

(19)



(11)

EP 3 847 374 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

04.01.2023 Patentblatt 2023/01

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F15B 7/00^(2006.01) F15B 7/02^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F15B 7/001; F15B 7/02

(21) Anmeldenummer: **19753029.8**

(22) Anmeldetag: **08.08.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/071332

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/048723 (12.03.2020 Gazette 2020/11)

(54) **AKTORVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN AKTORVORRICHTUNG**

ACTUATOR DEVICE AND METHOD FOR OPERATING SUCH AN ACTUATOR DEVICE

DISPOSITIF ACTIONNEUR AINSI QUE PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN TEL DISPOSITIF ACTIONNEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **04.09.2018 DE 102018214970**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

14.07.2021 Patentblatt 2021/28

(73) Patentinhaber: **Metismotion GmbH**

81549 München (DE)

(72) Erfinder:

- **BACHMAIER, Georg**
80469 München (DE)

• **FRÖSE, Patrick**

80539 München (DE)

• **GERLICH, Matthias**

80636 München (DE)

• **ZÖLS, Wolfgang**

München 81249 (DE)

(74) Vertreter: **Hofstetter, Schurack & Partner**

Patent- und Rechtsanwaltskanzlei

PartG mbB

Balanstrasse 57

81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2017/178814

WO-A1-2018/146035

DE-A1- 19 705 893

KR-A- 20170 055 880

US-A- 4 698 971

EP 3 847 374 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aktorvorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Aktorvorrichtung.

[0002] Bei vielen sicherheitsrelevanten Anwendungen wie zum Beispiel Leistungsschaltern, Aufzügen, Robotern, Fördersystemen etc. sind Aktoren wie beispielsweise Sicherheitsschalter, Klemmeinheiten und/oder Bremsen vorteilhaft, die beispielsweise im Notfall das jeweilige System möglichst schnell kraft- und/oder spannungsfrei schalten und/oder durch ein gezieltes Bremsen schnell zum Stillstand bringen sollen. Oftmals werden Zeiten von weniger als 10 Millisekunden gefordert, um durch den jeweiligen Aktor einen gewünschten Zustand des Systems zu bewirken, das heißt beispielsweise um das System kraft- und/oder spannungsfrei zu schalten und/oder abzubremsen. Um den gewünschten Zustand durch den jeweiligen Aktor schnell einstellen zu können, können zum einen große Kräfte erforderlich sein. Zum anderen jedoch ist auch eine hohe funktionale Sicherheit des Aktors wünschenswert. Dies bedeutet, dass bei einem Ausfall der Spannungsversorgung oder bei einem Defekt einer Elektronik der jeweilige Aktor selbstständig einen Sicherungszustand einnehmen beziehungsweise in einen sicheren Zustand wechseln sollte.

[0003] Ein Bremsen, Freigeben und/oder Schalten erfolgt üblicherweise über ein Freigeben eines Kraftspeichers und/oder einer entsprechenden Kontaktkraft. Eine hierfür erforderliche potentielle Energie wird dabei mithilfe einer Spindel und/oder mithilfe eines Hydraulik- und/oder Pneumatikzylinders aufgebaut und über eine Auslöseeinheit freigegeben beziehungsweise zurückgesetzt. Damit erfolgt eine Krafterzeugung meist getrennt mithilfe einer Pumpe oder eines Elektromotors, und das Lösen mithilfe einer elektromechanischen Auslöseeinheit oder einem Ventil. Sieht beispielsweise die funktionale Sicherheit eine Zustandsüberwachung vor, dann ist zusätzlich noch ein Kraft-, Druck- und/oder Positionssensor vorteilhaft. Ferner sind bei Systemen mit höherer Kraftdichte Hydraulik- beziehungsweise Pneumatikkomponenten erforderlich, was jedoch aus unterschiedlichen Gründen insbesondere im Hinblick auf eine Medienversorgung, einen Wartungsaufwand und einen hohen Raumbedarf systemische Nachteile mit sich bringen kann oder auch untersagt wird.

[0004] Ein Beispiel einer Aktorvorrichtung mit zwei Festkörperaktoren, die ein Abtriebsselement mit einem Fluid beaufschlagen, ist aus der KR 2017 0055880 A bekannt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Aktorvorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Aktorvorrichtung zu schaffen, so dass durch die Aktorvorrichtung beziehungsweise durch das Verfahren ein gewünschter Zustand eines Systems beziehungsweise einer Einrichtung schnell und sicher herbeigeführt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der

unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Aktorvorrichtung, insbesondere für ein System beziehungsweise für eine Einrichtung. Durch die Aktorvorrichtung kann beispielsweise ein gewünschter und insbesondere sicherer Zustand des Systems in kurzer Zeit bewirkt, insbesondere eingestellt, werden. Der gewünschte Zustand kann durch die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung schnell und besonders sicher eingestellt beziehungsweise bewirkt werden, da eine besonders hohe funktionale Sicherheit der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung selbst realisiert werden kann.

[0008] Hierzu weist die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung wenigstens ein Abtriebsselement auf, welches mit einem Fluid, insbesondere mit einer Flüssigkeit, beaufschlagbar und dadurch in eine Haltestellung bewegbar sowie beispielsweise entgegen einer auf das Abtriebsselement wirkenden Belastung in der Haltestellung zu halten ist, das heißt gehalten werden kann. Die Aktorvorrichtung kann somit beispielsweise über das Abtriebsselement eine der Belastung entgegengewirkende Gegenkraft bereitstellen, um dadurch beispielsweise das zuvor genannte System insbesondere dann, wenn sich das System in einem Normalbetrieb befindet und keine Fehlfunktion aufweist, in einem ersten Zustand des Systems zu halten.

[0009] Die genannte Belastung ist beispielsweise eine Kraft und/oder ein Drehmoment und/oder eine andere Last, die beispielsweise, insbesondere bei dem Normalbetrieb, von wenigstens einem Bauelement des Systems auf die Aktorvorrichtung, insbesondere auf das Abtriebsselement, wirken kann. In vollständig hergestelltem Zustand des Systems kann das System die Aktorvorrichtung umfassen. Mit anderen Worten kann im vollständig hergestellten Zustand des Systems die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung Bestandteil des Systems sein.

[0010] Die Aktorvorrichtung umfasst darüber hinaus wenigstens zwei Festkörperaktoren. Beispielsweise wird einer der Festkörperaktoren auch als erster Festkörperaktor bezeichnet, wobei der andere der Festkörperaktoren auch als zweiter Festkörperaktor bezeichnet wird. Die Festkörperaktoren sind beziehungsweise werden abwechselnd ansteuerbar beziehungsweise angesteuert. Durch das abwechselnde Ansteuern der Festkörperaktoren ist durch die Festkörperaktoren das Fluid zu dem Abtriebsselement zu fördern, wodurch das Abtriebsselement mit dem Fluid beaufschlagbar ist beziehungsweise beaufschlagt wird. Dadurch, dass die Festkörperaktoren, welche einfach auch als Aktoren bezeichnet werden, abwechselnd angesteuert werden, wird beispielsweise der jeweilige Festkörperaktor für sich betrachtet abwechselnd angesteuert und nicht angesteuert. Somit wechseln sich aktive Phasen und inaktive Phasen des jeweiligen Aktors aufeinanderfolgend ab, sodass auf eine jeweilige aktive Phase des jeweiligen Aktors eine jeweilige

inaktive Phase des jeweiligen Aktors folgt. Während beziehungsweise in der aktiven Phase wird der jeweilige Aktor angesteuert. Mit anderen Worten erfolgt in beziehungsweise während der jeweiligen aktiven Phase des jeweiligen Aktors ein Ansteuern des jeweiligen Aktors, wobei in beziehungsweise während der jeweiligen inaktiven Phase ein Ansteuern des jeweiligen Aktors unterbleibt. Da die Aktoren abwechselnd angesteuert werden, befindet sich beispielsweise der erste Festkörperaktor in seiner aktiven Phase, während sich der zweite Festkörperaktor in seiner inaktiven Phase befindet, und der erste Festkörperaktor befindet sich in einer inaktiven Phase, während sich der zweite Festkörperaktor in seiner aktiven Phase befindet. Beispielsweise liegt zwischen zwei direkt beziehungsweise unmittelbar aufeinanderfolgenden aktiven Phasen des jeweiligen Aktors genau eine inaktive Phase des jeweiligen Aktors, und zwischen zwei unmittelbar beziehungsweise direkt aufeinanderfolgenden inaktiven Phasen des jeweiligen Aktors liegt genau eine aktive Phase des jeweiligen Aktors. Unter dem Merkmal, dass die zwei aktiven beziehungsweise inaktiven Phasen unmittelbar beziehungsweise direkt aufeinanderfolgen, ist zu verstehen, dass zwischen den zwei unmittelbar beziehungsweise direkt aufeinanderfolgenden aktiven beziehungsweise inaktiven Phasen keine weiteren anderen aktiven beziehungsweise inaktiven Phasen liegen.

[0011] Bei dem Fluid kann es sich um ein Gas handeln. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Fluid jedoch um eine, insbesondere zumindest im Wesentlichen inkompressible, Flüssigkeit, sodass das Abtriebsselement beispielsweise ein hydraulisches Abtriebsselement beziehungsweise ein hydraulisch betätigbares oder betreibbares Abtriebsselement ist.

[0012] Die Aktorvorrichtung umfasst darüber hinaus ein den Festkörperaktoren gemeinsames Koppellement sowie wenigstens einen Abführkanal, über welchen das Fluid von dem Abtriebsselement abführbar ist. Mit anderen Worten kann das Fluid, welches durch den jeweiligen Aktor zu dem Abtriebsselement gefördert wird beziehungsweise gefördert wurde, um dadurch beispielsweise das Abtriebsselement mit dem Fluid zu beaufschlagen und in die Haltestellung zu bewegen beziehungsweise in der Haltestellung zu halten, von dem Abtriebsselement abgeführt werden. Darüber hinaus weist die Aktorvorrichtung wenigstens ein beispielsweise als Rückschlagventil ausgebildetes Ventilelement auf, welches zwischen wenigstens einem den Abführkanal versperrenden Schließzustand und wenigstens einem den Abführkanal freigebenden Offenzustand verstellbar ist. Dies bedeutet, dass in dem Schließzustand der Abführkanal durch das Ventilelement versperrt, das heißt fluidisch versperrt oder fluidisch verschlossen ist, sodass der Abführkanal nicht von dem Fluid durchströmt werden kann. In dem Offenzustand jedoch gibt das Ventilelement den Abführkanal frei, sodass in dem Offenzustand Fluid durch den Abführkanal hindurchströmen kann. Der Schließzustand korrespondiert beispielsweise mit we-

nigstens einer Schließstellung des Ventilelements, wobei der Offenzustand beispielsweise mit wenigstens einer Offenstellung des Ventilelements korrespondiert. Das Ventilelement ist beispielsweise, insbesondere translatorisch und/oder rotatorisch, zwischen der Schließstellung und der Offenstellung bewegbar, insbesondere relativ zu einem Gehäuse einer Ventileinrichtung, die beispielsweise das Gehäuse, welches auch als Ventilgehäuse bezeichnet wird, und das Ventilelement umfasst.

[0013] In dem Schließzustand ist unter durch das Ventilelement bewirktem Versperren des Abführkanals das Abtriebsselement durch das Fluid, insbesondere entgegen der Belastung, in der Haltestellung zu halten. Mit anderen Worten, befindet sich das Ventilelement in dem Schließzustand, so kann kein Fluid oder keine übermäßige Menge des Fluids von dem Abtriebsselement abströmen beziehungsweise aus dem Abtriebsselement ausströmen, wodurch das Abtriebsselement durch das Fluid, welches das Abtriebsselement beaufschlagt beziehungsweise sich beispielsweise in dem Abtriebsselement befindet, in der Haltestellung gehalten wird.

[0014] In dem Offenzustand jedoch lässt das Ventilelement ein Abführen des Fluids von dem Abtriebsselement über den Abführkanal und dadurch eine beispielsweise der Belastung ausweichende Bewegung des Abtriebsselements aus der Haltestellung in wenigstens eine von der Haltestellung unterschiedliche Ausweichstellung zu. Mit anderen Worten, da das Ventilelement den Abführkanal in dem Offenzustand freigibt, kann das Fluid beziehungsweise kann eine gegenüber dem Schließzustand größere Menge des Fluids von dem Abführelement abströmen beziehungsweise wegströmen, da das Fluid den Abführkanal durchströmen kann. In der Folge wird das Abtriebsselement nicht mehr durch das Fluid entgegen der Belastung in der Haltestellung gehalten, sodass das Abtriebsselement der Belastung ausweichen kann beziehungsweise ausweicht und, insbesondere durch die Belastung, aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt wird. Mit anderen Worten kann das Abtriebsselement in dem Offenzustand des Ventilelements der Belastung ausweichen und sich somit in die Ausweichstellung bringen. Hierdurch lässt beispielsweise das Abtriebsselement eine Bewegung des zuvor genannten Bauelements des Systems aus einer ersten Position, die das Bauelement in dem ersten Zustand einnimmt, in eine von der ersten Position unterschiedliche zweite Position zu, die das Bauelement beispielsweise in einem von dem ersten Zustand unterschiedlichen zweiten Zustand einnimmt. Die Aktorvorrichtung kann somit einen Übergang des Systems aus dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zulassen beziehungsweise bewirken. Mit anderen Worten kann die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung ein Umschalten des Systems von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand schnell, robust und funktionssicher bewirken, insbesondere indem eine Verstellung des Ventilelements aus dem Schließzustand in den Offenzustand zugelassen beziehungsweise bewirkt

wird.

