

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. April 2018 (12.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/065217 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16K 31/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/073777

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2017 (20.09.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 219 342.2
06. Oktober 2016 (06.10.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC
GMBH** [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) **Erfinder:** **BEUSCHEL, Michael**; Jahnstr. 35, 85134 Stammham (DE). **KERLER, Alexander**; Bucher Strasse 27, 85135 Titting OT Petersbuch (DE). **STEINBERGER, Johann**; Berg im Gau Str. 12, 86564 Brunnen (DE).

(74) **Anwalt:** **BONN, Roman**; c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: PNEUMATIC VALVE

(54) Bezeichnung: PNEUMATISCHES VENTIL

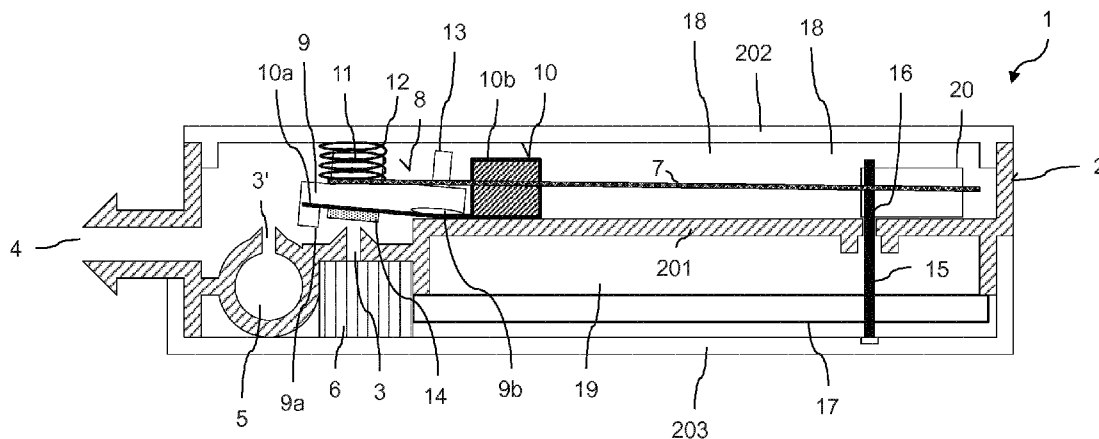


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a pneumatic valve, comprising a valve housing (2) in which an air chamber (18) having one or more air connections (3, 3', 4) is provided, wherein a respective air connection (3, 3') of at least some of the air connections (3, 3', 4) can be opened and closed in a sealing manner by means of a movable valve flap (8). The valve flap (8) is coupled mechanically to an SMA element (7) made of a shape memory alloy, wherein the SMA element (7) can be deformed by supplying an electric heating current and in this way effects a predefined movement of the valve flap (8) to open or close the respective air connection (3, 3'). The deformation of the SMA element (7) is made reversible when the supply of the electric heating current is ended and, in this way, effects a reversal of the predefined movement of the SMA element (7). The valve flap (8) comprises a leaf spring (10) having a spring leaf (10a), wherein the leaf spring (10) is held so as to be fixed rotationally relative to the valve housing (2). The leaf spring (10) cooperates



SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

with the SMA element (7) in such a way that a displacement of the SMA element (7), which displacement is effected by the deformation of the SMA element, is converted into a displacement of the valve flap (8) by means of elastic bending of the spring leaf (10a) of the leaf spring (10). The displacement of the valve flap (8) is greater than the displacement of the SMA element (7), wherein the leaf spring (10) cooperates with the SMA element (7) in such a way that the displacement of the valve flap (8) is redirected with respect to the displacement of the SMA element (7).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein pneumatisches Ventil, umfassend ein Ventilgehäuse (2), in dem eine Luftkammer (18) mit einem oder mehreren Luftanschlüssen (3, 3', 4) vorgesehen ist, wobei ein jeweiliger Luftanschluss (3, 3') zumindest eines Teils der Luftanschlüsse (3, 3', 4) mittels einer beweglichen Ventilklappe (8) geöffnet und dichtend geschlossen werden kann. Die Ventilklappe (8) ist mechanisch an ein SMA-Element (7) aus einer Formgedächtnislegierung gekoppelt ist, wobei sich das SMA-Element (7) durch Zufuhr eines elektrischen Heizstroms verformt und hierdurch eine vorgegebene Bewegung der Ventilklappe (8) zum Öffnen oder Schließen des jeweiligen Luftanschlusses (3, 3') bewirkt. Die Verformung des SMA-Elements (7) wird bei Beendigung der Zufuhr des elektrischen Heizstroms rückgängig gemacht und bewirkt hierdurch eine Umkehrung der vorgegebenen Bewegung des SMA-Elements (7). Die Ventilklappe (8) umfasst eine Blattfeder (10) mit einem Federblatt (10a), wobei die Blattfeder (10) drehfest relativ zu dem Ventilgehäuse (2) gehalten ist. Die Blattfeder (10) wirkt derart mit dem SMA-Element (7) zusammen, dass ein Hub des SMA-Elements (7), der durch dessen Verformung bewirkt wird, in einen Hub der Ventilklappe (8) mittels elastischer Biegung des Federblatts (10a) der Blattfeder (10) gewandelt wird. Der Hub der Ventilklappe (8) ist dabei größer als der Hub des SMA-Elements (7), wobei die Blattfeder (10) derart mit dem SMA-Element (7) zusammenwirkt, dass der Hub der Ventilklappe (8) gegenüber dem Hub des SMA-Elements (7) umgelenkt wird.

Beschreibung

Pneumatisches Ventil

5 Die Erfindung betrifft ein pneumatisches Ventil.

10 In einer Vielzahl von technischen Anwendungsgebieten werden zur Steuerung von Luftströmen pneumatische Ventile eingesetzt. Dabei ist es bekannt, zur Betätigung solcher Ventile sog. SMA-Elemente aus einer Formgedächtnislegierung, wie z.B. NiTi-Legierung, zu verwenden (SMA = Shape Memory Alloy). Die SMA-Elemente werden durch Stromfluss und der daraus resultierenden Erwärmung verformt. Nach anschließender Abkühlung können sie wieder ihre ursprüngliche Form gebracht werden.

15

Häufig werden zum Betätigen von pneumatischen Ventilen SMA-Elemente in der Form von Drähten verwendet. Dabei wird der Aktuatorhub über eine Kontraktion des Drahts mittels Stromzufuhr bewirkt. Um eine hohe Lebensdauer und damit eine hohe Anzahl von Betätigungszyklen zu erreichen, soll die Kontraktion des Drahts bei der Betätigung des Ventils möglichst gering sein. Demzufolge gibt es verschiedene Ansätze, um mittels einer geometrischen Übersetzung die Kontraktion des Drahts in einen größeren Ventilhub umzusetzen.

25

Die Druckschrift DE 102 57 549 B3 zeigt eine mechanische Reihenschaltung von SMA-Drähten, um den Stellhub eines Ventils zu erhöhen.

30 In den Druckschriften WO 2015/185132 A1 sowie WO 2015/086089 A1 sind pneumatische SMA-Ventile gezeigt, bei denen der Hub eines SMA-Drahts über Gelenke in die Bewegung eines Ventilelements umgesetzt wird.

