

(19)



(11)

EP 3 043 114 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.07.2016 Patentblatt 2016/28

(51) Int Cl.:
F23N 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15197534.9**

(22) Anmeldetag: **02.12.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Carranca, Ricardo**
3810-196 Aveiro (PT)
• **Guerreiro, Pedro**
4710-346 Braga (PT)
• **Ferreira, Andre**
3810-495 Aveiro (PT)

(30) Priorität: **08.01.2015 PT 1081352015**

(74) Vertreter: **Bee, Joachim**
Robert Bosch GmbH, C/IPE
P.O. Box 30 02 20
70442 Stuttgart (DE)

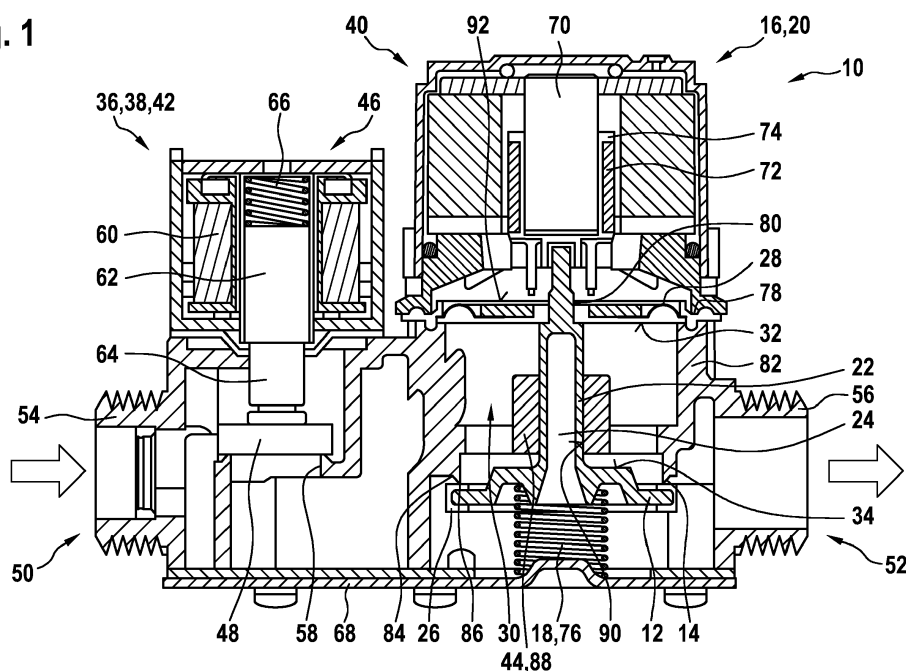
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) REGELVENTILVORRICHTUNG

(57) Die Erfindung geht aus von einer Regelventilvorrichtung, insbesondere für zumindest ein gasförmiges Fluid, mit zumindest einem Drosselement (12), zumindest einem Ventilsitz (14), einer Aktoreinheit (16), welche dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement (12) in zumindest einem Betriebszustand relativ zu dem zumindest einen Ventilsitz (14) zu verfahren, und mit zumindest einem Federelement (18), welches dazu

vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement (12) mit einer zumindest im Wesentlichen in Richtung des zumindest einen Ventilsitzes (14) gerichteten Kraft zu beaufschlagen.

Es wird vorgeschlagen, dass das zumindest eine Federelement (18) eine Federkonstante von maximal 0,5 N/mm aufweist.

Fig. 1**EP 3 043 114 A1**

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Regelventilvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der WO 2006/003684 A1 ist bereits eine Regelventilvorrichtung für ein gasförmiges Fluid bekannt. Die Regelventilvorrichtung umfasst ein Drosselement, einen Ventilsitz, eine Aktoreinheit und ein Federelement. Die Aktoreinheit ist dabei dazu vorgesehen, das Drosselement relativ zu dem Ventilsitz zu verfahren. Das Federelement ist dazu vorgesehen, das Drosselement mit einer in Richtung des Ventilsitzes gerichteten Kraft zu beaufschlagen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung geht aus von einer Regelventilvorrichtung, insbesondere für zumindest ein gasförmiges Fluid, mit zumindest einem Drosselement, zumindest einem Ventilsitz, einer vorzugsweise elektromagnetischen Aktoreinheit, welche dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement in zumindest einem Betriebszustand relativ zu dem zumindest einen Ventilsitz zu verfahren, und mit zumindest einem Federelement, welches dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement mit einer zumindest im Wesentlichen in Richtung des zumindest einen Ventilsitzes gerichteten Kraft zu beaufschlagen.