[0015] Der zweite Zustand ist beispielsweise ein Fehler- oder Sicherheitszustand, in welchem das System kraft- und/oder spannungsfrei ist und/oder gebremst wird, um beispielsweise aus einem Fehler oder Defekt des Systems resultierende Folgen vermeiden oder zumindest gering halten zu können.

[0016] Dabei ist das Ventilelement über das Koppellement vom jeweiligen Festkörperaktor durch das jeweilige Ansteuern des Festkörperaktors betätigbar und dadurch in den Schließzustand bringbar. Beispielsweise ist das Ventilelement über das Koppellement vom jeweiligen Festkörperaktor durch das jeweilige Ansteuern des Festkörperaktors betätigbar und dadurch in den Schließzustand bringbar und in dem Schließzustand zu halten. Mit anderen Worten, beispielsweise in einem Ausgangszustand der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung unterbleiben sowohl ein Ansteuern des ersten Festkörperaktors als auch ein Ansteuern des zweiten Festkörperaktors, sodass sich das Ventilelement von dem Ausgangszustand in den Offenzustand des Ventilelements befindet. Werden dann die Festkörperaktoren auf die beschriebene Weise abwechselnd angesteuert, insbesondere elektrisch angesteuert, so wird das Ventilelement aus dem Offenzustand in den Schließzustand durch die Festkörperaktoren gebracht, insbesondere bewegt, und beispielsweise in dem Schließzustand gehalten. Außerdem wird durch die Festkörperaktoren das Fluid zu dem Abtriebsselement gefördert, insbesondere gepumpt, wodurch das Abtriebsselement mit dem Fluid beaufschlagt wird. Dadurch wird beispielsweise das Abtriebsselement aus der Ausweichstellung in die Haltestellung bewegt, wodurch beispielsweise das Bauelement aus der zweiten Position in die erste Position bewegt wird. Außerdem wird das Abtriebsselement in der Haltestellung gehalten, und auch das Bauelement wird in der ersten Position gehalten. Dadurch wird beispielsweise das System in den ersten Zustand gebracht und in dem ersten Zustand gehalten.

[0017] Kommt es dann beispielsweise zu einem Fehlerfall, aus welchem resultiert, dass sowohl eine Ansteuerung des ersten Festkörperaktors als auch eine Ansteuerung des zweiten Festkörperaktors gleichzeitig unterbleiben, so wird durch die Festkörperaktoren kein Fluid mehr zu dem Abtriebsselement gefördert, und die Festkörperaktoren lassen eine Verstellung des Ventilelements aus dem Schließzustand in den Offenzustand zu. Wie zuvor beschrieben kann sich dann das Abtriebsselement, insbesondere unter der Belastung, aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegen, und das System kommt in den sicheren zweiten Zustand.

[0018] Durch das jeweilige Ansteuern des jeweiligen Aktors wird der jeweilige Aktor beispielsweise ausgelenkt, das heißt verformt und dabei beispielsweise vergrößert. Durch die jeweilige Ansteuerung des jeweiligen Aktors wird beispielsweise ein vollständiges oder aber nur ein halbes Auslenken des jeweiligen Aktors bewirkt. Mit anderen Worten wird beispielsweise der jeweilige Ak-

tor durch das jeweilige Ansteuern nur teilweise, nur halb oder vollständig ausgelenkt. Insbesondere ist es denkbar, dass beide Festkörperaktoren nur teilweise, insbesondere nur halb, ausgelenkt werden oder es wird nur einer der Festkörperaktoren, insbesondere vollständig, ausgelenkt.

[0019] Zu den Festkörperaktoren gehören im Rahmen der Erfindung beispielsweise Polymeraktoren, Piezoaktoren und Formgedächtnislegierungsaktoren, das heißt solche Aktoren, welche zumindest aus einer Formgedächtnislegierung gebildet sind beziehungsweise wenigstens eine Formgedächtnislegierung umfassen.

[0020] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Festkörperaktoren zum einen eine hohe funktionelle Sicherheit aufweisen und zum anderen eine sehr hohe Kraftdichte besitzen. Ein Nachteil von herkömmlichen Festkörperaktoren ist jedoch, dass beispielsweise durch Ansteuern eines Festkörperaktors eine nur geringe Auslenkung des Festkörperaktors bewirkbar ist. Unter dem Ansteuern ist beispielsweise zu verstehen, dass bei dem Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors elektrische Energie, insbesondere elektrische Spannung, an den jeweiligen Festkörperaktor angelegt wird oder ein Anlegen einer solchen elektrischen Spannung an jeweiligen Festkörperaktoren unterbleibt beim jeweiligen Ansteuern. Somit ist es beispielsweise während beziehungsweise in der jeweiligen aktiven Phase vorgesehen, dass an dem jeweiligen Festkörperaktor elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, anliegt beziehungsweise angelegt wird. Somit ist es beispielsweise in beziehungsweise während der jeweiligen inaktiven Phase vorgesehen, dass ein Anlegen von elektrischer Energie beziehungsweise einer elektrischen Spannung an den jeweiligen Festkörperaktor unterbleibt. Umgekehrt ist es ebenfalls möglich. Durch das Ansteuern des jeweiligen Aktors wird eine Verformung und somit eine Auslenkung des jeweiligen Aktors bewirkt.

[0021] Um beispielsweise den Nachteil der geringen Auslenkung beziehungsweise der geringen mechanischen Energie zu kompensieren, kann vorgesehen sein, Auslenkungen und somit die gespeicherte potentielle Energie des jeweiligen Festkörperaktors über mehrere, beispielsweise auch als Spannungszyklen ausgebildete Zyklen zu integrieren. Ein Freigeben muss in der Regel jedoch direkt, das heißt ohne Migration, erfolgen, da ansonsten ein Freigeben mit einer hohen Geschwindigkeit beziehungsweise in kurzer Zeit nur sehr schwierig realisierbar ist.

[0022] Die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung ermöglicht nun ein besonders schnelles Freigeben eines Übergangs des Systems von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand, da beide Festkörperaktoren über das den Festkörperaktoren gemeinsame Koppellement auf das den Festkörperaktoren gemeinsame Ventilelement einwirken können. Mit anderen Worten ermöglicht es dadurch die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung, das System im Hinblick auf einen Übergang von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand besonders schnell bezie-

hungsweise in besonders kurzer Zeit freizugeben, so dass beispielsweise ausgehend von dem ersten Zustand der besonders sichere zweite Zustand des Systems besonders schnell und somit in kurzer Zeit zugelassen beziehungsweise eingestellt werden kann.

[0023] Mit anderen Worten ermöglicht es die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung, das System in kurzer Zeit und somit besonders schnell von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand übergehen zu lassen beziehungsweise einen solchen Übergang zu bewirken. In dem zweiten Zustand ist das System beispielsweise kraft- und/oder spannungsfrei und/oder es erfolgt ein Bremsen des Systems, sodass ein besonders sicherer Zustand eingestellt werden kann.

[0024] Um eine besonders hohe funktionale Sicherheit der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung zu realisieren, ist es bei einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Aktorvorrichtung wenigstens ein Reservoir zum Aufnehmen und Speichern des Fluids aufweist.

[0025] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass dem jeweiligen Festkörperaktor wenigstens oder genau ein Antriebselement zugeordnet ist, welches durch den jeweiligen Festkörperaktor und durch Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors betätigbar, insbesondere bewegbar ist, wodurch das Fluid durch das jeweilige Antriebselement mit dem Abtriebselement zu fördern ist. Dadurch kann beispielsweise das Abtriebselement auch entgegen besonders hoher Belastungen in die Haltestellung bewegt beziehungsweise in der Haltestellung gehalten werden, sodass eine besonders hohe funktionale Sicherheit der Aktorvorrichtung darstellbar ist.

[0026] Das Reservoir ist beispielsweise zusätzlich zu den Aktoren, zusätzlich zu den Antriebselementen und zusätzlich zu dem Abtriebselement vorgesehen, sodass ein besonders sicherer Betrieb gewährleistet werden kann.

[0027] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist in der jeweiligen, auf die jeweilige Ansteuerung des jeweiligen Festkörperaktors folgenden inaktiven Phase des jeweiligen Festkörperaktors das Fluid aus dem Reservoir durch das Antriebselement ansaugbar und durch darauf folgendes Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors, das heißt in der jeweiligen aktiven Phase des jeweiligen Festkörperaktors, durch das Antriebselement von dem jeweiligen Antriebselement zum Abtriebselement zu fördern. Hierdurch können beispielsweise die Aktoren und mit diesen die Antriebselemente besonders schnell zwischen der jeweiligen aktiven Phase und der jeweiligen inaktiven Phase umgeschaltet werden, da beispielsweise die Entstehung eines übermäßigen Unterdrucks im jeweiligen Antriebselement vermieden werden kann.

[0028] Der Abführkanal ist beispielsweise fluidisch mit dem Reservoir verbunden beziehungsweise mündet in das Reservoir, sodass beispielsweise das Fluid, das unter Freigeben des Abführkanals von dem Abtriebselement weg- beziehungsweise abströmt, in das Reservoir

strömt und somit in dem Reservoir gesammelt und gespeichert werden kann.

[0029] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass ein erstes der Antriebselemente in der auf die Ansteuerung des dem ersten Antriebselement zugeordneten Festkörperaktors folgenden inaktiven Phase über das Koppellement aktiv durch den dem zweiten Antriebselement zugeordneten Festkörperaktor infolge des Ansteuerns des dem zweiten Antriebselement zugeordneten Festkörperaktors derart bewegbar ist beziehungsweise bewegt wird, dass das erste Antriebselement das Fluid aus dem Reservoir ansaugt. Beispielsweise ist dem ersten Antriebselement der erste Festkörperaktor zugeordnet, und dem zweiten Antriebselement ist der zweite Festkörperaktor zugeordnet. Der zweite Festkörperaktor beziehungsweise dessen Ansteuerung bewirkt somit, dass das erste Antriebselement über das Koppellement durch den zweiten Festkörperaktor derart bewegt wird, dass das erste Antriebselement das Fluid aus dem Reservoir ansaugt. Dementsprechend bewirkt beispielsweise der erste Festkörperaktor beziehungsweise dessen Ansteuern, dass das zweite Antriebselement über das Koppellement durch den ersten Festkörperaktor derart bewegt wird, dass das zweite Antriebselement Fluid aus dem Reservoir ansaugt. Während beispielsweise das erste Antriebselement Fluid aus dem Reservoir ansaugt, fördert das zweite Antriebselement das Fluid von dem zweiten Antriebselement zu dem Abtriebselement. Umgekehrt ist beispielsweise vorgesehen, dass dann, wenn das zweite Antriebselement Fluid aus dem Reservoir ansaugt, das erste Antriebselement Fluid von dem ersten Antriebselement zu dem Abtriebselement fördert. Hierdurch kann das System besonders robust in dem ersten Zustand gehalten werden. Gleichzeitig kann ein besonders schneller Übergang des Systems von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zugelassen beziehungsweise bewirkt werden.

[0030] Das jeweilige Antriebselement ist beispielsweise, insbesondere relativ zu dem jeweiligen Antriebsgehäuse, translatorisch bewegbar, insbesondere entlang einer Bewegungsrichtung. Dabei kann das jeweilige Antriebselement beispielsweise als Kolben ausgebildet sein, wobei das jeweilige Antriebselement beispielsweise einen jeweiligen Zylinder beziehungsweise einen jeweiligen Aufnahmeraum begrenzt, in welchem das Antriebselement bewegbar angeordnet sein kann.

[0031] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein erster Bereich, in welchem das jeweilige Antriebselement durch Ansteuern des jeweils zugeordneten Festkörperaktors, insbesondere translatorisch, bewegbar ist, gegen das jeweilige Antriebselement und/oder gegen einen zweiten Bereich, in welchem die Festkörperaktoren angeordnet sind, durch eine, insbesondere elastisch verformbare und mit dem jeweiligen Antriebselement mitbewegbare, Membran abgedichtet. Hierdurch kann eine besonders hohe funktionale Sicherheit der Aktorvorrichtung gewährleistet werden.