35 Das Dokument DE 10 2005 060 217 A1 zeigt ein pneumatisches Ventil mit dreiecksförmig gespannten SMA-Drähten, an denen Stößel zum Öffnen und Schließen von Ventilöffnungen angebracht sind.

Das Dokument DE 10 2005 059 081 A1 offenbart einen Drehaktuator mit einem Zugelement aus Formgedächtnislegierung. Der Aktuator setzt eine Zugbewegung des Zugelements in eine Drehbewegung um.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es, ein zuverlässig arbeitendes pneumatisches Ventil mit wenigstens einem SMA-Element als Aktuator zu schaffen.

10 Diese Aufgabe wird durch das pneumatische Ventil gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Das erfindungsgemäße pneumatische Ventil umfasst ein Ventilgehäuse, in dem eine Luftkammer mit einem oder mehreren
15 Luftanschlüssen vorgesehen ist, wobei ein jeweiliger Luftanschluss zumindest eines Teils der Luftanschlüsse mittels einer beweglichen Ventilklappe geöffnet und dichtend geschlossen werden kann. Die Ventilklappe ist mechanisch an ein SMA-Element und insbesondere ein drahtförmiges SMA-Element aus einer
20 Formgedächtnislegierung (z.B. einer NiTi-Legierung) gekoppelt. In an sich bekannter Weise verformt sich das SMA-Element durch Zufuhr eines elektrischen Heizstroms, wodurch eine vorgegebene Bewegung der Ventilklappe zum Öffnen oder Schließen des jeweiligen Luftanschlusses bewirkt wird. Die Verformung des
25 SMA-Elements wird bei Beendigung der Zufuhr des elektrischen Heizstroms rückgängig gemacht, wodurch eine Umkehrung der vorgegebenen Bewegung des SMA-Elements bewirkt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen pneumatischen Ventil umfasst die
30 Ventilklappe eine Blattfeder, vorzugsweise aus Metall, mit einem Federblatt und vorzugsweise einem einzelnen Federblatt, wobei die Blattfeder drehfest, d.h. scharnierlos, relativ zu dem Ventilgehäuse gehalten ist. Vorzugsweise ist die Blattfeder (scharnierlos) direkt an dem Ventilgehäuse befestigt. Die
35 Ventilklappe mit der Blattfeder wirkt mit dem SMA-Element derart zusammen, dass ein Hub des SMA-Elements, der durch dessen Verformung bewirkt wird, in einen Hub der Ventilklappe mittels elastischer Biegung des Federblatts der Blattfeder gewandelt

wird. Der Hub der Ventilklappe ist dabei größer als der Hub des SMA-Elements.

Bei dem erfindungsgemäßen pneumatischen Ventil wird eine
5 Blattfeder zur Erzeugung eines vergrößerten Hubs einer Ventilklappe genutzt. Die Blattfeder kann spielfrei ohne Zwischenschaltung eines Scharniers befestigt werden, wodurch eine zuverlässige Betätigung des Ventils erreicht wird. Ferner kann durch die elastische Biegung der Blattfeder bei der Ventil-
10 betätigung eine schälende Bewegung der Ventilklappe gewährleistet werden, wodurch auch eine am Ventilsitz anhaftende Ventilklappe gut gelöst werden kann. Durch die Umsetzung des Hubs des SMA-Elements in einen vergrößerten Ventilhub werden zur Betätigung des Ventils geringe Verformungen des SMA-Elements
15 benötigt, wodurch dessen Lebensdauer erhöht wird. Die Vergrößerung des Hubs wird vorzugsweise über eine Hebelanordnung erreicht.

Das erfindungsgemäße pneumatische Ventil zeichnet sich dadurch
20 aus, dass die Blattfeder derart mit SMA-Element zusammenwirkt, dass der Hub der Ventilklappe gegenüber dem Hub des SMA-Elements umgelenkt wird. Vorzugsweise liegt der Winkel, um den der Hub der Ventilklappe gegenüber dem Hub des SMA-Elements umgelenkt wird, zwischen 50° und 130° , insbesondere zwischen 70° und 100° und
25 besonders bevorzugt bei 90° , wobei sich die angegebenen Winkel auf den kleineren Winkel zwischen den Richtungen der beiden Hübe beziehen. Hierdurch kann ein kompakter Aufbau des erfindungsgemäßen Ventils erreicht werden.

30 In einer weiteren, besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Ventils ist das SMA-Element ein sich im Wesentlichen in einer Ebene erstreckender Draht, der durch Zufuhr des elektrischen Heizstroms kontrahiert wird und hierdurch die vorgegebene Bewegung der Ventilklappe bewirkt. Nichtsdestotrotz
35 besteht auch die Möglichkeit, dass das SMA-Element eine andere Form aufweist, z.B. kann es ggf. auch als eine Feder, wie z.B. eine Spiralfeder, ausgestaltet sein.

Wird als SMA-Element ein sich in einer Ebene erstreckender Draht verwendet, verläuft dieser Draht vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu dem Federblatt der Blattfeder in einem vorgegebenen Abstand von diesem. Über diesen vorgegebenen Abstand kann ein
5 kurzer Hebel zum Angriff des SMA-Elements erreicht werden, um hierdurch den Hub zu vergrößern.

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform weist der das SMA-Element bildende Draht zwei gerade verlaufende
10 Abschnitte mit einem dazwischen liegenden gebogenen Abschnitt auf, wobei der Hub des Drahts über den gebogenen Abschnitt auf die Ventilklappe übertragen wird. Vorzugsweise dreht der gebogene Abschnitt die Erstreckungsrichtung des Drahts um 180°. Der gebogene Abschnitt kann z.B. an einem Vorsprung der Ventilklappe
15 angreifen. Mit dieser Variante der Erfindung wird eine einfache mechanische Kopplung des Drahts an die Ventilklappe gewährleistet.

In einer weiteren bevorzugten Variante umfasst das Federblatt der
20 Blattfeder einen Auflagebereich, der auf einem Abschnitt des Ventilgehäuses aufliegt, wobei sich der Auflagebereich bei der elastischen Biegung des Federblatts von dem Abschnitt des Ventilgehäuses abhebt. Hierdurch wird eine einfache und kompakte Anordnung der Blattfeder am Ventilgehäuse ermöglicht.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ventils wirkt auf die Ventilklappe eine Rückstellkraft, welche die Umkehrung der Bewegung der Ventilklappe bei Beendigung der Zufuhr des Heizstroms bewirkt. Je nach Ausgestaltung kann die Rück-
25 stellkraft durch die Blattfeder selbst ausgeübt werden, was durch entsprechende Vorspannung der Blattfeder gewährleistet werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann eine separate Feder zur Aufbringung der Rückstellkraft vorgesehen sein.