[0004] Es wird vorgeschlagen, dass das zumindest eine Federelement eine Federkonstante von maximal 0,5 N/mm, vorteilhaft von maximal 0,4 N/mm, besonders vorteilhaft von maximal 0,3 N/mm, vorzugsweise von maximal 0,2 N/mm und besonders bevorzugt von maximal 0,1 N/mm aufweist. Unter einer "Regelventilvorrichtung" soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Ventilvorrichtung verstanden werden, welche dazu vorgesehen ist, in zumindest einem Betriebszustand insbesondere einen Volumenstrom und/oder einen Druck eines in die Regelventilvorrichtung einströmenden und/oder die Regelvorrichtung durchströmenden, insbesondere gasförmigen, Fluids einzustellen und/oder zu regeln. Unter "vorgesehen" soll insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll insbesondere verstanden werden, dass das Objekt diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt. Unter einem "Drosselement" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element verstanden werden, dessen Position und/oder Ausrichtung und/oder Formgebung insbesondere in Abhängigkeit zumindest einer Regelgröße insbesondere aktiv veränderbar ist. Insbesondere ist durch eine Veränderung der Position und/oder der Ausrichtung und/oder der Formgebung des zumindest einen Drossелеments zumindest ein Strömungspfad, entlang dessen

die Regelventilvorrichtung von dem zumindest einen Fluid durchströmbar ist, erweiterbar und/oder verengbar und/oder zumindest im Wesentlichen vollständig verschließbar. Unter einem "Ventilsitz" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein mit dem zumindest einen Drosselement zusammenwirkendes und/oder vorzugsweise korrespondierendes Element mit einer Anlagefläche für das zumindest eine Drosselement verstanden werden, welche insbesondere zumindest eine Ausnehmung, welche insbesondere zumindest teilweise einen Strömungspfad für das zumindest eine Fluid bildet, in Umfangsrichtung begrenzt.

[0005] Vorzugsweise ist die Aktoreinheit als eine insbesondere elektrische und/oder elektromagnetische und/oder pneumatische und/oder hydraulische Einheit ausgebildet, welche dazu vorgesehen ist, zumindest eine insbesondere lineare Bewegung zu erzeugen. Vorzugsweise weist die Regelventilvorrichtung zumindest einen Ventilstößel auf, welcher dazu vorgesehen ist, eine von der zumindest einen Aktoreinheit erzeugte insbesondere lineare Bewegung auf das zumindest eine Drosselement zu übertragen und dieses zu verschwenken und/oder zu verformen und/oder vorzugsweise insbesondere linear zu verfahren. Der zumindest eine Ventilstößel ist vorteilhaft einstückig mit dem zumindest einen Drosselement ausgebildet. Unter "einstückig" soll insbesondere zumindest stoffschlüssig verbunden, wie beispielsweise durch einen Schweißprozess und/oder Klebprozess usw., und besonders vorteilhaft angeformt verstanden werden, wie durch die Herstellung aus einem Guss und/oder durch die Herstellung in einem Ein- oder Mehrkomponentenspritzverfahren. Durch ein Verschwenken und/oder ein Verformen und/oder vorzugsweise ein Verfahren des zumindest einen Drosselements relativ zu dem zumindest einen Ventilsitz ist zumindest ein Spalt zwischen dem zumindest einen Drosselement und dem zumindest einen Ventilsitz vergrößerbar und/oder verkleinerbar und/oder zumindest im Wesentlichen vollständig verschließbar. Unter einem "Federelement" soll insbesondere ein Element verstanden werden, das zumindest eine Erstreckung aufweist, die in einem normalen Betriebszustand um zumindest 10 %, insbesondere um wenigstens 20 %, vorzugsweise um mindestens 30 % und besonders vorteilhaft um zumindest 50 % elastisch veränderbar ist, und das insbesondere eine von einer Veränderung der Erstreckung abhängige und vorzugsweise zu der Veränderung proportionale Gegenkraft erzeugt, die der Veränderung entgegen wirkt. Unter einer "Erstreckung" eines Elements soll insbesondere ein maximaler Abstand zweier Punkte einer senkrechten Projektion des Elements auf eine Ebene verstanden werden. Vorzugsweise ist das zumindest eine Federelement als eine Schraubenfeder, insbesondere als eine gewundene Torsionsfeder, insbesondere als eine Druckfeder, ausgebildet.

[0006] Darunter, dass das zumindest eine Federelement das zumindest eine Drosselement mit einer zumindest im Wesentlichen in Richtung des zumindest ei-

nen Ventilsitzes gerichteten Kraft beaufschlagt, soll insbesondere verstanden werden, dass das zumindest eine Drosselement in zumindest einen Betriebszustand insbesondere durch eine Federkraft, von zumindest 1 N, vorteilhaft von zumindest 1,5 N, besonders vorteilhaft von zumindest 2 N und vorzugsweise von zumindest 2,5 N des zumindest einen Federelements in Richtung des zumindest einen Ventilsitzes gedrückt wird. Das zumindest eine Federelement ist insbesondere dazu vorgesehen, das zumindest eine Drosselement insbesondere bei deaktivierter und/oder ausgefallener Aktoreinheit in eine Schließposition zu bewegen und/oder zu verformen und/oder in der Schließposition zu halten. Unter einer "Schließposition" soll insbesondere eine Position verstanden werden, in welcher das zumindest eine Drosselement in unmittelbarem Kontakt zu dem zumindest einen Ventilsitz steht und ein Spalt zwischen dem zumindest einen Drosselement und dem zumindest einen Ventilsitz zumindest im Wesentlichen vollständig verschwindet und/oder geschlossen ist. Insbesondere ist eine Verbindung zwischen dem zumindest einen Drosselement und dem zumindest einen Ventilsitz in der Schließposition zumindest im Wesentlichen gasdicht. Unter "zumindest im Wesentlichen gasdicht" soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass ein Dichtbereich zwischen dem zumindest einen Drosselement und dem zumindest einen Ventilsitz eine Leckrate von maximal 10^{-6} Pa·m³/s, vorteilhaft von maximal 10^{-8} Pa·m³/s und vorzugsweise von maximal 10^{-10} Pa·m³/s aufweist. Insbesondere weist das zumindest eine Federelement in einem montierten Zustand eine Vorspannung auf. Eine vorgespannte Länge des zumindest einen Federelements, insbesondere in der Schließposition des zumindest einen Drosselements, beträgt insbesondere, maximal 75 %, vorteilhaft maximal 50 %, besonders vorteilhaft maximal 25 % und vorzugsweise maximal 12,5 % einer ungespannten Länge des zumindest einen Federelements. Abhängig von einer Verfahrenrichtung des zumindest einen Drosselements arbeitet die zumindest eine Aktoreinheit insbesondere mit oder gegen die Federkraft des zumindest einen Federelements.