[0032] Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft ge-

zeigt, wenn das Koppellement in dem ersten Bereich angeordnet ist. Hierdurch kann ein besonders schneller Übergang von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand gewährleistet werden.

[0033] Um eine besonders hohe funktionale Sicherheit der Aktorvorrichtung gewährleisten zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das Koppellement in eine jeweilige Ausnehmung des jeweiligen Antriebselements eingreift. Alternativ oder zusätzlich ist es vorgesehen, dass das Koppellement mit dem jeweiligen Antriebselement mitbewegbar ist.

[0034] Als weiterhin besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn sich die Antriebselemente hinsichtlich ihrer jeweiligen, fluidisch, insbesondere hydraulisch, wirkenden Fläche zum Fördern des beispielsweise als Flüssigkeit ausgebildeten Fluids voneinander unterscheiden. Die fluidisch wirksame Fläche verläuft beispielsweise senkrecht zur Bewegungsrichtung, sodass durch Bewegen des Antriebselements auf das Fluid über Fläche von dem jeweiligen Antriebselement eine Kraft beziehungsweise ein Druck auf das Fluid ausgeübt wird oder werden kann, wobei durch die Kraft beziehungsweise durch den Druck das Fluid gefördert wird.

[0035] Eine der Flächen weist einen ersten Wert auf, wobei die andere Fläche einen gegenüber dem ersten Wert größeren oder kleineren Wert aufweist. Somit ist die zweite Fläche größer oder kleiner als die eine Fläche. Ist beispielsweise die eine Fläche größer als die andere Fläche, so kann durch das die eine Fläche aufweisende Antriebselement das Fluid mit einer großen Kraft gefördert werden. Insbesondere kann das Fluid durch das die eine Fläche aufweisende Antriebselement mit einer größeren Kraft, jedoch mit einer geringeren Geschwindigkeit als durch das die andere Fläche aufweisende Antriebselement gefördert werden. Durch das die andere Fläche aufweisende Antriebselement hingegen kann das Fluid besonders schnell oder schneller, jedoch mit einer geringeren Kraft als durch das die eine Fläche aufweisende Antriebselement gefördert werden. Dadurch kann das Fluid besonders bedarfsgerecht gefördert werden.

[0036] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Festkörperaktoren über das Koppellement miteinander gekoppelt. Dadurch kann beispielsweise sichergestellt werden, dass das Ventilelement durch einen der Aktoren in dem Schließzustand gehalten wird, während sich der jeweils andere Aktor in seiner inaktiven Phase befindet, wobei sich währenddessen beispielsweise der eine Aktor in seiner aktiven Phase befindet und umgekehrt. Dadurch kann eine besonders hohe funktionale Sicherheit der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung gewährleistet werden.

[0037] Als weiterhin besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Festkörperaktoren über das Koppellement und über die Antriebselemente miteinander gekoppelt sind. Dadurch kann ein besonders bauraumgünstiger Aufbau gewährleistet werden, sodass eine besonders hohe funktionale Sicherheit realisiert werden kann.

[0038] Ferner ist es denkbar, dass die Festkörperaktoren über das Koppellement und unter Umgehung der Antriebselemente miteinander gekoppelt sind. Dadurch können die Aktoren besonders schnell zwischen der jeweiligen aktiven Phase und der jeweiligen inaktiven Phase wechseln.

[0039] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Aktorvorrichtung eine auch als Steuereinheit, Steuergerät oder Steuereinrichtung bezeichnete elektronische Recheneinrichtung, welche dazu ausgebildet ist, die Festkörperaktoren abwechselnd anzusteuern, sodass bei dem Ansteuern eines der Festkörperaktoren das Ansteuern des jeweils anderen Aktors unterbleibt und umgekehrt. Hierdurch können die Festkörperaktoren als Pumpe arbeiten, um das Fluid zu dem Abtriebselement zu fördern, insbesondere zu pumpen, und somit das Abtriebselement, insbesondere entgegen der Belastung, in der Haltestellung zu halten. Gleichzeitig kann der jeweilige, sich in seiner aktiven Phase befindende Festkörperaktor das Ventilelement in dem Schließzustand halten, während sich der jeweils andere Festkörperaktor in seiner inaktiven Phase befindet. Ein unerwünschtes Verstellen des Ventilelements aus dem Schließzustand in den Offenzustand kann somit effektiv verhindert werden.

[0040] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Recheneinrichtung dazu ausgebildet ist, den jeweiligen Festkörperaktor mit einem sinusförmigen elektrischen Strom anzusteuern, wobei die sinusförmigen Ströme zum Ansteuern der Festkörperaktoren um 180 Grad zueinander phasenverschoben sind. Dadurch kann eine besonders einfache, energieeffiziente sowie robuste Ansteuerung gewährleistet werden, sodass eine besonders hohe Robustheit der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung darstellbar ist.

[0041] Vorzugsweise sind die sinusförmigen Ströme um einen Winkelbetrag zueinander phasenverschoben, wobei der Winkelbetrag 360 Grad geteilt durch die Anzahl der Festkörperaktoren entspricht. Mit anderen Worten ergibt sich der Winkelbetrag dadurch, dass 360 Grad durch die Anzahl der Festkörperaktoren geteilt wird. Weist somit die Aktorvorrichtung genau zwei Festkörperaktoren in Form der zuvor genannten Festkörperaktoren auf, so beträgt der Winkelbetrag 180 Grad. Weist die Aktorvorrichtung beispielsweise genau drei Festkörperaktoren auf, so beträgt der Winkelbetrag 120 Grad. Weist die Aktorvorrichtung beispielsweise genau vier Festkörperaktoren auf, so beträgt der Winkelbetrag 90 Grad.

[0042] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der jeweilige Festkörperaktor als ein piezoelektrischer Aktor ausgebildet, wodurch eine besonders hohe Robustheit und somit eine hohe funktionale Sicherheit der Aktorvorrichtung gewährleistet werden können.

[0043] Um beispielsweise unerwünschte, temperaturbedingte Verformungen der Aktoren und/oder Verstellungen des Ventilelements vermeiden zu können, hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn die Festkörperaktoren

in einem auch als Aktorgehäuse bezeichneten Gehäuse angeordnet sind, welches aus Invar gebildet ist. Unter Invar ist ein Material oder Werkstoff zu verstehen, welcher beispielsweise eine Eisen-Nickel-Legierung ist oder eine solche Eisen-Nickel-Legierung zumindest umfasst. Insbesondere ist unter Invar eine Eisen-Nickel-Legierung mit einem sehr geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu verstehen. Invar weist beispielsweise 64 Volumen- oder Gewichts-Prozent Eisen und 36 Volumen- oder Gewichts-Prozent Nickel auf. Andere Bezeichnungen für Invar sind beispielsweise Invar 36, Nilo Alloy 36, Nilvar, NS 36, Permalloy D, Radiometal 36 oder Vacodil 36. Invar hat beispielsweise die Werkstoffnummer 1.3912. Insbesondere kann Invar 65 Gewichts- oder Volumen-Prozent Eisen und 35 Volumen- oder Gewichts-Prozent Nickel aufweisen. Insbesondere ist es denkbar, dass Invar Nickel in einem Bereich von einschließlich 33 Gewichts- oder Volumen-Prozent bis einschließlich 36 Gewichts- oder Volumen-Prozent sowie Eisen in einem Bereich von einschließlich 62 Gewichts- oder Volumen-Prozent bis einschließlich 65 Gewichts- oder Volumen-Prozent aufweist. Ferner kann Invar Kobalt in einem Bereich von einschließlich 4 Gewichts- oder Volumen-Prozent bis einschließlich 5 Gewichts- oder Volumen-Prozent aufweisen.

[0044] Sind beispielsweise besonders hohe Leistungen vorgesehen oder erforderlich, so kann die Aktorvorrichtung besonders einfach um weitere Festkörperaktoren erweitert werden, sodass die Aktorvorrichtung mehr als zwei Festkörperaktoren ohne weiteres aufweisen kann. Durch die Anordnung der Festkörperaktoren in dem Gehäuse aus Invar kann eine zumindest im Wesentlichen konstante und konstant hohe Leistungsfähigkeit der Aktorvorrichtung geschaffen werden, insbesondere zumindest im Wesentlichen abhängig von Temperatureinflüssen. Dies hat sich besonders bei der Verwendung der Aktorvorrichtung in einem Bremssystem oder für ein Bremssystem als vorteilhaft gezeigt, da es herkömmlicherweise gerade bei Bremssystemen schwierig ist, unabhängig von der Nutzung und damit Erwärmung gleichbleibender Ansprechzeiten und Kräfte zu gewährleisten. Dies ist durch Einsatz der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung nun möglich.

[0045] Ein großer Vorteil der erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung liegt in der Möglichkeit, eine konsequente Elektrifizierung von Sicherheitssystemen realisieren zu können. Mit anderen Worten kann die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung besonders vorteilhaft für ein Sicherheitssystem realisiert werden, um den sicheren zweiten Zustand schnell und robust herbeiführen zu können. Im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen können pneumatische und/oder hydraulische Komponenten entfallen, und es lässt sich eine höhere Flexibilität im Design realisieren. Außerdem können Kosten und Gewicht eingespart werden bei gleichzeitig bessere Regel- und/oder Steuerbarkeit der Aktorvorrichtung. Ferner ist es denkbar, dass auf zusätzliche Sensoren zur Zustandsüberwachung vollständig verzichtet werden kann. Es ist fer-

ner denkbar, dass durch die Kopplung der Aktoren über das Koppellement unter Nutzung des beispielsweise als Schaltventil fungierenden Ventilelements Schaltzeiten zum Freigeben des Abführkanals bis unter einer Millisekunde realisiert werden können, was besonders für Sicherheitsanwendungen von Vorteil ist. Eine so kurze Schaltzeit ist bisher mit mechanischen Systemen nicht realisierbar. Das Freigeben des Abführkanals, das heißt ein Umschalten beziehungsweise Verstellen oder Bringen des Ventilelements aus dem Schließzustand in den Offen Zustand ist beispielsweise ein Öffnen der Aktorvorrichtung, da durch Freigeben des Abführkanals das Fluid beziehungsweise eine solch hinreichend große Menge des Fluids von dem Abtriebsselement, insbesondere unter Einwirkung der Belastung, abgeführt wird, dass ein Übergang des Systems von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zugelassen beziehungsweise bewirkt wird, und dies in sehr kurzer Zeit, das heißt mit einer hohen Geschwindigkeit.

[0046] Schließlich hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn sich die Festkörperaktoren hinsichtlich ihres jeweiligen Funktionsprinzips voneinander unterscheiden. Dies bedeutet, dass einer der Aktoren ein Festkörperaktor einer ersten Art und der andere Aktor ein Festkörperaktor einer von der ersten Art unterschiedlichen zweiten Art ist. Ist beispielsweise der eine Aktor ein Piezoaktor, so ist der zweite Aktor beispielsweise ein Formgedächtnislegierungsaktor oder ein Polymeraktor. Dadurch kann das Fluid besonders vorteilhaft gefördert werden.

[0047] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Aktorvorrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung. Die Aktorvorrichtung weist bei dem zweiten Aspekt der Erfindung wenigstens ein Abtriebsselement auf, welches mit einem Fluid, insbesondere einer Flüssigkeit, beaufschlagbar und dadurch in einer Haltestellung bewegbar und beispielsweise entgegen einer auf das Abtriebsselement wirkenden Belastung in der Haltestellung zu halten ist. Bei dem zweiten Aspekt der Erfindung weist die Aktorvorrichtung wenigstens einen ersten Festkörperaktor und wenigstens einen zweiten Festkörperaktor auf, welche abwechselnd, insbesondere durch die elektronische Recheneinrichtung, angesteuert werden, wodurch das Fluid zu dem Abtriebsselement gefördert wird und das Abtriebsselement mit dem Fluid beaufschlagt wird. Bei dem zweiten Aspekt der Erfindung weist die Aktorvorrichtung ein den Festkörperaktoren gemeinsames Koppellement mit wenigstens einem Abführkanal auf, über welchen das Fluid von dem Abtriebsselement abführbar ist. Außerdem weist die Aktorvorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wenigstens ein Ventilelement auf, welches über das Koppellement von dem jeweiligen Festkörperaktor durch das jeweilige Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors betätigt und dadurch in einen den Abführkanal versperrenden Schließzustand gebracht und in dem Schließzustand gehalten wird, in welchem unter Versperren des Abführkanals das Abtriebsselement durch das Fluid, insbesondere entgegen der Be-

lastung, in der Haltestellung gehalten wird.