In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Ventils umfasst die Ventilklappe einen Körper, insbesondere aus Kunststoff, der eine erste Seite aufweist, die auf den jeweiligen Luftanschluss zuweist sowie eine zweite Seite, die eine zu der ersten Seite
35

entgegengesetzte (d.h. gegenüberliegende) Seite ist. Dabei ist ein Abschnitt des Federblatts, der durch die elastische Biegung der Blattfeder bewegt wird, auf der ersten Seite angeordnet. Vorzugsweise ist das SMA-Element auf der zweiten Seite mechanisch an die Ventilklappe gekoppelt. Diese Anordnung gewährleistet eine stabil ausgeführte Ventilklappe. Ferner kann über den Körper eine Beabstandung des SMA-Elements von der Blattfeder und damit ein geeigneter Hebelarm gewährleistet werden.

10 In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Ventils umfasst das Ventilgehäuse eine Grundplatte aus nicht-leitendem Material, insbesondere aus Kunststoff. Vorzugsweise ist die Grundplatte ein Spritzgussbauteil. Die Grundplatte teilt das Innere des Ventilgehäuses in die gegenüber anderen Bereichen abgedichtete
15 Luftkammer und einen von der Luftkammer separierten Bereich auf, wobei in dem separierten Bereich vorzugsweise eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung der Ventilklappe oder Ventilklappen zum Öffnen oder Schließen des oder der jeweiligen Luftanschlüsse angeordnet ist. Mittels dieser Variante der Erfindung können
20 empfindliche Bauteile vor dem Luftstrom in der Luftkammer sowie vor Feuchtigkeit in der Luftkammer geschützt werden.

In einer weiteren Variante, in der ein Auflagebereich des Federblatts auf einem Abschnitt des Ventilgehäuses aufliegt, ist
25 der Abschnitt des Ventilgehäuses ein Teil der soeben beschriebenen Grundplatte auf deren zur Luftkammer weisenden Seite. Hierdurch wird ein kompakter Aufbau des Ventils erreicht.

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform ist das
30 SMA-Element durch eine Abschirmwand geführt, welche einen Teilabschnitt des SMA-Elements von dem jeweiligen Luftanschluss abschirmt, wobei die Abschirmwand vorzugsweise an der Ventilklappe oder an dem Ventilgehäuse befestigt ist. In dieser Ausführungsform wird eine Veränderung des Verhaltens des
35 SMA-Elements aufgrund einer Abkühlung durch die Luftströmung am Luftanschluss vermieden.

In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Ventils ist an der Blattfeder ein leitfähiger Abschnitt ausgebildet, der beim Erreichen einer Endposition der Ventilklappe bei Zufuhr des elektrischen Heizstroms einen Teilabschnitt des SMA-Elements elektrisch überbrückt. Diese Variante der Erfindung ermöglicht eine vereinfachte Detektion der Endposition, da die durch die elektrische Überbrückung verursachte Widerstandsverminderung zur Erfassung der Endposition genutzt werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ventils liegt an einem Ende des Ventilgehäuses ein nicht-steuerbarer Luftanschluss, d.h. ein Luftanschluss ohne Ventilklappe. Ferner umfasst das Ventil zwei Luftanschlüsse, welche Ventilklappen und eine entsprechende Betätigung mit einem SMA-Element gemäß den obigen Ausführungen beinhalten. In einer Variante sind die zwei Luftanschlüsse an dem Ende des Ventilgehäuses angeordnet, an dem der nicht-steuerbare Luftanschluss liegt. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass der Luftstrom nur zum Teil an dem SMA-Element vorbeigeführt wird und er somit die Eigenschaften des SMA-Elements nicht negativ beeinflusst. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass einer der zwei Luftanschlüsse an dem Ende des Ventilgehäuses angeordnet ist, an dem der nicht-steuerbare Luftanschluss liegt, und der andere der zwei Luftanschlüsse an einem zu diesem Ende entgegengesetzten Ende des Ventilgehäuses angeordnet ist. Hierdurch kann ein kompakter länglicher Aufbau des Ventilgehäuses ermöglicht werden. Gegebenenfalls können auch mehr als die genannten zwei Luftanschlüsse vorgesehen sein. Vorzugsweise sind jedoch genau zwei solche Luftanschlüsse vorgesehen.

Das erfindungsgemäße pneumatische Ventil ist vorzugsweise zum Befüllen und/oder Entleeren zumindest einer elastischen Luftblase in einer Vorrichtung zur pneumatischen Verstellung eines Sitzes in einem Verkehrsmittel vorgesehen. Mit anderen Worten umfasst die Erfindung auch eine Vorrichtung zur pneumatischen Verstellung eines Sitzes in einem Verkehrsmittel mit zumindest einer elastischen Luftblase sowie einem erfin-

dungsgemäßen Ventil zum Befüllen und/oder Entleeren der zumindest einen Luftblase.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der
5 beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

Es zeigen:

10 Fig. 1 und Fig. 2 Schnittansichten durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventils in geschlossener und geöffneter Stellung eines Luftanschlusses;

15 Fig. 3 eine Draufsicht auf die Ausführungsform des Ventils aus Fig. 1 und Fig. 2;

20 Fig. 4 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventils; und

25 Fig. 5 eine perspektivische Darstellung einer abgewandelten Ausgestaltung einer im erfindungsgemäßen Ventil verwendeten Ventilklappe.

Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von pneumatischen 3/3-Ventilen beschrieben, die zum Befüllen und Entlüften einer elastischen Luftblase (nicht gezeigt) in einer Vorrichtung zur pneumatischen Verstellung eines Kraftfahr-
30 zeugsitzes eingesetzt werden. Nichtsdestotrotz können die nachfolgend beschriebenen pneumatischen Ventile auch für beliebige andere Verwendungszwecke genutzt werden.

35 Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen pneumatischen Ventils. Der Schnitt verläuft entlang der Linie I-I der Draufsicht von Fig. 3, wobei jedoch auch außerhalb der Schnittebene liegende Bauteile aus Fig. 1 ersichtlich werden.

Das in Fig. 1 bis 3 gezeigte Ventil ist mit Bezugszeichen 1 bezeichnet und umfasst ein Gehäuse 2, in dem mehrere Luftanschlüsse ausgebildet sind. Aus Fig. 3 ist u.a. der nicht-steuerbare Arbeitsanschluss 4 ersichtlich, über den
5 mittels des Ventils Luft zu einer Luftblase geführt bzw. von dieser abgeleitet wird. Darüber hinaus enthält das Ventil die beiden weiteren Luftanschlüsse 3 und 3', die aus Fig. 1 ersichtlich werden. Der Luftanschluss 3 ist ein Abluftanschluss, über den Luft aus dem Ventil nach außen geführt wird. Dabei ist
10 benachbart zum Luftanschluss ein Dämpfungselement 6 vorgesehen, mit dem nach außen dringende Geräusche des Ventils 1 vermindert werden.

Im Unterschied zum Luftanschluss 3 ist der Luftanschluss 3' ein
15 Zuluftanschluss, der mit einem Luftkanal 5 verbunden ist, der wiederum an eine Luftdruckzufuhr (nicht gezeigt) angeschlossen ist. Die Luftanschlüsse 3 und 3' sind mittels beweglicher Ventilklappen 8 steuerbar, d.h. über die Ventilklappen können die jeweiligen Luftanschlüsse geöffnet und dichtend verschlossen
20 werden. Die einzelnen Ventilklappen 8 umfassen u.a. einen Ventilkörper 9 aus Kunststoff sowie eine Blattfeder 10 aus Metall, wie im Folgenden noch näher erläutert wird.