[0007] Durch eine derartige Ausgestaltung kann eine gattungsgemäße Regelventilvorrichtung mit verbesserten Betriebseigenschaften bereitgestellt werden. Insbesondere kann durch eine Verwendung eines Federelements mit einer relativ geringen Federkonstante eine vorteilhaft geringe Änderung der Federkraft des Federelements bei einem Verfahren des zumindest einen Drosselements erreicht werden. Somit kann ein vorteilhaft exaktes Verfahren des zumindest einen Drosselements relativ zu dem zumindest einen Ventilsitz erfolgen. Ferner kann durch das zumindest eine Federelement eine vorteilhafte Dichtheit, insbesondere Gasdichtheit, der Regelventilvorrichtung in einem geschlossenen Zustand erreicht werden.

[0008] Ferner wird vorgeschlagen, dass die zumindest eine Aktoreinheit als eine Tauchspulenaktoreinheit aus-

gebildet ist. Unter einer "Tauchspulenaktoreinheit" soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Aktoreinheit verstanden werden, welche zumindest einen Primärteil und zumindest einen zu dem zumindest einen Primärteil beweglich gelagerten Sekundärteil aufweist. Der zumindest eine Primärteil umfasst insbesondere zumindest einen Magnetkreis mit zumindest einem Dauermagneten. Der Sekundärteil umfasst insbesondere zumindest eine Spule, welche in einem Luftspalt des Magnetkreises des Primärteils angeordnet ist. Der Primärteil ist insbesondere vorzugsweise mechanisch fixiert. Bei einer Beaufschlagung der zumindest einen Spule des zumindest einen Sekundärteils innerhalb eines Magnetfelds des Primärteils mit einem Strom wirkt auf die Spule und somit auf den Sekundärteil eine Lorentzkraft, die den Sekundärteil entlang des Primärteils verlagert. Die Kraft ist dabei insbesondere proportional zum Strom. Eine Richtung des Kraftvektors wird dabei insbesondere von der Stromrichtung bestimmt. Hierdurch kann eine Aktoreinheit bereitgestellt werden, welche vorteilhaft ein bidirektionales Verformen und/oder Verschwenken und/oder vorzugsweise Verfahren der zumindest einen Drosseinheit ermöglicht. Ferner kann eine vorteilhaft exakte Verformung und/oder Verschwenkung und/oder Positionierung der zumindest einen Drosseinheit erreicht werden.

[0009] Vorteilhaft weist der zumindest eine Ventilstößel gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Ventilstößeln eine reduzierte Masse auf. Insbesondere kann der zumindest eine Ventilstößel zumindest teilweise von einem Leichtbaumaterial, beispielsweise Aluminium und/oder einem Kunststoff und/oder einem faserverstärkten Kunststoff, insbesondere einem glasfaserverstärkten Kunststoff, gebildet sein. Vorzugsweise weist der zumindest einen Ventilstößel jedoch zumindest eine massereduzierende Ausnehmung auf. Vorzugsweise ist der zumindest eine Ventilstößel zumindest teilweise hohl ausgebildet. Alternativ ist ebenso denkbar, dass der zumindest eine Ventilstößel zumindest teilweise eine Skelett- und/oder Gitterstruktur mit einer Mehrzahl von Ausnehmungen aufweist. Hierdurch kann eine Trägheit des zumindest einen Ventilstößels vorteilhaft reduziert werden. Ferner kann eine zu einem Verformen und/oder Verschwenken und/oder Verfahren des zumindest einen Drosselements benötigte Kraft vorteilhaft reduziert werden.

[0010] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Regelventilvorrichtung zumindest ein Linearlager umfasst, welches zu einer insbesondere mittelbaren Führung des zumindest einen Drosselements, insbesondere mittels des zumindest einen Ventilstößels, vorgesehen ist. Das zumindest eine Linearlager ist insbesondere zu einer Führung des zumindest einen Ventilstößels vorgesehen. Unter einem "Linearlager" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Lager verstanden werden, welches den zumindest einen Ventilstößel in Umfangsrichtung zumindest teilweise und vorzugsweise zumindest zu einem Großteil umschließt. Unter dem Ausdruck "zumin-