[0048] Das Ventilelement verstellt sich dann, wenn sowohl ein Ansteuern des ersten Festkörperaktors als auch ein Ansteuern des zweiten Festkörperaktors gleichzeitig unterbleiben, aus dem Schließzustand in einen den Abführkanal freigebenden Offenzustand, in welchem das Ventilelement ein Abführen des Fluids von dem Abtriebsselement in den Abführkanal zulässt beziehungsweise zumindest ein Teil des Fluids über den Abführkanal von dem Abtriebsselement abgeführt wird. Hierdurch weicht das Abtriebsselement der Belastung aus und bewegt sich aus der Haltestellung in wenigstens eine von der Haltestellung unterschiedliche Ausweichstellung, wobei sich das Abtriebsselement beispielsweise translatorisch und/oder rotatorisch aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

[0049] Unter dem Merkmal, dass sich das Abtriebsselement aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt, kann verstanden werden, dass das Abtriebsselement, insbesondere durch die auf das Abtriebsselement wirkende Belastung, aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt wird. Somit lässt beispielsweise das Verstellen des Ventilelements aus dem Schließzustand in den Offenzustand eine Bewegung des Abtriebsselements aus der Haltestellung in die Ausweichstellung zu. Ferner kann unter dem Merkmal, dass sich das Abtriebsselement aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt, verstanden werden, dass sich zumindest ein Teil oder ein Teilbereich des Abtriebsselements aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewegt.

[0050] Die erfindungsgemäße Aktorvorrichtung und/oder das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders vorteilhaft für eine Parksperre eines Getriebes eines Kraftfahrzeugs verwendet werden. Mit andere Worten ist beispielsweise das zuvor genannte System als eine Parksperre eines Getriebes eines Kraftfahrzeugs ausgebildet. Das Getriebe weist beispielsweise wenigstens eine Welle auf, welche mit wenigstens einem oder mehreren Rädern des Kraftfahrzeugs koppelbar oder gekoppelt ist, sodass das wenigstens eine Rad von der Welle antreibbar ist und/oder umgekehrt. Über das wenigstens eine Rad ist das Kraftfahrzeug in Fahrzeughochrichtung nach unten an einem Boden abgestützt. Grundsätzlich ist die Welle um eine Drehachse relativ zu einem Gehäuse des Getriebes drehbar, wobei die Welle beispielsweise zumindest teilweise in dem Gehäuse aufgenommen ist.

[0051] Die Parksperre umfasst dabei ein drehfest mit der Welle verbundenes Sperrenrad, welches wenigstens eine oder mehrere Ausnehmungen aufweist. Die Ausnehmungen sind beispielsweise durch eine Verzahnung gebildet und in Umfangsrichtung des Sperrenrads zwischen jeweiligen Zähnen der Verzahnung angeordnet. Das Sperrenrad kann ein separat von der Welle ausgebildetes und drehfest mit der Welle verbundenes Bauteil

sein, oder das Sperrenrad ist einstückig mit der Welle ausgebildet. Die Parksperre umfasst darüber hinaus eine Sperrklinke, welche, insbesondere relativ zu dem Gehäuse und/oder relativ zu der Welle, zwischen wenigstens einer Sperrstellung und wenigstens einer Lösestellung bewegbar, insbesondere verschwenkbar ist. Beispielsweise ist die Sperrklinke zumindest mittelbar an dem Gehäuse gehalten.

[0052] In der Sperrstellung wirkt die Sperrklinke form-schlüssig mit der Sperrenrad zusammen, indem die Sperrklinke in die Ausnehmung beziehungsweise in eine der Ausnehmungen eingreift. Dadurch sind das Sperrenrad und die drehfest mit dem Sperrenrad verbundene Welle über die Sperrklinke gegen eine um die Drehachse relativ zu dem Gehäuse erfolgende Drehung gesichert. Dadurch kann sich die Welle nicht relativ zu dem Gehäuse drehen, sodass sich auch das Rad nicht drehen kann. Dadurch ist das beispielsweise an einem Gefälle geparkte Kraftfahrzeug gegen ein unerwünschtes Wegrollen gesichert.

[0053] Die Aktorvorrichtung ist nun beispielsweise dazu ausgebildet, die Sperrklinke durch Fördern des Fluids aus der Sperrstellung in die Lösestellung zu bewegen. Mit anderen Worten, durch Bewegen des Abtriebsselements in die Haltestellung wird beispielsweise die Sperrklinke in die Lösestellung bewegt. Durch Zulassen der Bewegung des Abtriebsselements aus der Haltestellung in die Ausweichstellung lässt beispielsweise die Aktorvorrichtung eine Bewegung der Sperrklinke aus der Lösestellung in die Sperrstellung zu beziehungsweise durch Zulassen der Bewegung des Abtriebsselements aus der Haltestellung in die Ausweichstellung bewirkt beispielsweise die Aktorvorrichtung eine Bewegung der Sperrklinke aus der Lösestellung in die Sperrstellung. Beispielsweise ist wenigstens eine Feder vorgesehen, die zumindest in der Lösestellung gespannt ist und dadurch zumindest in der Lösestellung eine Federkraft bereitstellt, die zumindest mittelbar auf die Sperrklinke wirkt.

[0054] Die Aktorvorrichtung kann somit die Sperrklinke entgegen der Federkraft in die Lösestellung bewegen und/oder in der Lösestellung halten. Wird die Bewegung des Abtriebsselements in die Ausweichstellung zugelassen, so wird zugelassen, dass sich die Feder zumindest teilweise entspannt. Hierdurch wird die Sperrklinke besonders schnell durch die Federkraft in die Sperrstellung bewegt. Alternativ oder zusätzlich wird beispielsweise das Abtriebsselement durch die Federkraft in die Ausweichstellung bewegt beziehungsweise die Federkraft kann die Bewegung des Abtriebsselements in die Ausweichstellung unterstützen. Die Aktorvorrichtung ermöglicht somit einerseits, die Sperrklinke bedarfsgerecht und hinreichend schnell in die Lösestellung zu bewegen. Außerdem kann die Aktorvorrichtung eine besonders schnelle Bewegung der Sperrklinke in die Sperrstellung bewirken oder zulassen.

[0055] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Be-

schreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0056] Die Zeichnung zeigt in:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aktorvorrichtung, insbesondere für ein System wie beispielsweise ein Bremssystem; und

FIG 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Aktorvorrichtung.

[0057] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0058] FIG 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine im Ganzen mit 10 bezeichnete Aktorvorrichtung, welche beispielsweise in einem beziehungsweise für ein System, insbesondere Sicherheitssystem, verwendet wird. Das genannte System weist beispielsweise wenigstens ein Bauelement auf, welches, insbesondere in einem ersten Zustand des Systems, eine Belastung bereitstellt und auf die Aktorvorrichtung 10 ausübt. Diese Belastung ist in FIG 1 durch einen auch als Kraftpfeil bezeichneten Pfeil F veranschaulicht. Das System nimmt den ersten Zustand beispielsweise während eines Normalbetriebs des Systems ein, wobei das System während des Normalbetriebs keinen Fehler beziehungsweise keinen Defekt aufweist. In dem ersten Zustand befindet sich das System beispielsweise unter Spannung und/oder Kraft oder in dem ersten Zustand unterbleibt ein Bremsen des Systems.

[0059] Die Aktorvorrichtung 10 weist wenigstens oder genau ein Abtriebsselement 12 auf, welches beispielsweise mit dem genannten Bauelement gekoppelt oder koppelbar ist. Somit übt das Bauelement die durch den Pfeil F bezeichnete und beispielsweise als eine Kraft ausgebildete Belastung auf das Abtriebsselement 12 aus. Das Abtriebsselement 12 ist beispielsweise ein Balg. Alternativ oder zusätzlich weist das Abtriebsselement 12 beispielsweise wenigstens oder genau eine Kammer 14 auf, welche mit einem Fluid, insbesondere mit einer Flüssigkeit, versorgbar ist. Dies bedeutet, dass das Fluid beispielsweise in die Kammer 14 eingeleitet und aus der Kammer 14 ausgeleitet beziehungsweise von der Kammer 14 abgeführt werden kann. Durch Einleiten des Fluids in die Kammer 14 wird das Abtriebsselement 12 mit dem Fluid beaufschlagt. Zumindest ein auch als Teil bezeichneter Teilbereich 16 des Abtriebsselements 12 begrenzt die Kammer 14 zumindest teilweise, sodass zumindest der Teilbereich 16 mit dem Fluid beaufschlagbar ist, insbesondere dadurch, dass das Fluid in die Kammer 14 ein-

geleitet beziehungsweise eingeführt wird.

[0060] Das Abtriebsselement 12, insbesondere der Teilbereich 16, ist somit mit dem Fluid beaufschlagbar und dadurch in eine in FIG 1 gezeigte Haltestellung H bewegbar sowie beispielsweise entgegen der Belastung in der Haltestellung zu halten.

[0061] Wird beispielsweise das Fluid aus der Kammer 14 abgeführt, sodass das Fluid von dem Abtriebsselement 12 beziehungsweise von dem Teilbereich 16 abgeführt wird, so kann der Teilbereich 16 beziehungsweise das Abtriebsselement 12 der Belastung ausweichen beziehungsweise nachgeben, wodurch sich der Teilbereich 16 beziehungsweise das Abtriebsselement 12 aus der Haltestellung H in eine beispielsweise durch eine gestrichelte Linie veranschaulichte Ausweichstellung A, insbesondere translatorisch, bewegt. Der Teilbereich 16 ist somit beispielsweise entlang einer in FIG 1 durch einen Doppelpfeil 18 veranschaulichten Bewegungsrichtung, insbesondere translatorisch, zwischen der Haltestellung H und der Ausweichstellung A bewegbar.

[0062] Die Aktorvorrichtung 10 weist wenigstens einen ersten Festkörperaktor 20 und wenigstens einen zweiten Festkörperaktor 22 auf. Die Festkörperaktoren 20 und 22 werden auch einfach als Aktoren bezeichnet und sind beispielsweise als piezoelektrische Aktoren ausgebildet. Somit wird der jeweilige Aktor beispielsweise auch als Piezoaktor bezeichnet. Im Rahmen eines Verfahrens zum Betreiben der Aktorvorrichtung 10 werden die Aktoren abwechselnd durch eine in FIG 1 besonders schematisch dargestellte elektronische Recheneinrichtung 24 der Aktorvorrichtung 10 angesteuert, wodurch das Fluid durch den jeweiligen Aktor zu dem Abtriebsselement 12 und dabei beispielsweise in die Kammer 14 gefördert, insbesondere gepumpt, wird. Hierdurch wird das Abtriebsselement 12, insbesondere der Teilbereich 16, mit dem Fluid beaufschlagt. Der jeweilige Festkörperaktor 20 beziehungsweise 22 kann als ein Piezoaktor oder aber als ein Polymeraktor oder aber als ein Formgedächtnislegierungsaktor, das heißt als ein solcher Aktor ausgebildet sein, welcher wenigstens eine Formgedächtnislegierung aufweist und nutzt, um das Fluid zu fördern.

[0063] Im Rahmen des Ansteuerns wird beispielsweise eine elektrische Energie, insbesondere ein elektrischer Strom oder eine elektrische Spannung, an den jeweiligen Aktor angelegt. Dadurch, dass der jeweilige Aktor abwechselnd angesteuert wird, wechseln sich inaktive Phasen und aktive Phasen des jeweiligen Aktors aufeinanderfolgend ab, wobei während beziehungsweise in der jeweiligen aktiven Phase des jeweiligen Aktors ein Ansteuern des jeweiligen Aktors erfolgt beziehungsweise der jeweilige Aktor angesteuert wird. In beziehungsweise während der jeweiligen inaktiven Phase des jeweiligen Aktors unterbleibt das beziehungsweise ein Ansteuern des jeweiligen Aktors. Durch Ansteuern des jeweiligen Aktors wird eine Verformung des jeweiligen Aktors bewirkt, insbesondere derart, dass es entlang einer in FIG 1 durch einen Doppelpfeil 26 veranschaulichten Verformungsrichtung zu einer Verformung des jeweili-

gen Aktors kommt. Beispielsweise wird der jeweilige Aktor durch Ansteuern des jeweiligen Aktors entlang der Verformungsrichtung vergrößert, sodass durch Ansteuern des jeweiligen Aktors eine entlang der Verformungsrichtung verlaufende Längenzunahme des jeweiligen Aktors bewirkt wird. Durch Beenden des Ansteuerns des jeweiligen Aktors kommt es beispielsweise zu einer Längenverkürzung des jeweiligen Aktors entlang der Verformungsrichtung.

[0064] Die Aktorvorrichtung 10 weist darüber hinaus ein den Festkörperaktoren 20 und 22 gemeinsames Koppellement 28 auf, welches beispielsweise als eine um eine Schwenkachse 30, insbesondere relativ zu einem in FIG 1 besonders schematisch dargestellten Gehäuse 32, verschwenkbare Wippe ausgebildet ist. Ferner können beispielsweise das Koppellement 30 und somit die Schwenkachse 30 entlang der Verformungsrichtung translatorisch, insbesondere relativ zu dem Gehäuse 32, bewegt werden. Die Aktoren sind beispielsweise in dem auch als Aktorgehäuse bezeichneten Gehäuse 32 zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, aufgenommen. Der jeweilige Aktor ist einerseits zumindest mittelbar, insbesondere direkt, an dem Gehäuse 32 abgestützt. Andererseits ist der jeweilige Aktor mit dem Koppellement 28 und über dieses mit dem jeweils anderen Aktor gekoppelt.

