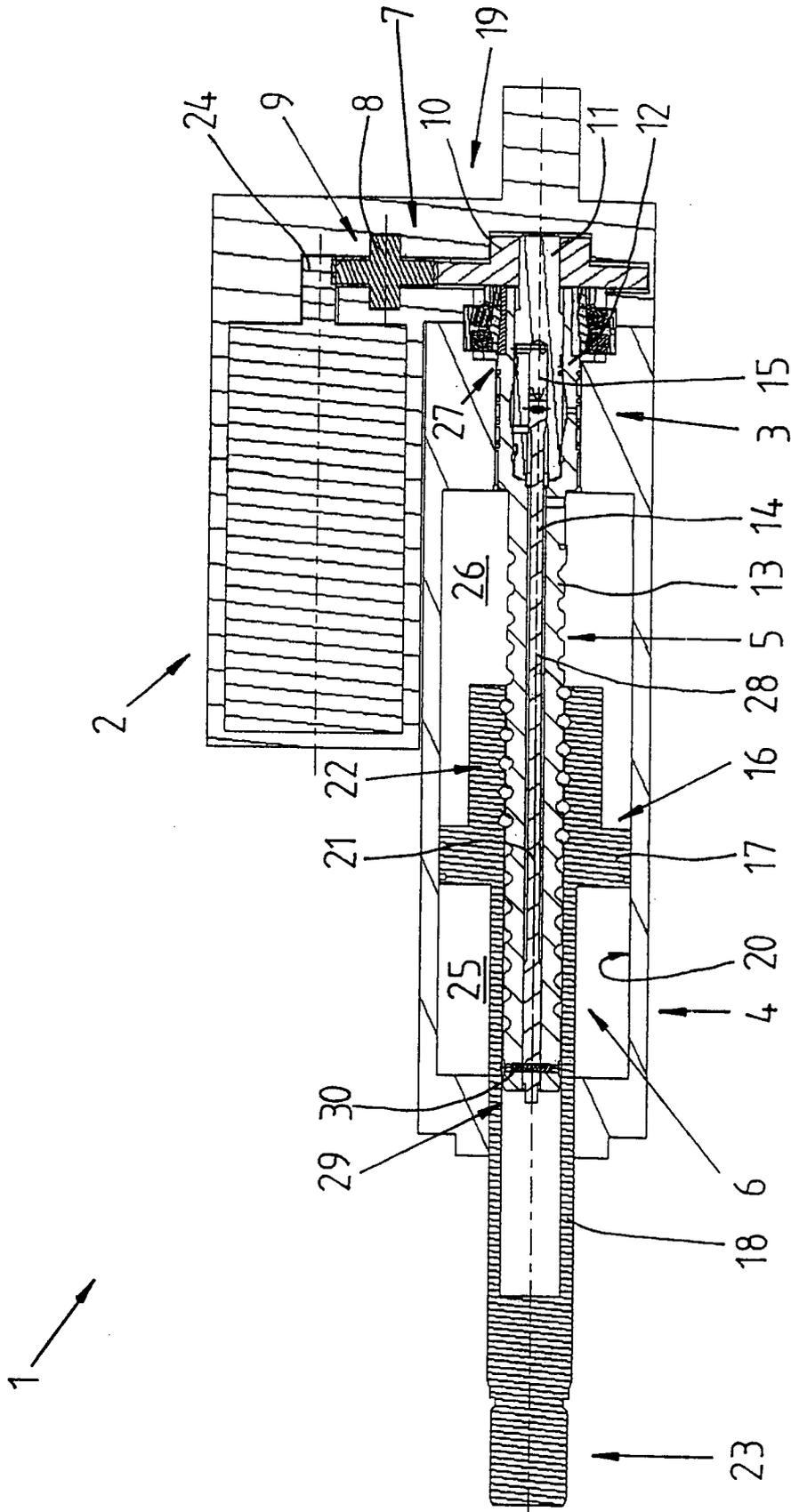


Fig.1