Nachfolgend werden anhand von Fig. 1 bis Fig. 3 das Öffnen und
25 Schließen des Abluftanschlusses 3 mittels der dargestellten Ventilklappe 8 erläutert, wobei an dem Luftanschluss 3' analog der gleiche Betätigungsmechanismus zum Öffnen und Schließen desselben vorgesehen ist, wie sich aus der Draufsicht aus Fig. 3 ergibt.

30 Gemäß Fig. 1 ist ein SMA-Draht 7 aus einer an sich bekannten Formgedächtnislegierung in horizontaler Richtung gespannt. Der Draht 7 wird am Gehäuse 2 sowie an entsprechenden Kontaktpins 15 durch Crimpen mittels metallischer Crimp-Elemente 20 befestigt.
35 Die genaue Crimp-Verbindung ist dabei für die Erfindung nicht wesentlich und ist somit in Fig. 1 bis Fig. 3 nicht im Detail wiedergegeben. Über die Kontaktpins 15 wird dem Draht elektrischer Heizstrom zugeführt. Die Kontaktpins 15 sind hierzu

mit einer Leiterplatte 17 im unteren Bereich des Gehäuses 2 verbunden, welche die Zufuhr der elektrischen Heizleistung steuert, wobei die Spannung zur Zufuhr der Heizleistung z.B. vom Bordnetz des Kraftfahrzeugs stammt.

5

Aus der Draufsicht der Fig. 3 ergibt sich nochmals die Führung des Drahts 7. Wie man erkennt, ist der Draht an seinen rechten Enden über jeweilige Crimp-Elemente 20 am Gehäuse befestigt. Der Draht erstreckt sich in Fig. 3 ausgehend von einem oberen
10 Crimp-Element 20 und einem oberen Kontaktpin 15 zunächst als gerader Abschnitt 701 in Richtung hin zu der Ventilklappe. Dort wird er als gebogener Abschnitt 703 um einen von der Ventilklappe vorstehenden Zylinder 11 herumgeführt. Anschließend mündet der Draht wieder in einen geraden Abschnitt 702, der zu einem weiteren
15 Crimp-Element 20 führt, welches über einen elektrisch leitenden Steg 22 mit einem mittleren Kontaktpin 15 verbunden ist. Der Zylinder 11 ist integraler Bestandteil des aus Kunststoff bestehenden Ventilkörpers 9. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, befindet sich um den Zylinder 11 eine Spiralfeder 12, welche die Ventilklappe nach unten zum Verschluss der Luftöffnung 3 vorspannt.
20 Ein Deckel 202 des Gehäuses 2 bildet das Widerlager der Feder 12.

Das Gehäuse 2 umfasst neben dem Deckel 202 sowie einer Bodenabdeckung 203 eine schraffiert wiedergegebene Grundplatte
25 201, die in Fig. 1 im Schnitt dargestellt ist. Die Grundplatte besitzt umlaufende Wände und enthält die Luftanschlüsse 3, 3', 4 sowie den Luftkanal 5. Die Grundplatte teilt das Ventilgehäuse 2 in eine Luftkammer 18, in der sich die Ventilklappe 8 sowie deren mechanischer Betätigungsmechanismus inklusive des SMA-Drahts 7
30 befindet, sowie in einen von der Luftkammer separierten Bereich 19, in dem sich die Leiterplatte 17 mit deren elektronischen Bauteilen befindet. Die Luftkammer 18 ist gegenüber der Ventillumgebung und gegenüber dem separierten Bereich 19 druckdicht abgeschlossen. Die Leiterplatte ist somit gegenüber dem durch die
35 Luftkammer 18 geführten Luftstrom geschützt.

Wie bereits erwähnt, sind an der Leiterplatte 17 die Kontaktpins 15 angeschlossen, die über abgedichtete Durchführungen 16 in der

Grundplatte 201 in die Luftkammer 18 geführt werden und dort mit dem SMA-Draht 7 verbunden sind. Die Grundplatte 201 besteht aus formstabilem Kunststoff und wird zusätzlich durch den Deckel 202 sowie die Bodenabdeckung 203 stabilisiert. Der Deckel kann mit
5 der Grundplatte 201 verklebt oder verschweißt sein. Da die elektrischen Bauteile des Ventils auf der separaten Leiterplatte 17 sitzen, benötigt die Grundplatte 201 keine elektrischen Leiterbahnen, so dass sie aus Kunststoff gefertigt werden kann. Insbesondere stellt sie ein Spritzgussbauteil dar, wodurch die
10 integrale Ausbildung der Luftanschlüsse 3, 3' und 4 in der Grundplatte ermöglicht wird. Als Material für die Grundplatte wird vorzugsweise ein verzugsarmer und verwindungssteifer Kunststoff verwendet, ggf. kann im Bereich der Düsen der einzelnen Luftanschlüsse auch ein Einsatz vorgesehen sein oder
15 der Kunststoff an diesen Stellen aus einem anderen Material gebildet sein. Zum Beispiel kann der Bereich der Ventildüsen aus einem Kunststoff ohne Faserverstärkung hergestellt sein, wohingegen der Rest der Grundplatte solche Fasern zur Erhöhung ihrer Stabilität enthält. Durch die Verwendung von nicht
20 verstärktem Kunststoff im Bereich der Düsensitze kann die Abdichtung bei verschlossenen Anschlüssen verbessert werden.

Wie bereits erwähnt, werden durch die Grundplatte 201 die Kontaktpins 15 über Durchführungen 16 geführt. Die Grundplatte
25 besitzt dabei auch die Aufgabe, die durchgeführten Kontaktpins abzudichten. Dies kann durch Einspritzen der entsprechenden Pins, durch Einpressen (ggf. durch eine elastische Dichtung hindurch) oder durch Verkleben dieser Pins geschehen.

30 Die Ventilklappe 8 umfasst neben dem Ventilkörper 9 die Blattfeder 10, die das eigentliche Federblatt 10a umfasst, welches in Fig. 1 senkrecht zur Blattebene und damit in horizontaler Richtung verläuft. Das Federblatt ist ein ebenes Metallplättchen. Am rechten Ende der Blattfeder befinden sich
35 ferner zwei vertikal verlaufende Fahnen 10b mit rechteckigem Querschnitt. Die Fahnen sind auch aus der Draufsicht der Fig. 3 ersichtlich. Dort erkennt man auch, dass die Fahnen in entsprechenden Aussparungen der Wände der Grundplatte 201 auf-

genommen sind, wodurch die Blattfeder 10 an der Grundplatte 201 und damit am Gehäuse 2 fixiert wird. Alternativ kann die Blattfeder in ihrem rechten Bereich auch durch andere Verbindungsverfahren wie Kleben, Nieten oder dergleichen an der Grundplatte 201 fixiert werden, die vertikalen Fahnen entfallen dann.