[0065] Die Aktorvorrichtung 10 weist darüber hinaus wenigstens einen Abführkanal 34 auf, über welchen das Fluid aus der Kammer 14 und somit von dem Abtriebsselement 12, insbesondere dem Teilbereich 16, abführbar ist. Wird somit das beispielsweise zunächst in der Kammer 14 aufgenommene Fluid über den Abführkanal 34 aus der Kammer 14 abgeführt, so kann dadurch der Teilbereich 16 durch die Belastung aus der Haltestellung H in die Ausweichstellung A bewegt werden.

[0066] Des Weiteren weist die Aktorvorrichtung 10 ein beispielsweise als Kugel ausgebildetes Ventilelement 36 auf, welches vorliegend Bestandteil eines Rückschlagventils 38 ist. Das Rückschlagventil 38 ist in dem Abführkanal 34 angeordnet und weist das Ventilelement 36 und ein korrespondierendes zweites Ventilelement 40 auf. Das Ventilelement 40 bildet beispielsweise einen Ventil Sitz für das Ventilelement 36. Das Ventilelement 36 ist, insbesondere entlang der Verformungsrichtung und/oder translatorisch, relativ zu dem Ventilelement 40 und/oder relativ zu dem Gehäuse 32 zwischen wenigstens einer den Abführkanal 34 freigebenden Offenstellung und wenigstens einer den Abführkanal 34 fluidisch versperrenden Schließstellung bewegbar. In der Schließstellung sitzt das Ventilelement 36 auf dem korrespondierenden, durch das Ventilelement 40 gebildeten Ventil Sitz. Befindet sich das Ventilelement 36 in der Schließstellung, so befindet sich das Ventilelement 36 in einem Schließzustand. Befindet sich das Ventilelement 36 in der Offenstellung, so befindet sich das Ventilelement 36 in dem Offenzustand. Auch das Ventilelement 36 ist mit dem Koppellement 28 gekoppelt und somit über das Koppellement 28 mit den Aktoren gekoppelt.

[0067] In dem Schließzustand beziehungsweise in der Schließstellung wird unter durch das Ventilelement 36 bewirktem Versperren des Abführkanals 34 das Abtriebsselement 12, insbesondere der Teilbereich 16, durch das sich in der Kammer 14 befindende Fluid in der Haltestellung H gehalten. In dem Offenzustand beziehungsweise in der Offenstellung lässt das Ventilelement 36 ein Abführen des Fluids von dem Abtriebsselement 12 beziehungsweise aus der Kammer 14 und somit von dem Teilbereich 16 über den Abführkanal 34 zu, wodurch das Ventilelement 36 eine Bewegung des Abtriebsselements 12 beziehungsweise des Teilbereichs 16 aus der Haltestellung H in die Ausweichstellung A zulässt. Dabei ist das Ventilelement 36 über das Koppellement 28 von dem jeweiligen Festkörperaktor 20 beziehungsweise 22 durch das jeweilige Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors 20 beziehungsweise 22 betätigbar und dadurch in den Schließzustand bringbar beziehungsweise in die Schließstellung bewegbar und in dem Schließzustand beziehungsweise in der Schließstellung zu halten.

[0068] Die Aktorvorrichtung 10 weist darüber hinaus wenigstens ein Reservoir 42 zum Aufnehmen und Speichern des Fluids auf. Insbesondere unter Einwirkung einer auf das Reservoir 42 wirkenden und in FIG 1 durch einen Pfeil F2 dargestellten Last kann das beispielsweise als Balg ausgebildete Reservoir 42 das zunächst in dem Reservoir 42 aufgenommene Fluid bereitstellen. Vorzugsweise ist das Fluid eine Flüssigkeit, sodass die Aktorvorrichtung 10 eine hydraulische Aktorvorrichtung sein kann.

[0069] Darüber hinaus ist dem ersten Festkörperaktor 20 ein beispielsweise als Kolben ausgebildetes erstes Antriebselement 44 zugeordnet, und dem zweiten Festkörperaktor 22 ist ein beispielsweise als Kolben ausgebildetes zweites Antriebselement 46 zugeordnet. Das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 ist beispielsweise entlang der Verformungsrichtung, insbesondere translatorisch, bewegbar. Der Kolben ist beispielsweise in einem Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 translatorisch bewegbar aufgenommen. Wird beispielsweise der jeweilige Festkörperaktor 20 beziehungsweise 22 angesteuert, so wird dadurch der jeweilige Kolben beispielsweise in eine mit der Verformungsrichtung zusammenfallende erste Verschieberichtung insbesondere relativ zu dem Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 verschoben. Dadurch wird Fluid aus dem Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 herausgefordert und zu dem Abtriebsselement 12 und dabei in die Kammer 14 gefördert. Hierdurch wird beispielsweise der Teilbereich 16 mit dem Fluid beaufschlagt. Kommt es bei der jeweiligen inaktiven Phase des jeweiligen Aktors zu einer Längenverkürzung des jeweiligen Aktors, so bewegt sich das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 in eine der ersten Verschieberichtung entgegengesetzte und mit der Verformungsrichtung zusammenfallende zweite Verschieberichtung relativ zu dem Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50. Hierdurch wird beispielsweise über eine jeweilige Leitung 52 beziehungsweise 54 Fluid aus

dem Reservoir 42 durch das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 angesaugt und in das jeweilige Antriebsgehäuse 48 und 50 eingesaugt. Beim Bewegen des jeweiligen Antriebselements 44 beziehungsweise 46 in die erste Verschieberichtung strömt das Fluid aus dem jeweiligen Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 in eine jeweilige Leitung 56 beziehungsweise 58, durch welche das Fluid von dem jeweiligen Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 zu dem Abtriebselement 12 und dabei beispielsweise in die Kammer 14 geleitet wird. Insgesamt ist erkennbar, dass das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 durch Ansteuern des jeweiligen Aktors und dabei durch den jeweiligen Aktor selbst betätigbar, insbesondere bewegbar, ist, wodurch das Fluid von dem jeweiligen Antriebselement 44 beziehungsweise 46 zu dem Abtriebselement 12 zu fördern ist beziehungsweise gefördert wird.

[0070] Während des ersten Zustands werden die Aktoren abwechselnd angesteuert, sodass sich beispielsweise der Festkörperaktor 20 in seiner aktiven Phase befindet, während sich der Festkörperaktor 22 in seiner inaktiven Phase befindet und sodass sich beispielsweise der Festkörperaktor 22 in seiner aktiven Phase befindet, während sich der Festkörperaktor 20 in einer inaktiven Phase befindet. Hierdurch wird das Ventilelement 36 in dem ersten Zustand des Systems in dem Schließzustand gehalten, und der Teilbereich 16 wird in der Haltestellung H gehalten.

[0071] Dann und vorzugsweise nur dann, wenn sowohl ein Ansteuern des Festkörperaktors 20 als auch ein Ansteuern des Festkörperaktors 22 gleichzeitig unterbleiben, bewegt sich das Ventilelement 36, insbesondere durch einen auf das Ventilelement 36 wirkenden Druck des Fluids, aus der Schließstellung in die Offenstellung, wodurch sich der Teilbereich aus der Haltestellung H in die Ausweichstellung A bewegt. In der Folge wird das System beispielsweise spannungs- und/oder kraftfrei geschaltet und/oder das System wird gebremst.

[0072] Der zuvor genannte, auf das Ventilelement 36 wirkende Druck des Fluids resultiert beispielsweise daraus, dass die durch den Pfeil F veranschaulichte Belastung über den Teilbereich 16 auf das in der Kammer 14 aufgenommene Fluid wirkt, welches beispielsweise über den beispielsweise als Abführleitung ausgebildeten Abführkanal 34 auf das Ventilelement 36 wirken kann. Somit kann beispielsweise durch das abwechselnde Ansteuern der Aktoren das Ventilelement 36 entgegen der Belastung in der Schließstellung gehalten werden. Unterbleiben gleichzeitig ein Ansteuern des Festkörperaktors 20 und ein Ansteuern des Festkörperaktors 22, so können das Ventilelement 36 und auch der Teilbereich 16 der Belastung ausweichen und sich in die Offenstellung beziehungsweise in die Ausgangsstellung A bewegen.

[0073] Aus FIG 1 ist erkennbar, dass in der Leitung 52 ein Rückschlagventil 60 angeordnet ist, welches in Richtung des Antriebselements 44 beziehungsweise in Richtung des Antriebsgehäuses 48 öffnet und in entgegengesetzte Richtung schließt. Dadurch kann das Antrieb-

selement 44, wenn es sich in die zweite Verschieberichtung bewegt, Fluid aus dem Reservoir 42 über die Leitung 52 ansaugen. In der Leitung 54 ist ein Rückschlagventil 62 angeordnet, welches in Richtung des Antriebselements 46 beziehungsweise in Richtung des Antriebsgehäuses 50 öffnet und in die entgegengesetzte Richtung schließt. Dadurch kann das Antriebselement 46 dann, wenn es sich in die zweite Verschieberichtung bewegt, Fluid aus dem Reservoir 42 über die Leitung 54 und das Rückschlagventil 62 ansaugen.

[0074] In der Leitung 56 ist ein Rückschlagventil 64 angeordnet, welches in Richtung des Abtriebselements 12 öffnet und in entgegengesetzte Richtung schließt. Dadurch kann das Antriebselement 44 dann, wenn es sich in die erste Verschieberichtung bewegt, Fluid aus dem Antriebsgehäuse 48 herausfordern und durch die Leitung 56 hindurchfordern und zu dem beziehungsweise in das Abtriebselement 12 fördern. Dementsprechend ist auch in der Leitung 58 ein Rückschlagventil 66 angeordnet, welches in Richtung des Antriebselements 46 sperrt und in die entgegengesetzte Richtung öffnet. Dadurch kann das Antriebselement 46 dann, wenn es sich in die erste Verschieberichtung bewegt, das Fluid aus dem Antriebsgehäuse 50 herausfordern und durch die Leitung 58 hindurchfordern, wodurch das Antriebselement 46 das Fluid aus dem Antriebsgehäuse 50 zu dem beziehungsweise in das Abtriebselement 12 fördern kann.

[0075] Das Koppellement 28 ist vorzugsweise starr beziehungsweise nicht elastisch, insbesondere nicht gummielastisch. Insbesondere ist das Koppellement 28 eigensteif beziehungsweise formstabil. Das Koppellement 28 kann insbesondere als ein Kipphebel ausgebildet sein. Das Ventilelement 36 fungiert dabei als Schaltventil, welches mithilfe der zwei durch das Koppellement 28 miteinander verbundenen Festkörperaktoren 20 und 22 betätigt wird.

[0076] In einem Ausgangszustand ist das Schaltventil beispielsweise zunächst offen. In diesem Ausgangszustand unterbleibt ein Ansteuern der Aktoren. Mit anderen Worten sind die Aktoren in dem Ausgangszustand spannungsfrei. Um das Schaltventil zu schließen, das heißt um das Ventilelement 36 aus der Offenstellung in die Schließstellung zu bewegen, wird eine elektrische Spannung an die Aktoren angelegt oder an nur einen der Aktoren wird eine elektrische Spannung angelegt, sodass beispielsweise beide Aktoren halb oder nur einer der Aktoren vollständig ausgelenkt wird. Hierdurch wird das Ventilelement 36 geschlossen und vorgespannt. Aufgrund der durch die Verwendung des Koppellements 28 realisierbaren Kinematik macht es keinen Unterschied, ob einer der Aktoren voll oder beide Aktoren halb ausgelenkt werden. Für den Betrieb der Aktoren wird eine um 180 Grad zueinander versetzte beziehungsweise phasenverschobene, sinusförmige Ansteuerung der Aktoren gewählt, wodurch eine Pumpe realisiert wird, ohne dass das Schaltventil geöffnet wird, da eine Schließkraft zum Halten des Schaltventils in der Schließstellung über das mechanische Koppellement 28 und nicht über ei-

nen hydraulischen Druck in der Aktorvorrichtung 10 realisiert wird. Dies bedeutet, dass durch die Aktoren das Fluid zu dem und in das Abtriebsselement 12 gepumpt werden kann, während das Ventilelement 36 in der Schließstellung verbleibt.