dest zu einem Großteil" soll dabei zumindest 50 %, vorteilhaft zumindest 60 %, vorzugsweise zumindest 70 % und besonders bevorzugt zumindest 80 % verstanden werden. Unter einer "Umfangsrichtung" eines Objekts soll insbesondere eine azimutale, senkrecht zu einer Längserstreckungsrichtung des Objekts angeordnete Richtung verstanden werden. Unter einer "Längserstreckungsrichtung" eines Objekts soll insbesondere eine Richtung verstanden werden, welche parallel ist zu einer längsten Kante eines kleinsten gedachten Quaders, welcher das Objekt gerade noch umgibt. Insbesondere kann das zumindest eine Linearlager als ein Lineargleitlager ausgebildet sein, dessen Oberfläche insbesondere einen Mittenrauwert von maximal 0,2 µm, vorteilhaft von maximal 0,1 µm und vorzugsweise von maximal 0,05 µm aufweist. Insbesondere kann der Mittenrauwert durch eine Oberflächenbearbeitung und oder durch eine Beschichtung der Oberfläche des Lineargleitlagers, beispielsweise mit PTFE und/oder einem Kunststoff, erreicht werden. Alternativ kann das zumindest eine Linearlager als ein Linearkugellager ausgebildet sein. Hierdurch kann eine vorteilhaft exakte Führung des zumindest einen Ventilstößels bei gleichzeitig vorteilhaft reduzierter Reibung erreicht werden, insbesondere zur Kompensation einer relativ geringen Seitenstabilität des zumindest einen Federelements. Somit kann eine zu einem Verformen und/oder Verschwenken und/oder Verfahren des zumindest einen Drosselements benötigte Kraft vorteilhaft reduziert und eine Positioniergenauigkeit des zumindest einen Drosselements vorteilhaft gesteigert werden.

[0011] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Regelventilvorrichtung zumindest ein Dichtelement umfasst, welches zwischen dem zumindest einen Drosselement und dem zumindest einen Ventilsitz angeordnet ist. Das zumindest eine Dichtelement kann dabei an dem zumindest einen Ventilsitz, insbesondere an der Anlagefläche des zumindest einen Ventilsitzes, und/oder vorzugsweise an dem zumindest einen Drosselement, insbesondere in Umfangsrichtung umlaufend an dem zumindest einen Drosselement, angeordnet sein. Unter einem "Dichtelement" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element verstanden werden, welches dazu vorgesehen ist, einen insbesondere ungewollten Austritt zumindest eines Fluids aus einer Ventilkammer der Regelventilvorrichtung zu begrenzen und/oder zumindest zu einem Großteil zu verhindern. Insbesondere kann das zumindest eine Dichtelement zumindest teilweise aus einem Elastomer, beispielsweise Polyurethan und/oder Nitrilkautschuk, bestehen. Hierdurch kann eine vorteilhaft verbesserte Dichtwirkung erreicht werden, insbesondere auch bei einer Beaufschlagung des zumindest einen Drosselements mit einer relativ geringen Kraft, insbesondere durch das zumindest einen Federelement.

[0012] Ist der zumindest eine Ventilsitz zumindest teilweise keilförmig ausgebildet, kann eine Dichtwirkung vorteilhaft weiter verbessert werden. Darunter, dass der zumindest eine Ventilsitz zumindest teilweise "keilförmig"

ausgebildet ist, soll insbesondere verstanden werden, dass sich der zumindest eine Ventilsitz ausgehend von einer Ventilsitzbasis zu einem in Richtung des zumindest einen Drosselements weisenden Ende hin verjüngt.

[0013] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Regelventilvorrichtung zumindest eine Membran umfasst, welche dazu vorgesehen ist, zumindest eine Ventilkammer zumindest einseitig abzuschließen. Unter einer "Membran" soll in diesem Zusammenhang eine insbesondere flexible gasdichte Trennschicht, insbesondere Wellbalg- und/oder vorzugsweise Polymertrennschicht, verstanden werden. Unter einer "Ventilkammer" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein räumlicher Bereich innerhalb der Regelventilvorrichtung verstanden werden, in welche zumindest ein Fluid einleitbar ist. Insbesondere wird die zumindest eine Ventilkammer durch die zumindest eine Membran an einer dem zumindest einen Drosselement gegenüberliegenden Seite in jedem Betriebszustand zumindest im Wesentlichen gasdicht abgeschlossen. Insbesondere ist die zumindest eine Membran mit einem äußeren Umfang an einer Wandung der zumindest einen Ventilkammer befestigt. Insbesondere ist die zumindest eine Membran mit einem inneren Umfang an dem zumindest einen Ventilstößel befestigt. Hierdurch kann eine Ventilkammer vorteilhaft abgeschlossen werden, insbesondere auch während einer linearen Bewegung des zumindest einen Ventilstößels.

[0014] Vorzugsweise entspricht ein effektiver Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer zugewandten Oberfläche der zumindest einen Membran zumindest im Wesentlichen einem effektiven Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer zugewandten Oberfläche des zumindest einen Drosselements. Insbesondere weicht ein effektiver Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer zugewandten Oberfläche der zumindest einen Membran um maximal 10 %, vorteilhaft um maximal 8 %, besonders vorteilhaft um maximal 5 % und vorzugsweise um maximal 2 % von einem effektiven Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer zugewandten Oberfläche des zumindest einen Drosselements ab. Unter einem "effektiven Flächeninhalt" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Flächeneinhalt eines Elements verstanden werden, welcher durch ein in die zumindest eine Ventilkammer einströmendes Fluid mit einem Druck beaufschlagt wird. Hierdurch kann eine Differenz zwischen einer durch ein in die zumindest eine Ventilkammer einströmendes Fluid auf die zumindest eine Membran wirkenden Kraft und einer durch das einströmende Fluid auf das zumindest eine Drosselement wirkenden Kraft vorteilhaft reduziert werden. Somit kann ein Einfluss der durch ein in die zumindest eine Ventilkammer einströmendes Fluid erzeugten Kräfte auf einen Regelungsvorgang vorteilhaft minimiert werden.