Aus Fig. 3 ist ferner die Form des Ventilkörpers 9 ersichtlich. Wie man erkennt, weist der Ventilkörper 9 zum Teil eine deutlich geringere Breite als das darunter liegende Federblatt 10a der Blattfeder 10 auf. An dem linken vorderen Ende des Ventilkörpers 9 ist eine Nase 9a (Fig. 1) mit einer Hinterschneidung vorgesehen, in welche das vordere Ende des Federblatts 10a eingesteckt ist. Auf diese Weise werden das Federblatt 10a und die Unterseite des Ventilkörpers 9 aneinander befestigt. Zusätzlich kann der Ventilkörper mit der Blattfeder verklebt sein. Auf der Unterseite des Federblatts 10a ist ferner ein Dichtelement 14 aus Weichkunststoff vorgesehen, welches bei geschlossenem Luftanschluss 3 auf dem konisch verlaufenden Düsensitz dieses Luftanschlusses aufliegt und einen dichtenden Abschluss gewährleistet.

Auf der Unterseite des Ventilkörpers 9 ist an seinem rechten Ende ferner eine Ausbuchtung 9b vorgesehen, welche die Oberseite eines Abschnitts des Federblatts 10a kontaktiert, der auf der Grundplatte 201 aufliegt. Diese Ausbuchtung erleichtert das Anheben der Blattfeder beim Öffnen der Ventilklappe 8, wie weiter unten noch näher beschrieben wird. Auf der Oberseite des Ventilkörpers 9 befindet sich ferner eine Abschirmung 13 mit zwei nach oben offenen Schlitzten, durch welche die beiden geraden Abschnitte 701 und 702 des SMA-Drahts 7 geführt werden. Mittels dieser Abschirmung wird ein Großteil des SMA-Drahts 7 von der Luftströmung im Bereich der Luftanschlüsse isoliert. Hierdurch wird ein gleichbleibendes Verhalten der Formgedächtnislegierung des Drahts sichergestellt, da die Temperatur des Drahts nicht durch vorbeiströmende Luft verändert wird und hierdurch seine Eigenschaften beeinflusst werden. Die Abschirmung 13 kann anstatt auf dem Ventilkörper 9 auch an dem Deckel 10 angeformt

werden. Hierdurch wird die Montage des SMA-Drahts erleichtert, da dieser bei seinem Einbau in das Gehäuse nicht mehr durch Schlitze eingebracht werden muss. Der Deckel 202 wird erst bei bereits montiertem Draht aufgesetzt.

5

Im Folgenden wird die Funktionsweise des Öffnens und Schließens der Ventilklappe 8 mit Hilfe des SMA-Drahts 7 erläutert. In Fig. 1 ist der geschlossene Zustand des Luftanschlusses 3 gezeigt. Zum Öffnen dieses Luftanschlusses wird dem SMA-Draht 7 über die
10 Kontaktpins 15 elektrischer Heizstrom zugeführt, der ein Erwärmen des Drahts 7 bewirkt. In an sich bekannter Weise wird durch die Erwärmung des Drahts eine Umwandlung der Kristallstruktur des Formgedächtnismaterials des Drahts bewirkt, was zu dessen Verkürzung führt. Diese Verkürzung hat wiederum zur Folge, dass
15 eine Kraft im gebogenen Abschnitt 703 des Drahts auf den Zylinder 11 und damit auf die Ventilklappe 8 insgesamt wirkt. Als Folge wird unter elastischer Biegung des Federblatts 10a die Blattfeder 10 und damit die Ventilklappe 8 nach oben gezogen. Das Federblatt 10a löst sich dabei im Bereich der Ausbuchtung 9b von seiner
20 entsprechenden Auflage auf der Oberseite der Grundplatte 201. Fig. 2 zeigt dabei den angehobenen Zustand der Ventilklappe 8 mit geöffnetem Luftanschluss 3.

Nachdem das Ventil die in Fig. 2 gezeigte geöffnete Stellung
25 erreicht hat, wird mittels eines geeigneten Endschalters (nicht gezeigt) diese Endposition detektiert. Als Folge wird der Heizstrom reduziert, um hierdurch eine thermische und mechanische Überlastung des Drahts 7 zu vermeiden. Zum Schließen des Luftanschlusses 3 wird die Zufuhr von Heizstrom schließlich ganz
30 unterbrochen, mit der Folge, dass sich der Draht aufgrund der Formgedächtnislegierung wieder ausdehnt und über die Rückstellkraft der Feder 12 eine Bewegung der Ventilklappe 8 nach unten und damit das Verschließen des Luftanschlusses 3 bewirkt wird. Gegebenenfalls kann auf die Verwendung einer separaten
35 Feder 12 zur Erzeugung der Rückstellkraft verzichtet werden. Vielmehr kann die Rückstellkraft auch durch eine geeignete Vorspannung des Federblatts 10a der Blattfeder 10 erzeugt werden.

Die Anordnung zur mechanischen Kopplung von SMA-Draht 7, Blattfeder 10 sowie Ventilkörper 9 wurde gemäß Fig. 1 und Fig. 2 derart gewählt, dass hierdurch ein Mechanismus gebildet wird, der zum einen den horizontalen Hub des SMA-Drahts 7 (d.h. dessen Verkürzung bei Anlegen des Heizstroms) in einen vertikalen Hub der Ventilklappe 8 umsetzt und zum anderen den Hub der Ventilklappe 8 im Vergleich zum Hub des SMA-Drahts 7 vergrößert. Dies wird durch eine Hebelanordnung bzw. eine Wippe erreicht. Der kürzere Hebel, an dem der SMA-Draht 7 angreift, ist durch den Abstand zwischen dem Draht 7 und dem Federblatt 10a gegeben. Der längere Hebel, der auf die Ventilklappe 8 bzw. das Dichtelement 14 wirkt, ist durch den Abstand zwischen der Ausbuchtung 9b und der Mitte des Dichtelements 14 (d.h. dem Düsensitz) gegeben. Durch diese Anordnung wird ferner eine Umlenkung der Kraft- richtung des SMA-Drahts 7 um etwa 90° in Richtung des Hubs der Ventilklappe 8 erreicht. Gegebenenfalls sind auch andere Ausführungen denkbar, in denen die Kraftrichtung um einen anderen Winkel verändert wird. Vorzugsweise wird die Kraftrichtung um einen Winkel zwischen 50° und 130° , insbesondere zwischen 70° und 110° , verändert. Eine Umlenkung der Kraftrichtung um 90° ermöglicht einen besonders kompakten Aufbau des Ventils.

Die Verwendung einer Blattfeder 10 zum Öffnen und Schließen des Luftanschlusses 3 weist besondere Vorteile auf. Insbesondere kann hierdurch erreicht werden, dass die Ventilklappe 8 in ihrer Bewegung geführt ist und immer an derselben Position mittels ihres Dichtelements 14 den Düsensitz berührt. Die Blattfeder 10 stützt dabei gleichzeitig die Längskraft bei Betätigung der Ventilklappe gegen die Grundplatte 201 ab. Im Gegensatz zu Scharnieren ermöglicht die Blattfeder eine spielfreie und reibungsarme Lagerung der Ventilklappe, wodurch die Zuverlässigkeit des Öffnens und Schließens des Luftanschlusses verbessert wird. Gleichzeitig wird durch diese Lagerung eine Schälbewegung der Ventilklappe beim Öffnen erreicht, wodurch einem sog. „Hängen“ des Ventils durch ein klebendes Dichtelement 14 vorgebeugt wird.