[0077] Bei dem vorliegend gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Aktorvorrichtung 10 die genau zwei Aktoren auf. Alternativ dazu ist es denkbar, dass zusätzlich zu den zwei Aktoren wenigstens ein oder mehrere weitere Festkörperaktoren vorgesehen sind, welche über das Koppellement 28 miteinander gekoppelt sind, so dass das Ventilelement 36 über das Koppellement 28 von dem jeweiligen Festkörperaktor betätigbar ist. Für den Betrieb der Aktoren, deren Anzahl zumindest zwei, drei, vier oder größer ist, wird eine um einen Winkelbetrag zueinander versetzte beziehungsweise phasenverschobene, sinusförmige Ansteuerung der Aktoren gewählt, wodurch die zuvor beschriebene Pumpe realisiert wird. Der Winkelbetrag ergibt sich dabei aus 360 Grad geteilt durch die Anzahl der Aktoren.

[0078] Erst wenn beide Festkörperaktoren 20 und 22 gleichzeitig spannungsfrei geschaltet werden beziehungsweise sind, öffnet das Ventilelement 36 (Schaltventil), wodurch ein auch als Systemdruck bezeichneter und beispielsweise in der Kammer 14 herrschender Druck, insbesondere des Fluids, abgebaut wird. Durch das Pumpen des Fluids wird ein Druckaufbau im hydraulischen Abtriebsselement 12, insbesondere der Kammer 14, bewirkt. Dieses Pumpen und damit der Druckaufbau im Abtriebsselement 12 erfolgen über das abwechselnde, auch als Aktuierung bezeichnete Ansteuern der Aktoren, wodurch eine abwechselnde Aktuierung der beiden hydraulischen Antriebselemente 44 und 46 realisiert wird. Durch Verwendung der Rückschlagventile 60, 62, 64 und 66 und durch deren Anordnung wird gewährleistet, dass in jedem Zyklus, das heißt bei jedem Ansteuern des jeweiligen Aktors, entweder Fluid aus dem jeweiligen Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 in das Abtriebsselement 12 zur Druckerhöhung gepumpt wird oder Fluid aus dem als hydraulisches Ausgleichselement fungierenden Reservoir 42 in das jeweilige Antriebsgehäuse 48 beziehungsweise 50 gesaugt und somit nachgeführt wird.

[0079] Die um 180 Grad zueinander versetzte beziehungsweise phasenverschobene Ansteuerung der Aktoren kann durch eine besonders einfache und somit kostengünstige Leistungselektronik dargestellt werden, da die Ansteuerung zumindest nahezu ohne Blindleistung erfolgen kann. Der Grund hierfür ist, dass die elektrische Energie durch diese Ansteuerung immer zwischen den beiden Kapazitäten der Aktoren hin- und hergeschoben werden kann. Wird beispielsweise mithilfe einer Induktivität eine feste Umschwingfrequenz gewählt, kann zusätzlich auf eine getaktete Endstufe samt der dafür notwendigen Filter verzichtet werden.

[0080] Vorzugsweise weist das Ventilelement 36 wenigstens eine hydraulisch wirksame Fläche auf. Über diese Fläche und beispielsweise durch einen Drucksensor

kann ein auf das Ventilelement 36 wirkender Druck des Fluids erfasst werden. In der Folge kann durch die gute elektromechanische Kopplung der Systemdruck erfasst, insbesondere bestimmt, werden, wodurch eine, insbesondere permanente, Drucküberwachung ermöglicht wird.

[0081] FIG 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Aktorvorrichtung 10. Bei der zweiten Ausführungsform sind beispielsweise zwei Abtriebsselemente 12 vorgesehen und das Abtriebsselement 12 weist zwei Abtriebssteile auf. Bei der zweiten Ausführungsform ist das Gehäuse 32 aus Invar gebildet, sodass eine vorteilhafte Temperaturkompensation realisierbar ist. Dabei sind die Aktoren in dem Gehäuse 32 aufgenommen. Bei der zweiten Ausführungsform weist die Aktorvorrichtung 10 eine, insbesondere elastisch verformbare, Membran 68 auf. Durch die Membran 68 ist beispielsweise ein erster Bereich 70, in welchem das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 bewegbar ist, gegen das jeweilige Antriebselement 44 beziehungsweise 46 beziehungsweise 50 und/oder gegen das Gehäuse 32 und/oder gegen einen zweiten Bereich 72, in welchem die Festkörperaktoren 20 und 22 angeordnet sind, abgedichtet. Mit anderen Worten erfolgt bei der zweiten Ausführungsform eine Abdichtung der beiden hydraulischen Antriebselemente 44 und 46 durch die Membran 68.

[0082] Bei der zweiten Ausführungsform ist das Koppellement 28 derart an die Antriebselemente 44 und 46 angebunden, dass das Koppellement 28 in eine jeweilige, beispielsweise als Ausfräsung ausgebildete Ausnehmung 74 beziehungsweise 76 des jeweiligen, beispielsweise als Kolben ausgebildeten, Antriebselements 44 beziehungsweise 46 eingreift.

[0083] Die zuvor genannte Temperaturkompensation für die Festkörperaktoren 20 und 22 ist derart umgesetzt, dass das beispielsweise parallele Gehäuse 32 aus einem vorteilhaften Material wie beispielsweise Invar gebildet ist. Dadurch kann bei einer Temperaturänderung eine durch unterschiedliche Temperatúrausdehnungskoeffizienten, insbesondere der Aktoren, bewirkte unerwünschte Öffnung des Schaltventils verhindert werden.

[0084] Die Aktorvorrichtung 10 kann als integrierende Aktoreinheit mit Schnelllösefunktion ausgebildet werden, wobei die Aktorvorrichtung 10 dadurch eine integrierende Aktoreinheit ist, dass das Fluid durch das abwechselnde Ansteuern der Festkörperaktoren 20 und 22 zu dem und insbesondere in das Abtriebsselement 12 gepumpt wird. Die zuvor genannte Schnelllösefunktion kann ohne integrierenden Vorgang einfach dadurch dargestellt werden, dass die Festkörperaktoren 20 und 22 derart spannungsfrei geschaltet werden, dass sowohl ein Ansteuern des ersten Festkörperaktors 20 als auch ein Ansteuern des zweiten Festkörperaktors 22 gleichzeitig unterbleibt. Dadurch kann ein schneller Übergang des Systems aus dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zugelassen beziehungsweise bewirkt werden.

[0085] Die Aktoren können wie eine sogenannte Elektronikaufbau fungieren oder betrieben werden. Durch Ansteuern des jeweiligen Aktor, das heißt durch Anlegen eines elektrischen Stroms an den jeweiligen Aktor dehnt sich der jeweilige Aktor beispielsweise aus. Wird die Ansteuerung beendet, so zieht sich der jeweilige Aktor wieder zusammen. Dann oder in dem Moment, wenn beziehungsweise in dem sich einer der Aktoren zusammenzieht, wird elektrische Ladung von dem einen Aktor zu dem oder in den anderen Aktor verschoben und umgekehrt. Dadurch ist die genannte Elektronikaufbau realisiert.

[0086] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die Aktoren mit einer sehr geringen Frequenz von weniger als 10 Hertz betrieben beziehungsweise wechselseitig angesteuert werden können, um in Position zu bleiben. Dadurch kann ein De- oder Umpolarisieren der beispielsweise als Piezoaktoren ausgebildeten Aktoren vermieden werden.

[0087] Des Weiteren ist es möglich, über entsprechende Anordnung der Aktoren eine Kraftbegrenzung zu realisieren. Insbesondere bestehen zumindest zwei Möglichkeiten, eine solche, vorteilhafte Kraftbegrenzung darzustellen: Bei einer ersten der Möglichkeiten erfolgt die Realisierung einer Kraftbegrenzung durch entsprechendes Dimensionieren der Aktoren. Dadurch kann sichergestellt werden, dass das Ventilelement 36, insbesondere stets, dann geöffnet, das heißt in den Offenzustand verstellt wird, wenn eine, beispielsweise auf das Abtriebsselement 12 wirkende, Kraft einen Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Durch entsprechendes Dimensionieren der Aktoren kann der Schwellenwert eingestellt beziehungsweise vorgegeben werden. Mit anderen Worten, erreicht oder überschreitet die Kraft den Schwellenwert, so macht das Ventilelement 36 auf.

[0088] Hierdurch wird das Ventilelement 36 beispielsweise, insbesondere auch, dann in den Offenzustand verstellt, wenn die Kraft den Schwellenwert überschreitet, während die Aktoren beziehungsweise zumindest oder genau einer der Aktoren angesteuert wird. Bei der zweiten Möglichkeit kann die Kraftbegrenzung über eine sogenannte Offset- oder Grundspannung, insbesondere der Ansteuerung des jeweiligen Aktors, realisiert werden. Die Ansteuerung des jeweiligen Aktors hat wenigstens oder genau zwei Spannungsanteile: Ein erster der Spannungsanteile ist die Grundspannung, welche eine grundsätzliche Spannungserhöhung über der Nulllinie ist. Der zweite Spannungsanteil ist eine Sinuswelle zur Realisierung der sinusförmigen Ansteuerung beziehungsweise des sinusförmigen Stroms. Die Sinuswelle stellt beispielsweise die Geschwindigkeit ein, mit der gepumpt wird. Durch Einstellen der Grundspannung kann beispielsweise der Schwellenwert beziehungsweise die Kraftbegrenzung eingestellt werden. Dadurch können die Aktoren als inhärent sichere Aktoren ausgebildet werden.

Bezugszeichenliste

[0089]

5	10	Aktorvorrichtung
	12	Abtriebsselement
	14	Kammer
	16	Teilbereich
	18	Doppelpfeil
10	20	erster Festkörperaktor
	22	zweiter Festkörperaktor
	24	elektronische Recheneinrichtung
	26	Doppelpfeil
	28	Koppelement
15	30	Schwenkachse
	32	Gehäuse
	34	Abführkanal
	36	Ventilelement
	38	Rückschlagventil
20	40	Ventilelement
	42	Reservoir
	44	Antriebsselement
	46	Antriebsselement
	48	Antriebsgehäuse
25	50	Antriebsgehäuse
	52	Leitung
	54	Leitung
	56	Leitung
	58	Leitung
30	60	Rückschlagventil
	62	Rückschlagventil
	64	Rückschlagventil
	66	Rückschlagventil
	68	Membran
35	70	erster Bereich
	72	zweiter Bereich
	74	Ausnehmung
	76	Ausnehmung
	A	Ausweichstellung
40	F	Pfeil
	F2	Pfeil
	H	Haltestellung

45 Patentansprüche

1. Aktorvorrichtung (10), mit wenigstens einem Abtriebsselement (12), welches mit einem Fluid beaufschlagbar und dadurch in eine Haltestellung (H) bewegbar ist, mit wenigstens zwei Festkörperaktoren (20, 22), welche abwechselnd ansteuerbar sind, wodurch das Fluid zu dem Abtriebsselement (12) zu fördern und das Abtriebsselement (12) mit dem Fluid beaufschlagbar ist, mit einem den Festkörperaktoren (20, 22) gemeinsamen Koppelement (28), mit wenigstens einem Abführkanal (34), über welchen das Fluid von dem Abtriebsselement (12) abführbar ist, und mit wenigstens einem Ventilelement (36),