[0015] Ferner wird ein Ventilsystem mit zumindest einer erfindungsgemäßen Regelventilvorrichtung vorgeschlagen mit zumindest einer weiteren Ventilvorrichtung,

welche mit der zumindest einen Regelventilvorrichtung fluidtechnisch in Reihe geschaltet ist. Hierdurch kann auf vorteilhaft einfache Weise eine Verschaltung der zumindest einen Regelventilvorrichtung mit weiteren Ventilvorrichtungen, insbesondere mit gleicher oder verschiedener Funktion, ermöglicht werden. Ferner kann ein vorteilhaftes Anpassen eines Ventilsystems erfolgen.

[0016] Vorzugsweise ist die zumindest eine weitere Ventilvorrichtung als Absperrventil ausgebildet. Unter einem "Absperrventil" soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Ventil verstanden werden, welches zu einem insbesondere kontrollierten Öffnen und/oder Schließen zumindest einer Fluidleitung vorgesehen ist. Vorzugsweise ist das zumindest eine Absperrventil als ein Solenoidventil ausgebildet. Hierdurch kann auf vorteilhaft einfache Weise eine Durchleitung zumindest eines Fluids zugelassen und/oder verhindert werden.

[0017] Die erfindungsgemäße Regelventilvorrichtung soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die erfindungsgemäße Brennstoffzellenvorrichtung zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten abweichende Anzahl aufweisen.

Zeichnung

[0018] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0019] Es zeigt:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Ventilsystems mit einer erfindungsgemäßen Regelventilvorrichtung ein einer als Absperrventil ausgebildeten weiteren Ventilvorrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0020] Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung eines Ventilsystems 40 mit einer Regelventilvorrichtung 10 und einer weiteren Ventilvorrichtung 36. Die Regelventilvorrichtung 10 und die weitere Ventilvorrichtung 36 sind fluidtechnisch in Reihe geschaltet. Die weitere Ventilvorrichtung 36 ist der Regelventilvorrichtung 10 fluidtechnisch vorgeschaltet. Das Ventilsystem 40 weist eine Einlassöffnung 50 auf, welche zu einer Einleitung eines, insbesondere gasförmigen, Fluids in das Ventilsystem 40 vorgesehen ist. Ferner weist das Ventilsystem 40 eine Auslassöffnung 52 auf, welche zu einer Ausleitung des Fluids aus dem Ventilsystem 40 vorgesehen ist. An der Einlassöffnung 50 und die Auslassöffnung 52 ist jeweils

ein Gewindeflansch 54, 56 angeordnet, welches zu einem Anschluss einer nicht dargestellten Fluidzuleitung und/oder einer nicht dargestellten Fluidableitung vorgesehen sind.

[0021] Die weitere Ventilvorrichtung 36 ist als ein Absperrventil 38 ausgebildet. Die weitere Ventilvorrichtung 36 ist als ein Solenoidventil 42 ausgebildet. Alternativ ist es jedoch ebenso denkbar, dass eine weitere Ventilvorrichtung als ein Hydraulikventil und/oder ein Pneumatikventil und/oder ein manuelles Ventil ausgebildet ist. Die weitere Ventilvorrichtung 36 weist eine elektromagnetische Aktoreinheit 46 auf. Die Aktoreinheit 46 umfasst eine Spule 60, welche mechanisch in ihrer Position fixiert ist. Ferner umfasst die Aktoreinheit 46 einen Kern 62 aus einem ferromagnetischen Material, beispielsweise Eisen oder Stahl. Der Kern 62 ist linear beweglich innerhalb der Spule 60 gelagert. Ein Absperrerelement 48 der weiteren Ventilvorrichtung 36 ist über einen Ventilstößel 64 mit dem Kern 62 verbunden. Des Weiteren umfasst die Aktoreinheit 46 ein als eine Druckfeder ausgebildetes Federelement 66, welches dazu vorgesehen ist, das Absperrerelement 48 in einem unbestromten Zustand der Aktoreinheit 46 in Richtung eines Ventilsitzes 58 der weiteren Ventilvorrichtung 36 zu drücken und die weitere Ventilvorrichtung 36 somit zu schließen. Das Federelement 66 ist dazu auf einer dem Absperrerelement 48 abgewandten Seite des Kerns 62 zwischen dem Kern 62 und einem Gehäuse 68 des Ventilsystems 40 und/oder der weiteren Ventilvorrichtung 36 angeordnet. Durch eine Bestromung der Aktoreinheit 46 ist der Kern 62 linear gegen eine Federkraft des Federelements 66 bewegbar. Durch die lineare Bewegung des Kerns 62 gegen die Federkraft des Federelements 66 erfolgt ein Abheben des Absperrerelements 48 von dem Ventilsitz 58, wodurch die weitere Ventilvorrichtung 36 geöffnet wird.