Wie man aus Fig. 3 erkennt, sind die beiden Luftanschlüsse 3 und 3' mit den entsprechenden Ventilkappen versetzt zueinander im Bereich des Arbeitsanschlusses 4 angeordnet. Die elektrische Kontaktierung der beiden SMA-Drähte erfolgt über die Kontaktpins 15 am rechten Ende des Gehäuses. Dabei wird ein gemeinsamer Kontaktpin 15 als Massepin für beide SMA-Drähte genutzt. Der Massepin 15 ist mit den benachbarten Crimp-Elementen der beiden Drähte 7 über den leitenden Steg 22 verbunden. Durch die in Fig. 3 gezeigte Anordnung aller drei Luftanschlüsse 3, 3' und 4 auf einer Seite des Gehäuses 2 wird sichergestellt, dass der Luftstrom, der über diese Luftöffnungen fließt, auf einen kleinen Bereich im Gehäuse begrenzt ist und somit möglichst wenig mit den SMA-Drähten in Verbindung kommt, wodurch ein gleichbleibendes Kontraktions- und Ausdehnungsverhalten der Drähte gewährleistet wird. Dies wird zusätzlich durch die Abschirmungen 13 auf der Oberseite der Ventilkörper 9 unterstützt, wie bereits oben erläutert wurde.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf eine abgewandelte zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventils. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 3 dahingehend, dass die Luftanschlüsse 3 und 3' nicht mehr auf der gleichen Seite des Ventilgehäuses 2 angeordnet sind. Vielmehr befindet sich nur noch der Zuluftanschluss 3' am dem Ende des Ventilgehäuses benachbart zu dem Arbeitsanschluss 4, wohingegen der Abluftanschluss 3 am entgegengesetzten Ende des Ventilgehäuses 2 vorgesehen ist. Hierdurch wird ein besonders kompakter Aufbau des Ventils erreicht.

Die Ausführungsform der Fig. 4 unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 3 ferner dahingehend, dass einstückige Bauteile 21 aus einem Paar von Crimp-Elementen 20 zur Befestigung der Drähte 7 am Gehäuse 2 genutzt werden. Die Bauteile 21 sind in der Grundplatte 201 eingesetzt und weisen an beiden ihrer Enden die Crimp-Elemente 20 auf. Es gibt drei solche Bauteile 21, wobei im oberen Bauteil 21 nur das linke Crimp-Element 20 und im unteren Bauteil 21 nur das rechte Crimp-Element 20 zur Drahtfixierung genutzt wird. Demgegenüber werden im mittleren Bauteil 21 beide

Crimp-Elemente 20 zur Fixierung der Drähte verwendet. In Analogie zu Fig. 3 sind wiederum drei Kontaktpins 15 vorgesehen, wobei der mittlere Kontaktpin 15 einen gemeinsamen Masseanschluss für beide SMA-Drähte 7 bildet. Die Kontaktpins kontaktieren die Drähte, z.B. können sie an diesen angeschweißt sein. Hierüber wird die Zufuhr von Heizstrom an die Drähte gewährleistet.

Fig. 5 zeigt in perspektivischer Darstellung eine Abwandlung einer Ventilklappe, die im erfindungsgemäßen Ventil zum Einsatz kommen kann. Im Unterschied zur Ventilklappe der vorangegangenen Ausführungsformen besteht die Ventilklappe 9 der Fig. 5 nunmehr nur noch aus einer Blattfeder 10 und einem Dichtelement 14, ohne dass ein Ventilkörper aus Kunststoff vorgesehen ist. Hierdurch wird eine einfache Fertigung der Ventilklappe gewährleistet.

In Analogie zu Fig. 1 umfasst die Blattfeder der Fig. 5 das Federblatt 10a sowie zwei vertikal verlaufende Fahnen 10b, welche sich im Gegensatz zu den vorangegangenen Ausführungsformen nunmehr nach unten erstrecken. Über die Fahnen 10b wird wiederum eine Fixierung der Blattfeder bzw. der Ventilklappe im Ventilgehäuse 2 erreicht. Die Blattfeder ist aus Metall gefertigt und umfasst neben den Fahnen 10b den halbkreisförmigen Abschnitt 10c sowie einen nach oben gebogenen Abschnitt 10d, der an einem Flügel 10e endet, der senkrecht zur Erstreckungsrichtung der geraden Abschnitte des SMA-Drahts 7 verläuft. Die Fahnen 10b, der halbkreisförmige Abschnitt 10c, der gebogene Abschnitt 10d sowie der Flügel 10e werden durch Stanzung und Biegung einer entsprechenden Metallplatte ausgebildet, so dass die Blattfeder ein integrales Bauteil bildet.

Zur Bewegung der Ventilklappe 9 wird wiederum der Draht 7 kontrahiert, der über den halbkreisförmigen Abschnitt 10c umgelenkt wird. Durch die Kontraktion wird Kraft über den halbkreisförmigen Abschnitt 10c auf die Blattfeder 10 übertragen, um hierdurch ein Anheben der Ventilklappe mit dem entsprechenden Dichtelement 14 von dem Düsensitz zu erreichen. Die geometrische Form der Blattfeder ist dabei derart gewählt, dass bei Erreichen der Endposition im geöffneten Zustand des

Düsensitzes der metallische Flügel 10e beide geraden Abschnitte des Drahts 7 elektrisch überbrückt. Dies führt zu einer Widerstandsänderung des SMA-Drahts, welche mittels einer geeigneten Widerstandsmessung erfasst wird, so dass hierüber die
5 Endposition des Drahts detektiert werden kann und anschließend der Heizstrom reduziert werden kann.

Die im Vorangegangenen beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung weisen eine Reihe von Vorteilen auf. Insbesondere wird
10 über eine Hebelanordnung unter Verwendung einer Blattfeder eine Vergrößerung und Umlenkung des Hubs des SMA-Drahts bewirkt. Der Hub des SMA-Drahts ist sehr gering (z.B. Kontraktion um nur ca. 0,5% bis 1% seiner Länge), wodurch dessen Lebensdauer erhöht wird. Dieser Hub wird durch die Hebelanordnung in einen Hub der
15 Ventilklappe umgesetzt, der in der Regel mit dem Faktor 2 bis 3 größer als der Hub des SMA-Drahts ist. Durch die Verwendung einer Blattfeder wird ferner eine schälende Entfernung des Dichtelements von dem Düsensitz erreicht, wodurch auch gut anhaftenden Dichtelemente zuverlässig von dem Düsensitz angehoben
20 werden können. Darüber hinaus wird eine einfache und zuverlässige spielfreie Lagerung der Ventilklappe ermöglicht.