- welches zwischen wenigstens einem den Abführkanal (34) versperrenden Schließzustand, in welchem unter Versperren des Abführkanals (34) das Abtriebs-
element (12) durch das Fluid in der Haltestellung (H) zu halten ist, und wenigstens einem den Abführ-
kanal (34) freigebenden Offenzustand verstellbar ist, in welchem das Ventilelement (36) ein Abführen des
Fluids von dem Abtriebselement (12) über den Ab-
führkanal (34) und dadurch eine Bewegung des Ab-
triebselements (12) aus der Haltestellung (H) in we-
nigstens eine Ausweichstellung (A) zulässt, wobei
das Ventilelement (36) über das Koppel-
element (28) von dem jeweiligen Festkörperaktor (20, 22) durch
das jeweilige Ansteuern des Festkörperaktors (20,
22) betätigbar und dadurch in den Schließzustand
bringbar ist.
2. Aktorvorrichtung (10) nach Anspruch 1,
wobei wenigstens ein Reservoir (42) zum Aufneh-
men und Speichern des Fluids vorgesehen ist.
 3. Aktorvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei dem jeweiligen Festkörperaktor (20, 22) we-
nigstens ein Antriebselement (44, 46) zugeordnet
ist, welches durch den jeweiligen Festkörperaktor
(20, 22) durch Ansteuern des jeweiligen Festkörper-
aktors (20, 22) betätigbar, insbesondere bewegbar,
ist, wodurch das Fluid zu dem Abtriebs-
element (12) zu fördern ist.
 4. Aktorvorrichtung (10) nach den Ansprüchen 2 und 3,
wobei in einer jeweiligen, auf die jeweilige Ansteue-
rung des jeweiligen Festkörperaktors (20, 22) fol-
genden Phase des jeweiligen Festkörperaktors (20,
22) das Fluid aus dem Reservoir (42) durch das je-
weilige Antriebselement (44, 46) ansaugbar und
durch darauffolgendes Ansteuern des jeweiligen
Festkörperaktors (20, 22) durch das jeweilige An-
triebselement (44, 46) von dem jeweiligen Antrieb-
element (44, 46) zu dem Abtriebs-
element (12) zu fördern ist.
 5. Aktorvorrichtung (10) nach Anspruch 4,
wobei ein erstes der Antriebselemente (44, 46) in
der auf die Ansteuerung des dem ersten Antriebse-
lement (44) zugeordneten Festkörperaktors (20) fol-
genden Phase über das Koppel-
element (28) aktiv durch den dem zweiten Antriebselement (46) zuge-
ordneten Festkörperaktor (22) infolge des Ansteu-
erns des dem zweiten Antriebselement (46) zuge-
ordneten Festkörperaktors (22) derart bewegbar ist,
dass das erste Antriebselement (44) das Fluid aus
dem Reservoir (42) ansaugt.
 6. Aktorvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3
bis 5, wobei ein erster Bereich (70), in welchem das
jeweilige Antriebselement (44, 46) durch Ansteuern
des jeweils zugeordneten Festkörperaktors (20, 22)
- bewegbar ist, gegen das jeweilige Antriebselement
(44, 46) und/oder gegen einen zweiten Bereich (72),
in welchem die Festkörperaktoren (20, 22) angeord-
net sind, durch eine, insbesondere elastisch ver-
formbare und/oder mit dem jeweiligen Antriebsele-
ment (44, 46) mitbewegbare, Membran (68) abge-
dichtet ist.
7. Aktorvorrichtung (10) nach Anspruch 6,
wobei das Koppel-
element (28) in dem ersten Bereich
(70) angeordnet ist.
 8. Aktorvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3
bis 7, wobei das Koppel-
element (28) in eine jeweilige
Ausnehmung (74, 76) des jeweiligen Antriebsele-
ments (44, 46) eingreift und/oder mit dem jeweiligen
Antriebselement (44, 46) mitbewegbar ist.
 9. Aktorvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3
bis 8, wobei sich die Antriebselemente (44, 46) hin-
sichtlich ihrer jeweiligen fluidisch wirksamen Fläche
zum Fördern des Fluids voneinander unterscheiden.
 10. Aktorvorrichtung (10) nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
wobei die Festkörperaktoren (20, 22) über das Kop-
pelement (28) miteinander gekoppelt sind.
 11. Aktorvorrichtung (10) nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
wobei das Koppel-
element (28) als eine um eine
Schwenkachse (30) verschwenkbare Wippe ausge-
bildet ist.
 12. Aktorvorrichtung (10) nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
wobei eine elektronische Recheneinrichtung (24)
vorgesehen ist, welches dazu ausgebildet ist, die
Festkörperaktoren (20, 22) abwechselnd anzusteu-
ern, sodass bei dem Ansteuern eines der Festkör-
peraktoren (20, 22) das Ansteuern des anderen Ak-
tors (22, 20) unterbleibt und umgekehrt.
 13. Aktorvorrichtung (10) nach Anspruch 12,
wobei die Recheneinrichtung (24) dazu ausgebildet
ist, den jeweiligen Festkörperaktor (20, 22) mit einem
sinusförmigen, elektrischen Strom anzusteuern, wo-
bei die sinusförmigen Ströme zum Ansteuern der
Festkörperaktoren (20, 22) um 180° zueinander pha-
senverschoben sind.
 14. Aktorvorrichtung (10) nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche,
wobei die Festkörperaktoren (20, 22) in einem Ge-
häuse (32) angeordnet sind, welches aus Invar ge-
bildet ist und/oder wobei sich die Festkörperaktoren
(20, 22) hinsichtlich ihres jeweiligen Funktionsprin-
zips voneinander unterscheiden.

15. Verfahren zum Betreiben einer Aktorvorrichtung (10), welche aufweist:

- wenigstens ein Abtriebsselement (12), welches mit einem Fluid beaufschlagbar und dadurch in eine Haltestellung (H) bewegbar ist; 5
- wenigstens einen ersten Festkörperaktor (20) und wenigstens einen zweiten Festkörperaktor (22), welche abwechselnd angesteuert werden, wodurch das Fluid zu dem Abtriebsselement (12) gefördert und das Abtriebsselement (12) mit dem Fluid beaufschlagt wird; 10
- ein den Festkörperaktoren (20, 22) gemeinsames Koppellement (28); 15
- wenigstens einen Abführkanal (34), über welchen das Fluid von dem Abtriebsselement (12) abführbar ist; und
- wenigstens ein Ventilelement (36), welches über das Koppellement (28) von dem jeweiligen Festkörperaktor (20, 22) durch das jeweilige Ansteuern des jeweiligen Festkörperaktors (20, 22) betätigt und dadurch in einen den Abführkanal (34) versperrenden Schließzustand gebracht wird, in welchem unter Versperren des Abführkanals (34) das Abtriebsselement (12) durch das Fluid in der Haltestellung (H) gehalten wird, wobei sich das Ventilelement (36) dann, wenn sowohl ein Ansteuern des ersten Festkörperaktors (20) als auch ein Ansteuern des zweiten Festkörperaktors (22) gleichzeitig unterbleiben, aus dem Schließzustand in einen den Abführkanal (34) freigebenden Offenzustand stellt, in welchem das Ventilelement (36) ein Abführen des Fluids von dem Abtriebsselement (12) über den Abführkanal (34) zulässt, wodurch sich das Abtriebsselement (12) aus der Haltestellung (H) in wenigstens eine Ausweichstellung (A) bewegt. 20 25 30 35

Claims

1. An actuator device (10) with at least one output element (12), which can be supplied with a fluid and is thereby movable into a retaining position (H), with at least two solid-state actuators (20, 22), which are alternately controllable, whereby the fluid can be conveyed to the output element (12) and the output element (12) can be supplied with the fluid, with a coupling element (28) common to the solid-state actuators (20, 22), with at least one discharge channel (34), via which the fluid can be discharged from the output element (12), and with at least one valve element (36), which is shiftable between at least one closed state blocking the discharge channel (34), in which the output element (12) can be retained in the retaining position (H) by the fluid while blocking the discharge channel (34), and at least one open state 40 45 50 55

unblocking the discharge channel (34), in which the valve element (36) allows discharge of the fluid from the output element (12) via the discharge channel (34) and thereby a movement of the output element (12) from the retaining position (H) into at least one evasive position (A), wherein the valve element (36) can be actuated by the respective solid-state actuator (20, 22) via the coupling element (28) by the respective control of the solid-state actuator (20, 22) and can thereby be brought into the closed state.

2. The actuator device (10) according to claim 1, wherein at least one reservoir (42) for receiving and storing the fluid is provided.
3. The actuator device (10) according to claim 1 or 2, wherein at least one drive element (44, 46) is associated with the respective solid-state actuator (20, 22), which drive element can be actuated, in particular moved, by the respective solid-state actuator (20, 22) by controlling the respective solid-state actuator (20, 22), whereby the fluid can be conveyed to the output element (12).
4. The actuator device (10) according to claims 2 and 3, wherein in a respective phase of the respective solid-state actuator (20, 22) following the respective control of the respective solid-state actuator (20, 22), the fluid can be sucked from the reservoir (42) by the respective drive element (44, 46) and can be conveyed from the respective drive element (44, 46) to the output element (12) by the respective drive element (44, 46) by subsequent control of the respective solid-state actuator (20, 22).
5. The actuator device (10) according to claim 4, wherein a first one of the drive elements (44, 46), in the phase following the control of the solid-state actuator (20) associated with the first drive element (44), is actively movable by the solid-state actuator (22) associated with the second drive element (46) via the coupling element (28) as a result of the control of the solid-state actuator (22) associated with the second drive element (46) such that the first drive element (44) sucks the fluid from the reservoir (42).
6. The actuator device (10) according to any one of claims 3 to 5, wherein a first area (70), in which the respective drive element (44, 46) is movable by controlling the respectively associated solid-state actuator (20, 22), is sealed against the respective drive element (44, 46) and/or against a second area (72), in which the solid-state actuators (20, 22) are arranged, by a membrane (68) in particular elastically deformable and/or movable together with the respective drive element (44, 46).

7. The actuator device (10) according to claim 6, wherein the coupling element (28) is arranged in the first area (70).
8. The actuator device (10) according to any one of claims 3 to 7, wherein the coupling element (28) engages with a respective recess (74, 76) of the respective drive element (44, 46) and/or is movable together with the respective drive element (44, 46). 5 10
9. The actuator device (10) according to any one of claims 3 to 8, wherein the drive elements (44, 46) differ from each other with respect to their respective fluidically effective surface for conveying the fluid. 15
10. The actuator device (10) according to any one of the preceding claims, wherein the solid-state actuators (20, 22) are coupled to each other via the coupling element (28). 20
11. The actuator device (10) according to any one of the preceding claims, wherein the coupling element (28) is formed as a rocker pivotable around a pivot axis (30). 25
12. The actuator device (10) according to any one of the preceding claims, wherein an electronic computing device (24) is provided, which is formed to alternat- 30 ingly control the solid-state actuators (20, 22) such that upon control of one of the solid-state actuators (20, 22), the control of the other actuator (22, 20) remains undone and vice versa. 35
13. The actuator device (10) according to claim 12, wherein the computing device (24) is formed to control the respective solid-state actuator (20, 22) with a sinusoidal, electrical current, wherein the sinusoi- 40 dal currents for controlling the solid-state actuators (20, 22) are out of phase by 180° to each other.
14. The actuator device (10) according to any one of the preceding claims, wherein the solid-state actuators (20, 22) are arranged in a housing (32), which is 45 formed of Invar, and/or wherein the solid-state actuators (20, 22) differ from each other with respect to their respective functional principle.
15. A method for operating an actuator device (10), 50 which actuator device comprises:
 - at least one output element (12), which can be supplied with a fluid and thereby is movable into a retaining position (H); 55
 - at least one first solid-state actuator (20) and at least one second solid-state actuator (22), which are alternately controlled, whereby the

fluid is conveyed to the output element (12) and the output element (12) is supplied with the fluid;

- a coupling element (28) common to the solid-state actuators (20, 22);
- at least one discharge channel (34), via which the fluid can be discharged from the output element (12); and
- at least one valve element (36), which is actuated by the respective solid-state actuator (20, 22) via the coupling element (28) by the respective control of the respective solid-state actuator (20, 22) and is thereby brought into a closed state blocking the discharge channel (34), in which the output element (12) is retained in the retaining position (H) by the fluid while blocking the discharge channel (34), wherein the valve element (36), if both control of the first solid-state actuator (20) and control of the second solid-state actuator (22) are omitted at the same time, shifts from the closed state into an open state unblocking the discharge channel (34), in which the valve element (36) allows discharge of the fluid from the output element (12) via the discharge channel (34), whereby the output element (12) moves from the retaining position (H) into at least one evasive position (A).