[0022] Bei geöffneter weiterer Ventilvorrichtung 36 strömt das durch die Einlassöffnung 50 in das Ventilsystem 40 eingeleitete Fluid in eine Ventilkammer 30 der Regelventilvorrichtung 10. Die Regelventilvorrichtung 10 umfasst ein Drosselement 12, einen Ventilsitz 14 sowie eine Aktoreinheit 16, welche dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement 12 relativ zu dem Ventilsitz 14 zu verfahren. Die Aktoreinheit 16 ist als eine Tauchspulenaktoreinheit 20 ausgebildet. Die Aktoreinheit 16 umfasst einen dauermagnetischen Kern 70, welcher mechanisch in seiner Position fixiert ist. Ferner umfasst die Aktoreinheit 16 eine Spule 72, welche auf einen relativ zu dem Kern 70 beweglichen Spulenträger 74 gewickelt ist. Bei einer Beaufschlagung der zumindest einen Spule 72 mit einem Strom, wirkt auf die Spule 72 und somit auf den Spulenträger 74 eine Lorentzkraft, die den Spulenträger 74 entlang des Kerns 70 verlagert. Die Kraft ist dabei proportional zu einer Stromstärke. Eine Richtung des Kraftvektors ist insbesondere von einer Stromrichtung bestimmt. Ferner umfasst die Regelventilvorrichtung 10 einen Ventilstößel 22, welcher dazu vorgesehen ist, eine Bewegung des Spulenträgers 74 auf das Drosselement 12 zu übertragen. Der Ventilstößel

22 ist teilweise hohl ausgebildet und weist eine entlang seiner Haupterstreckung verlaufende Ausnehmung 24 auf, wodurch eine Masse und somit eine Trägheit des Ventilstößels 22 gegenüber einem Ventilstößel aus einem Vollmaterial reduziert ist. Der Ventilstößel 22 ist einstückig mit dem Drosselement 12 ausgebildet. Das Drosselement 12 ist zumindest im Wesentlichen tellerförmig ausgebildet. An dem Drosselement 12 ist in Umfangrichtung umlaufend ein, insbesondere elastisches, Dichtelement 26 angeordnet.

[0023] Die Ventilkammer 30 ist an einer zu der Aktoreinheit 16 gewandten Seite durch eine flexible Membran 28 abgeschlossen. Die Membran 28 ist mit einem äußeren Umfang 78 an einer Wandung 82 der Ventilkammer 30 befestigt. Mit einem inneren Umfang 80 ist die Membran 28 an dem Ventilstößel 22 befestigt. Bewegungen des Ventilstößels 22 führen zu einer entsprechenden Auslenkung der Membran 28, wodurch die Ventilkammer 30 auch bei Bewegungen des Ventilstößels 22 zuverlässig in Richtung der Aktoreinheit 16 abgeschlossen ist. Ein effektiver Flächeninhalt einer der Ventilkammer 30 zugewandten Oberfläche 32 der einen Membran 28 entspricht einem effektiven Flächeninhalt einer der Ventilkammer 30 zugewandten Oberfläche 34 des einen Drosselements 12. Hierdurch tritt keine Differenz zwischen einer durch ein in die Ventilkammer 30 einströmendes Fluid auf die Membran 28 wirkenden Kraft und einer durch das einströmende Fluid auf das Drosselement 12 wirkenden Kraft auf. Ein Einfluss durch ein in die Ventilkammer 30 einströmendes Fluids erzeugtter Kräfte auf ein Öffnen und/oder Schließen der Regelventilvorrichtung 10 ist somit eliminiert. Eine der Aktoreinheit 16 zugewandten Oberfläche 92 der Membran 28 ist mit einem Referenzdruck, beispielsweise einem Umgebungsdruck, beaufschlagt.

[0024] Des Weiteren umfasst die Regelventilvorrichtung 10 ein Federelement 18, welches dazu vorgesehen ist, das Drosselement 12 mit einer in Richtung des Ventilsitzes 14 gerichteten Kraft zu beaufschlagen. In einem geschlossenen Zustand der Regelventilvorrichtung 10 ist das Drosselement 12 durch das Federelement 18 beispielsweise mit einer Kraft von 1 N bis 2,5 N beaufschlagt. Das Federelement 18 ist zwischen dem Drosselement 12 und dem Gehäuse 68 des Ventilsystems 40 und/oder der Regelventilvorrichtung 10 angeordnet. Das Federelement 18 ist unter einer Vorspannung montiert. Eine vorgespannte Länge des Federelements 18 in einem geschlossenen Zustand der Regelventilvorrichtung 10 beträgt beispielsweise ein Viertel einer ungespannten Länge des Federelements 18. Das Federelement 18 weist insbesondere eine Federkonstante von maximal 0,5 N/mm auf. Vorzugsweise weist das Federelement 18 eine Federkonstante von maximal 0,1 N/mm auf. Das Federelement 18 ist als eine Schraubendruckfeder 76 ausgebildet. Insbesondere bei deaktivierter und/oder ausgefallener Aktoreinheit 16 ist das Drosselement 12 durch das Federelement 18 gegen den Ventilsitz 14 gedrückt, wodurch jederzeit, insbesondere bei einem Aus-