Revendications

1. Dispositif actionneur (10), comprenant au moins un élément de sortie (12), lequel peut être soumis à l'action d'un fluide et ainsi être déplacé dans une position de retenue (H), comprenant au moins deux actionneurs à corps solide (20, 22), lesquels peuvent être activés en alternance, de sorte que le fluide puisse être refoulé jusqu'à l'élément de sortie (12) et que l'élément de sortie (12) puisse être soumis à l'action du fluide, comprenant un élément d'accouplement (28) commun aux actionneurs à corps solide (20, 22), comprenant au moins un canal d'évacuation (34), par le biais duquel le fluide peut être évacué de l'élément de sortie (12), et comprenant au moins un élément soupape (36), lequel peut être ajusté entre au moins un état de fermeture bloquant le canal d'évacuation (34), état de fermeture dans lequel, par blocage du canal d'évacuation (34), l'élément de sortie (12) peut être retenu par le fluide dans la position de retenue (H), et au moins un état d'ouverture libérant le canal d'évacuation (34), état d'ouverture dans lequel l'élément soupape (36) autorise une évacuation du fluide de l'élément de sortie (12) par le biais du canal d'évacuation (34) et ainsi un déplacement de l'élément de sortie (12) hors de la position de retenue (H) dans au moins une position de dégagement (A), l'élément soupape (36) pouvant être actionné et ainsi pouvant être amené dans l'état de fermeture par l'actionneur à corps solide (20, 22) res-

- pectif par le biais de l'élément d'accouplement (28) par l'activation respective de l'actionneur à corps solide (20, 22).
2. Dispositif actionneur (10) selon la revendication 1, dans lequel au moins un réservoir (42) servant à recevoir et à stocker le fluide est prévu. 5
 3. Dispositif actionneur (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel au moins un élément d'entraînement (44, 46) est associé à l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif, lequel élément d'entraînement peut être actionné, en particulier peut être déplacé, par l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif par l'activation de l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif, de sorte que le fluide puisse être refoulé jusqu'à l'élément de sortie (12). 10
 4. Dispositif actionneur (10) selon les revendications 2 et 3, dans lequel, dans une phase respective de l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif, laquelle phase est subséquente à l'activation respective de l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif, le fluide peut être aspiré hors du réservoir (42) au moyen de l'élément d'entraînement (44, 46) respectif et, par activation subséquente de l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif, peut être refoulé à partir de l'élément d'entraînement (44, 46) respectif jusqu'à l'élément de sortie (12) au moyen de l'élément d'entraînement (44, 46) respectif. 20
 5. Dispositif actionneur (10) selon la revendication 4, dans lequel un premier des éléments d'entraînement (44, 46) peut être déplacé activement au moyen de l'actionneur à corps solide (22) associé au deuxième élément d'entraînement (46) par le biais de l'élément d'accouplement (28) à la suite de l'activation de l'actionneur à corps solide (22) associé au deuxième élément d'entraînement (46) dans la phase subséquente à l'activation de l'actionneur à corps solide (20) associé au premier élément d'entraînement (44), de telle sorte que le premier élément d'entraînement (44) aspire le fluide hors du réservoir (42). 25
 6. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel une première région (70), dans laquelle l'élément d'entraînement (44, 46) respectif peut être déplacé par activation de l'actionneur à corps solide (20, 22) associé respectivement, est rendue étanche par rapport à l'élément d'entraînement (44, 46) respectif et/ou par rapport à une deuxième région (72), dans laquelle les actionneurs à corps solide (20, 22) sont disposés, au moyen d'une membrane (68) en particulier déformable élastiquement et/ou pouvant être déplacée conjointement avec l'élément d'entraînement (44, 46) respectif. 30
 7. Dispositif actionneur (10) selon la revendication 6, dans lequel l'élément d'accouplement (28) est disposé dans la première région (70). 35
 8. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications 3 à 7, dans lequel l'élément d'accouplement (28) vient en prise dans un évidement (74, 76) respectif de l'élément d'entraînement (44, 46) respectif et/ou peut être déplacé conjointement avec l'élément d'entraînement (44, 46) respectif. 40
 9. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications 3 à 8, dans lequel les éléments d'entraînement (44, 46) diffèrent l'un de l'autre en termes de leur surface fluidiquement active respective pour le refoulement du fluide. 45
 10. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les actionneurs à corps solide (20, 22) sont accouplés l'un à l'autre par le biais de l'élément d'accouplement (28). 50
 11. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément d'accouplement (28) est réalisé sous la forme d'une bascule pouvant pivoter autour d'un axe de pivotement (30). 55
 12. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un dispositif de calcul électronique (24) est prévu, lequel est réalisé pour activer les actionneurs à corps solide (20, 22) en alternance, de sorte que lors de l'activation de l'un des actionneurs à corps solide (20, 22) l'activation de l'autre actionneur (22, 20) est omise et inversement. 60
 13. Dispositif actionneur (10) selon la revendication 12, dans lequel l'unité de calcul (24) est réalisée pour activer l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif avec un courant électrique sinusoïdal, dans lequel les courants sinusoïdaux pour l'activation des actionneurs à corps solide (20, 22) sont déphasés de 180° l'un par rapport à l'autre. 65
 14. Dispositif actionneur (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les actionneurs à corps solide (20, 22) sont disposés dans un boîtier (32), lequel est formé à partir d'Invar, et/ou dans lequel les actionneurs à corps solide (20, 22) diffèrent l'un de l'autre en termes de leur principe de fonctionnement respectif. 70

15. Procédé pour faire fonctionner un dispositif actionneur (10), lequel présente :

- au moins un élément de sortie (12), lequel peut être soumis à l'action d'un fluide et ainsi être déplacé dans une position de retenue (H) ; 5
- au moins un premier actionneur à corps solide (20) et au moins un deuxième actionneur à corps solide (22), lesquels sont activés en alternance, de sorte que le fluide soit refoulé jusqu'à l'élément de sortie (12) et que l'élément de sortie (12) soit soumis à l'action du fluide ; 10
- un élément d'accouplement (28) commun aux actionneurs à corps solide (20, 22) ;
- au moins un canal d'évacuation (34), par le biais duquel le fluide peut être évacué de l'élément de sortie (12) ; et 15
- au moins un élément soupape (36), lequel est actionné par l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif par le biais de l'élément d'accouplement (28) par l'activation respective de l'actionneur à corps solide (20, 22) respectif et amené ainsi à un état de fermeture bloquant le canal d'évacuation (34), état de fermeture dans lequel, par blocage du canal d'évacuation (34), l'élément de sortie (12) est retenu par le fluide dans la position de retenue (H), l'élément soupape (36), si à la fois une activation du premier actionneur à corps solide (20) et une activation du deuxième actionneur à corps solide (22) sont omises simultanément, étant déplacé de l'état de fermeture à un état d'ouverture libérant le canal d'évacuation (34), état d'ouverture dans lequel l'élément soupape (36) autorise une évacuation du fluide de l'élément de sortie (12) par le biais du canal d'évacuation (34), de sorte que l'élément de sortie (12) se déplace hors de la position de retenue (H) dans au moins une position de dégagement (A). 20 25 30 35

40

45

50

55

FIG 1

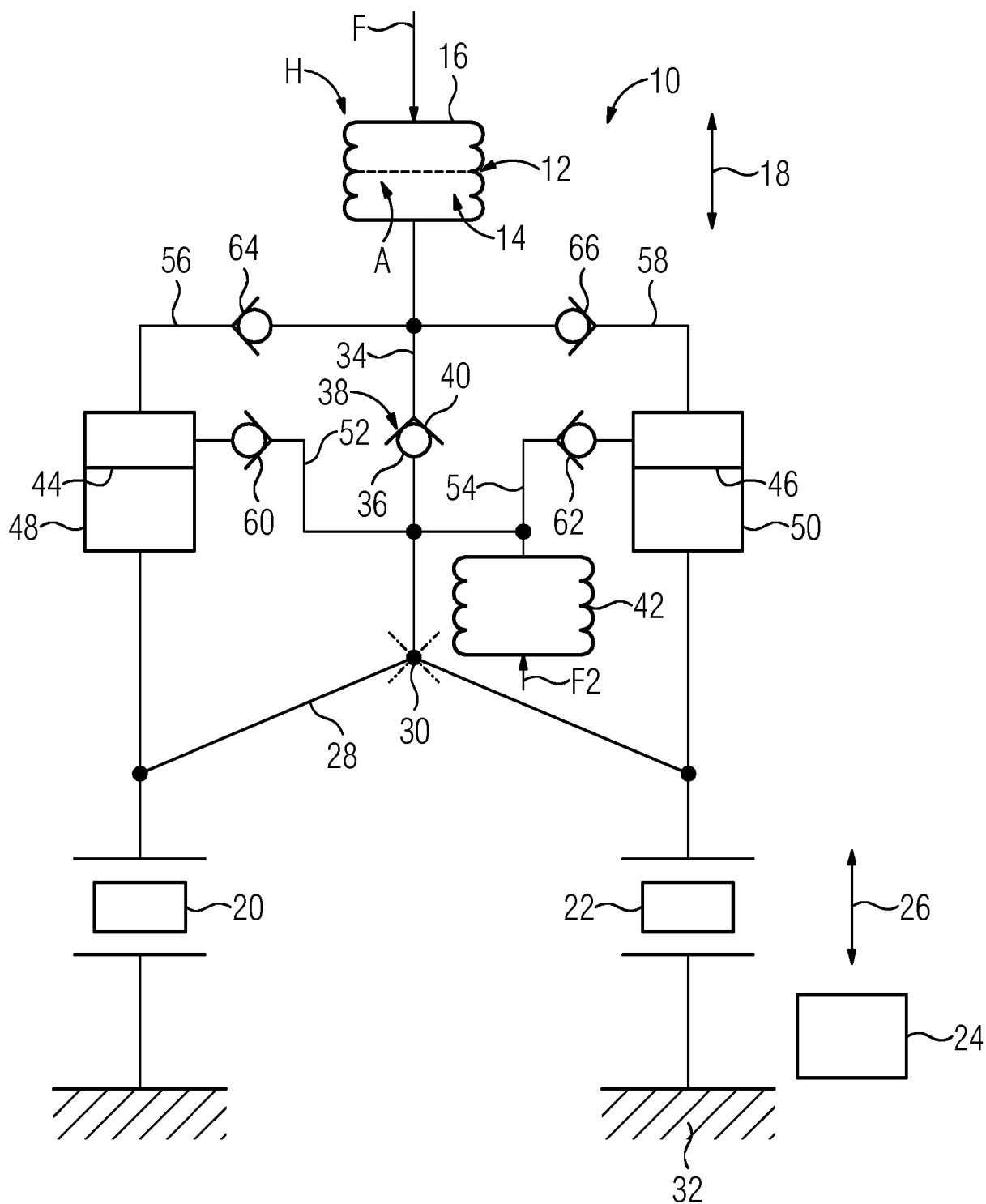
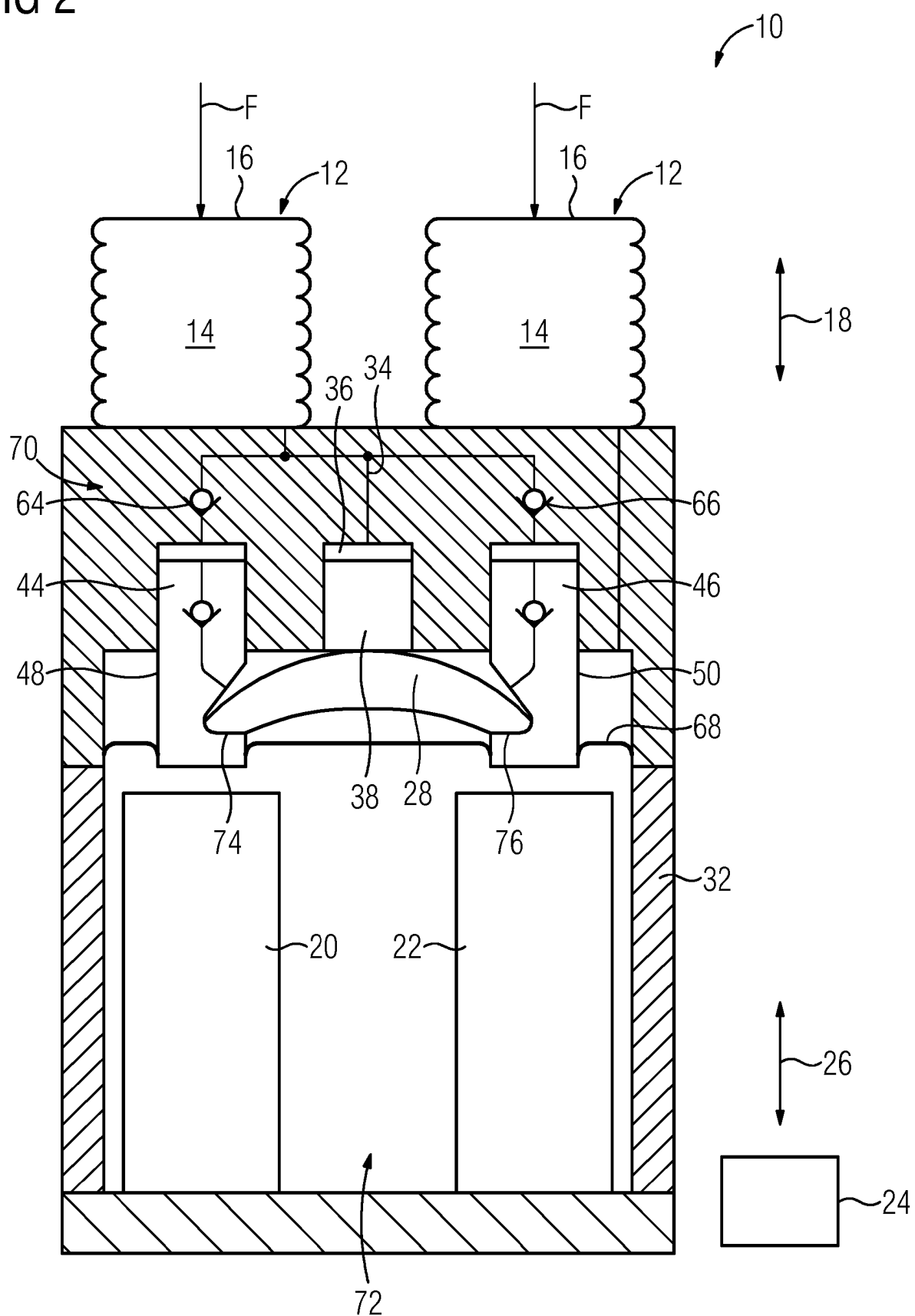


FIG 2



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

- KR 20170055880 A [0004]