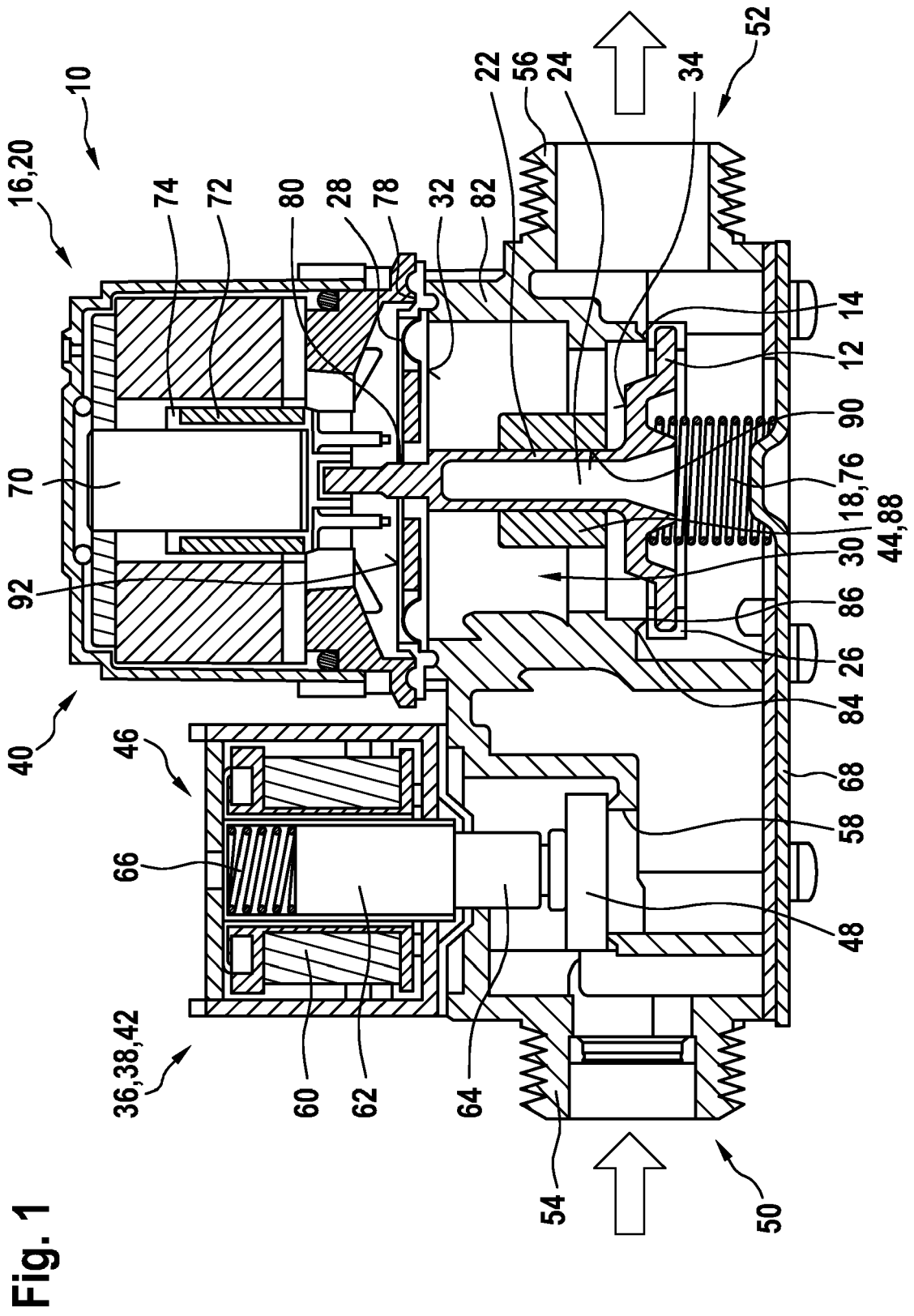
fall einer Stromversorgung der Regelventileinheit 10, ein sicheres, insbesondere gasdichtes, Schließen der Regelventilvorrichtung 10 gewährleistet ist. Um eine Dichtwirkung bei geschlossener Regelventilvorrichtung 10 weiter zu verbessern, ist der Ventilsitz 14 keilförmig ausgebildet. Der Ventilsitz 14 verjüngt sich ausgehend von einer Ventilsitzbasis 84 zu einem in Richtung des Drosselements 12 weisenden Ende 86 hin. Hierdurch ist eine Anlagefläche zwischen dem Dichtelement 26 und dem Ventilsitz 14 in einem geschlossenen Zustand der Regelventilvorrichtung 10 reduziert und ein durch das Federelement 18 erzeugter Anpressdruck ist auf die relativ geringe Anlagefläche konzentriert.

[0025] Zu einem Öffnen und/oder Schließen der Regelventilvorrichtung 10 wird die Spule 72 mit einem Strom beaufschlagt, wodurch eine lineare Bewegung des Spulenträgers 74 relativ zu dem Kern 70 erzeugt wird. Die Bewegung wird über den Ventilstößel 22 auf das Drosselement 12 übertragen. Bei einem Öffnen der Regelventilvorrichtung 10 wird das Drosselement 12 entgegen der Federkraft des Federelements 18 von dem Ventilsitz 14 wegbewegt, sodass das Fluid aus der Ventilkammer 30 in Richtung der Auslassöffnung 52 strömen kann. Bei einem Schließen der Regelventilvorrichtung 10 wird das Drosselement 12 mit der Federkraft des Federelements 18 zu dem Ventilsitz 14 hinbewegt, sodass ein Volumenstrom des Fluids aus der Ventilkammer 30 in Richtung der Auslassöffnung 52 reduziert und in geschlossenem Zustand vollständig unterbunden wird. Der Ventilstößel 22 ist dabei durch ein Linearlager 44 geführt. Das Linearlager 44 ist als ein Gleitlager 88 ausgebildet. Zu einer Reduktion einer Reibung zwischen dem Ventilstößel 22 und dem Linearlager 44 weist eine Oberfläche 90 des Linearlagers 44 einen Mittenrauwert von maximal 0,1 μm auf. Die relativ geringe Federkonstante des Federelements 18 führt dazu, dass sich eine durch das Federelement 18 erzeugte und auf das Drosselement 12 wirkende Kraft bei einer Längenänderung des Federelements 18 lediglich geringfügig verändert. Da eine durch die Aktoreinheit 16 erzeugte Kraft proportional zu einer Stromstärke eines Stroms ist, mit welchem die Spule 72 beaufschlagt wird, und sich eine durch das Federelement 18 erzeugte und auf das Drosselement 12 wirkende Kraft bei einer Längenänderung des Federelements 18 lediglich geringfügig verändert, ist ein exaktes teilweises und/oder vollständiges Öffnen und/oder Schließen der Regelventilvorrichtung 10 möglich, da das Drosselement 12 präzise in beliebige Positionen zwischen einem vollständigen Öffnen und einem vollständigen Schließen der Regelventilvorrichtung 10 verfahrbar ist.

Patentansprüche

1. Regelventilvorrichtung, insbesondere für zumindest ein gasförmiges Fluid, mit zumindest einem Drosselement (12), zumindest einem Ventilsitz (14), ei-

- ner Aktoreinheit (16), welche dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement (12) in zumindest einem Betriebszustand relativ zu dem zumindest einen Ventilsitz (14) zu verfahren, und mit zumindest einem Federelement (18), welches dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Drosselement (12) mit einer zumindest im Wesentlichen in Richtung des zumindest einen Ventilsitzes (14) gerichteten Kraft zu beaufschlagen **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Federelement (18) eine Federkonstante von maximal 0,5 N/mm aufweist.
2. Regelventilvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Aktoreinheit (16) als eine Tauchspulenaktoreinheit (20) ausgebildet ist.
3. Regelventilvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet, durch** zumindest einen Ventilstößel (22), welcher dazu vorgesehen ist, eine von der zumindest einen Aktoreinheit (16) erzeugte Bewegung auf das zumindest eine Drosselement (12) zu übertragen, und welcher zumindest eine massereduzierende Ausnehmung (24) aufweist.
4. Regelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Linearlager (44), welches zu einer Führung des zumindest einen Drosselements (12) vorgesehen ist.
5. Regelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Dichtelement (26), welches zwischen dem zumindest einen Drosselement (12) und dem zumindest einen Ventilsitz (14) angeordnet ist.
6. Regelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Ventilsitz (14) zumindest teilweise keilförmig ausgebildet ist.
7. Regelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest eine Membran (28), welche dazu vorgesehen ist, zumindest eine Ventilkammer (30) zumindest einseitig abzuschließen.
8. Regelventilvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein effektiver Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer (30) zugewandten Oberfläche (32) der zumindest einen Membran (28) zumindest im Wesentlichen einem effektiven Flächeninhalt einer der zumindest einen Ventilkammer (30) zugewandten Oberfläche des (34) zumindest einen Drosselements (12) entspricht.
9. Ventilsystem mit zumindest einer Regelventilvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest eine weitere Ventilvorrichtung (36), welche mit der zumindest einen Regelventilvorrichtung (10) fluidtechnisch in Reihe geschaltet ist.
10. Ventilsystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine weitere Ventilvorrichtung (36) als Absperrventil (38) ausgebildet ist.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 7534

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 469 590 A (BARKER GEORGE E) 30. September 1969 (1969-09-30) * Spalte 5, Zeile 25 - Spalte 6, Zeile 42 * * Spalte 7, Zeile 23 - Spalte 7, Zeile 27; Abbildungen 2, 3; Beispiel 1 *	1,4,5,9,10	INV. F23N1/00
X	EP 0 048 440 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 31. März 1982 (1982-03-31) * Seite 10, Zeile 7 - Seite 13, Zeile 17; Abbildung 4 *	1-3,6-8	
A	US 3 842 809 A (KING J) 22. Oktober 1974 (1974-10-22) * Spalte 1, Zeile 59 - Zeile 66; Abbildung 2 *	1	
A	EP 2 444 730 A1 (COPRECITEC SL [ES]) 25. April 2012 (2012-04-25) * Absatz [0017]; Abbildung 1 *	1,6	
A	WO 2005/073632 A1 (SIT LA PRECISA SPA [IT]; ZANELLA STEFANO [IT]; TURRIN GIANPIERO [IT]) 11. August 2005 (2005-08-11) * Seite 8, Zeile 17 - Seite 9, Zeile 16; Abbildungen 3, 4 *	7,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23N F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2016	Prüfer Harder, Sebastian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 19 7534

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-05-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3469590 A	30-09-1969	KEINE	
EP 0048440 A1	31-03-1982	DE 3173143 D1 EP 0048440 A1 JP S5754787 A JP S6343632 B2	16-01-1986 31-03-1982 01-04-1982 31-08-1988
US 3842809 A	22-10-1974	KEINE	
EP 2444730 A1	25-04-2012	EP 2444730 A1 US 2012090177 A1	25-04-2012 19-04-2012
WO 2005073632 A1	11-08-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- WO 2006003684 A1 [0002]