Mittels einer Grundplatte kann ferner die Ausbildung eines von der Luftkammer getrennten Bereichs im Ventilgehäuse gewährleistet werden. In diesem Bereich können dann elektronische
25 Bauteile angeordnet werden, welche gegen Luftströmung und Luftfeuchtigkeit in der Luftkammer geschützt sind. Darüber hinaus kann durch die Verwendung einer Abschirmung, durch welche der SMA-Draht geführt wird, das Vorbeiströmen der Luftströmung
30 an diesem Draht reduziert werden, um hierdurch ein gleichmäßiges Verhalten des Drahts zu gewährleisten.

Ferner wird durch die Anordnung der Ventilsitze in Richtung hin zu dem Deckel des Ventilgehäuses sowie die integrale Ausbildung
35 der Sitze in der Grundplatte eine einfache Fertigung und ein einfacher Zusammenbau des Ventils gewährleistet. Insbesondere ist der Betätigungsmechanismus der Ventilkappen in einem gut

zugänglichen Bereich des Gehäuses angeordnet, so dass die Montage und die Qualitätskontrolle der Bauteile erleichtert wird.

Bezugszeichenliste

	1	Ventil
	2	Ventilgehäuse
5	201	Grundplatte
	202	Deckel
	203	Bodenabdeckung
	3, 3', 4	Luftanschlüsse
	5	Luftkanal
10	6	Dämpfungselement
	7	SMA-Draht
	701, 702	gerade Abschnitte des Drahts
	703	gebogener Abschnitt des Drahts
	8	Ventilklappe
15	9	Ventilkörper
	9a	Nase
	9b	Ausbuchtung
	10	Blattfeder
	10a	Federblatt
20	10b	Fahne
	10c	halbkreisförmiger Abschnitt
	10d	gebogener Abschnitt
	10e	Flügel
	11	Zylinder
25	12	Spiralfeder
	13	Abschirmung
	14	Dichtelement
	15	Kontaktpin
	16	Durchführung
30	17	Leiterplatte
	18	Luftkammer
	19	von der Luftkammer separierter Bereich
	20	Crimp-Elemente
	21	Bauteil mit Crimp-Elementen
35	22	leitender Steg

Patentansprüche

1. Pneumatisches Ventil, umfassend ein Ventilgehäuse (2), in dem eine Luftkammer (18) mit einem oder mehreren Luftanschlüssen (3, 3', 4) vorgesehen ist, wobei ein jeweiliger Luftanschluss (3, 3') zumindest eines Teils der Luftanschlüsse (3, 3', 4) mittels einer beweglichen Ventilklappe (8) geöffnet und dichtend geschlossen werden kann, wobei die Ventilklappe (8) mechanisch an ein SMA-Element (7) aus einer Formgedächtnislegierung gekoppelt ist, wobei sich das SMA-Element (7) durch Zufuhr eines elektrischen Heizstroms verformt und hierdurch eine vorgegebene Bewegung der Ventilklappe (8) zum Öffnen oder Schließen des jeweiligen Luftanschlusses (3, 3') bewirkt, wobei die Verformung des SMA-Elements (7) bei Beendigung der Zufuhr des elektrischen Heizstroms rückgängig gemacht wird und hierdurch eine Umkehrung der vorgegebenen Bewegung des SMA-Elements (7) bewirkt, die Ventilklappe (8) eine Blattfeder (10) mit einem Federblatt (10a) umfasst, wobei die Blattfeder (10) drehfest relativ zu dem Ventilgehäuse (2) gehalten ist und derart mit dem SMA-Element (7) zusammenwirkt, dass ein Hub des SMA-Elements (7), der durch dessen Verformung bewirkt wird, in einen Hub der Ventilklappe (8) mittels elastischer Biegung des Federblatts (10a) der Blattfeder (10) gewandelt wird, wobei der Hub der Ventilklappe (8) größer als der Hub des SMA-Elements (7) ist und das pneumatische Ventil dadurch gekennzeichnet ist, dass die Blattfeder (10) derart mit dem SMA-Element (7) zusammenwirkt, dass der Hub der Ventilklappe (8) gegenüber dem Hub des SMA-Elements (7) umgelenkt wird.

2. Pneumatisches Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel, um den der Hub der Ventilklappe (8) gegenüber dem Hub des SMA-Elements (7) umgelenkt wird, zwischen 50° und 130°, vorzugsweise zwischen 70° und 100° und besonders bevorzugt bei 90°, liegt.

3. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das SMA-Element (7) ein sich im Wesentlichen in einer Ebene erstreckender Draht ist, der durch

Zufuhr des elektrischen Heizstroms kontrahiert wird und hierdurch die vorgegebene Bewegung der Ventilklappe (8) bewirkt.

4. Pneumatisches Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht im Wesentlichen parallel zu dem Federblatt (10a) der Blattfeder (10) in einem vorgegebenen Abstand von diesem verläuft.

5. Pneumatisches Ventil nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht zwei gerade verlaufende Abschnitte (701, 702) mit einem dazwischen liegenden gebogenen Abschnitt (703) umfasst, wobei der Hub des Drahts über den gebogenen Abschnitt (703) auf die Ventilklappe (8) übertragen wird, wobei der gebogene Abschnitt (703) die Erstreckungsrichtung des Drahts vorzugsweise um 180° dreht.

6. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Federblatt (10a) der Blattfeder (10) einen Auflagebereich umfasst, der auf einem Abschnitt des Ventilgehäuses (2) aufliegt, wobei sich der Auflagebereich bei der elastischen Biegung des Federblatts (10a) von dem Abschnitt des Ventilgehäuses (2) abhebt.

7. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Ventilklappe (8) eine Rückstellkraft wirkt, welche die Umkehrung der vorgegebenen Bewegung der Ventilklappe (8) bei Beendigung der Zufuhr des Heizstroms bewirkt, wobei die Rückstellkraft vorzugsweise durch die Blattfeder (10) und/oder eine separate Feder (12) erzeugt wird.

8. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilklappe (8) einen Körper (9) umfasst, der eine erste Seite aufweist, die auf den jeweiligen Luftanschluss (3, 3') zuweist, sowie eine zweite Seite, die eine zu der ersten Seite entgegengesetzte Seite ist, wobei ein Abschnitt des Federblatts (10a), der durch die elastische Biegung der Blattfeder (10) bewegt wird, auf der ersten Seite angeordnet

ist und wobei das SMA-Element (7) vorzugsweise auf der zweiten Seite mechanisch an die Ventilklappe (8) gekoppelt ist.

9. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilgehäuse (2) eine Grundplatte (201) aus nicht-leitendem Material umfasst, welche das Innere des Ventilgehäuses (2) in die Luftkammer (18) und einen von der Luftkammer (18) separierten Bereich (19) aufteilt, wobei in dem separierten Bereich (19) vorzugsweise eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung der Ventilklappe oder Ventilkappen (8) zum Öffnen oder Schließen des oder der jeweiligen Luftanschlüsse (3, 3') angeordnet ist.

10. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt des Ventilgehäuses (2), auf dem der Auflagebereich des Federblatts (10a) aufliegt, ein Teil der Grundplatte (201) auf deren zur Luftkammer (18) weisenden Seite ist.

11. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das SMA-Element (7) durch eine Abschirmwand (13) geführt ist, welche einen Teilabschnitt des SMA-Elements (7) von dem jeweiligen Luftanschluss (3, 3') abschirmt, wobei die Abschirmwand (13) vorzugsweise an der Ventilklappe (8) oder an dem Ventilgehäuse (2) befestigt ist.

12. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Blattfeder (10) ein leitfähiger Abschnitt (10e) ausgebildet ist, der beim Erreichen einer Endposition der Ventilklappe (8) bei Zufuhr des elektrischen Heizstroms einen Teilabschnitt des SMA-Elements (7) elektrisch überbrückt.

13. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einem Ende des Ventilgehäuses (2) ein nicht-steuerbarer Luftanschluss (4) liegt und das Ventil (1) zwei Luftanschlüsse (3, 3') umfasst, welche zu dem zumindest einen Teil der Luftanschlüsse mit Ventilklappe

(8) gehören, wobei die zwei Luftanschlüsse (3, 3') an dem Ende des Ventilgehäuses (2) angeordnet sind, an dem der nicht-steuerbare Luftanschluss (4) liegt, oder wobei einer der zwei Luftanschlüsse (3') an dem Ende des Ventilgehäuses (2) angeordnet ist, an dem der nicht-steuerbare Luftanschluss (4) liegt, und der andere der zwei Luftanschlüsse (3) an einem zu diesem Ende entgegengesetzten Ende des Ventilgehäuses (2) angeordnet ist.

10 14. Pneumatisches Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (1) zum Befüllen und/oder Entleeren zumindest einer elastischen Luftblase in einer Vorrichtung zur pneumatischen Verstellung eines Sitzes in einem Verkehrsmittel vorgesehen ist.

15

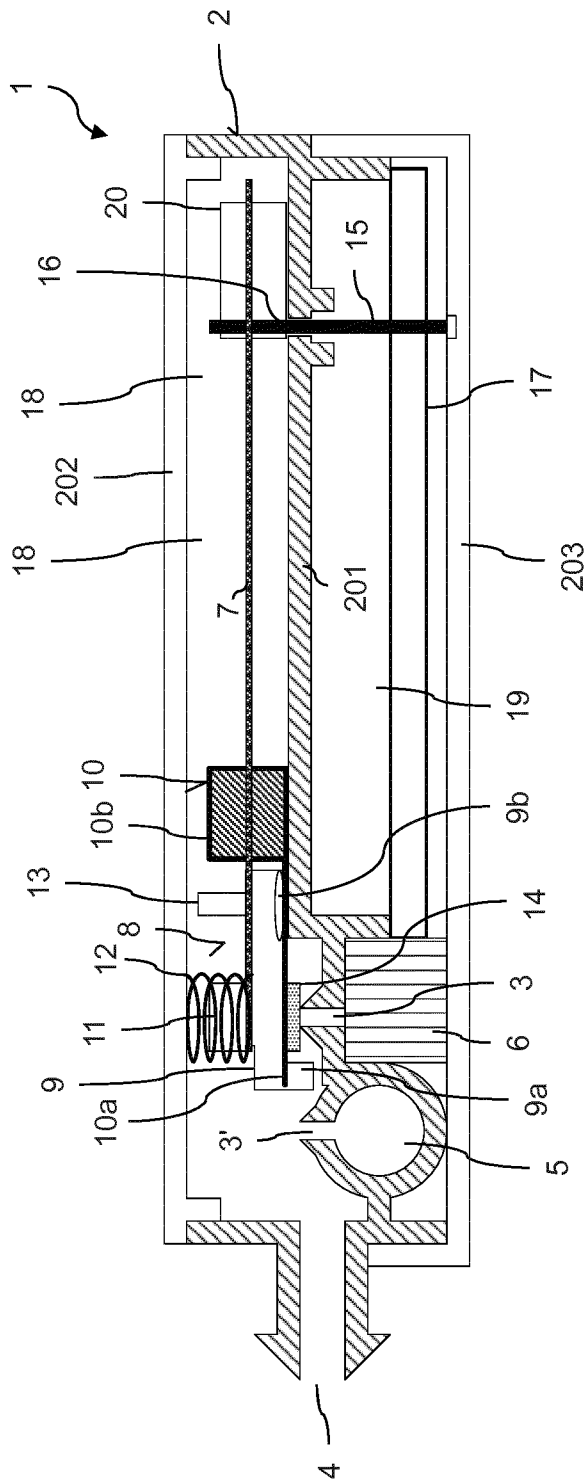


Fig. 1

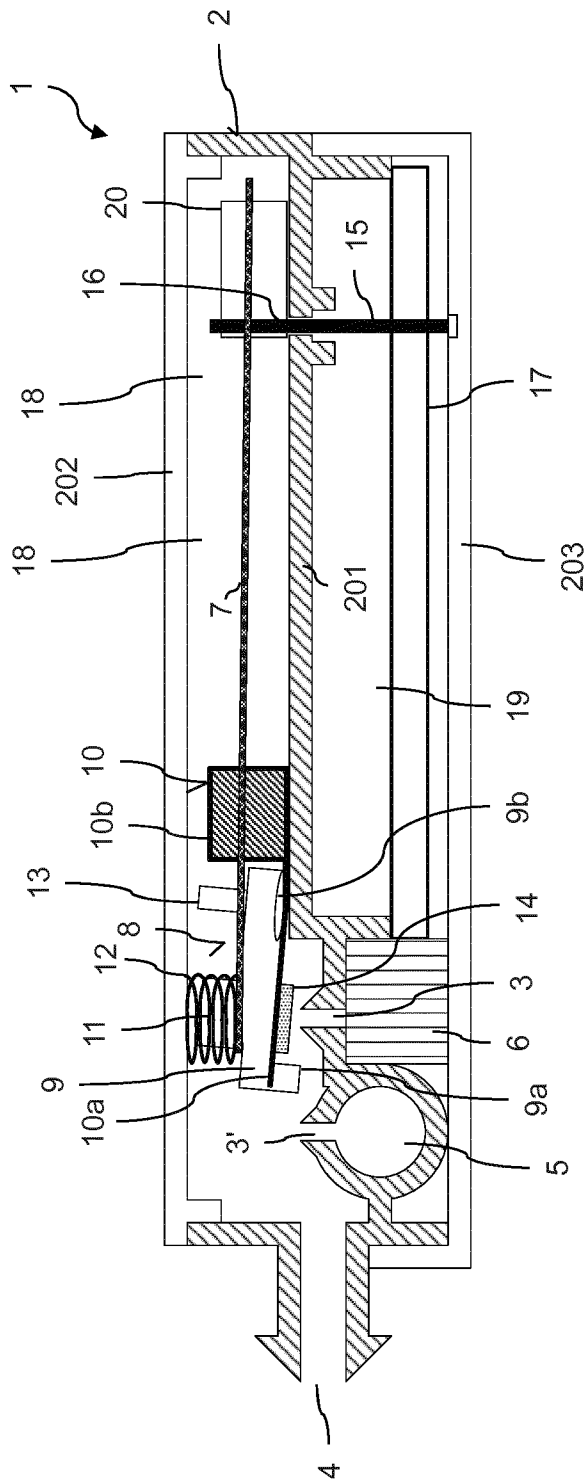


Fig. 2

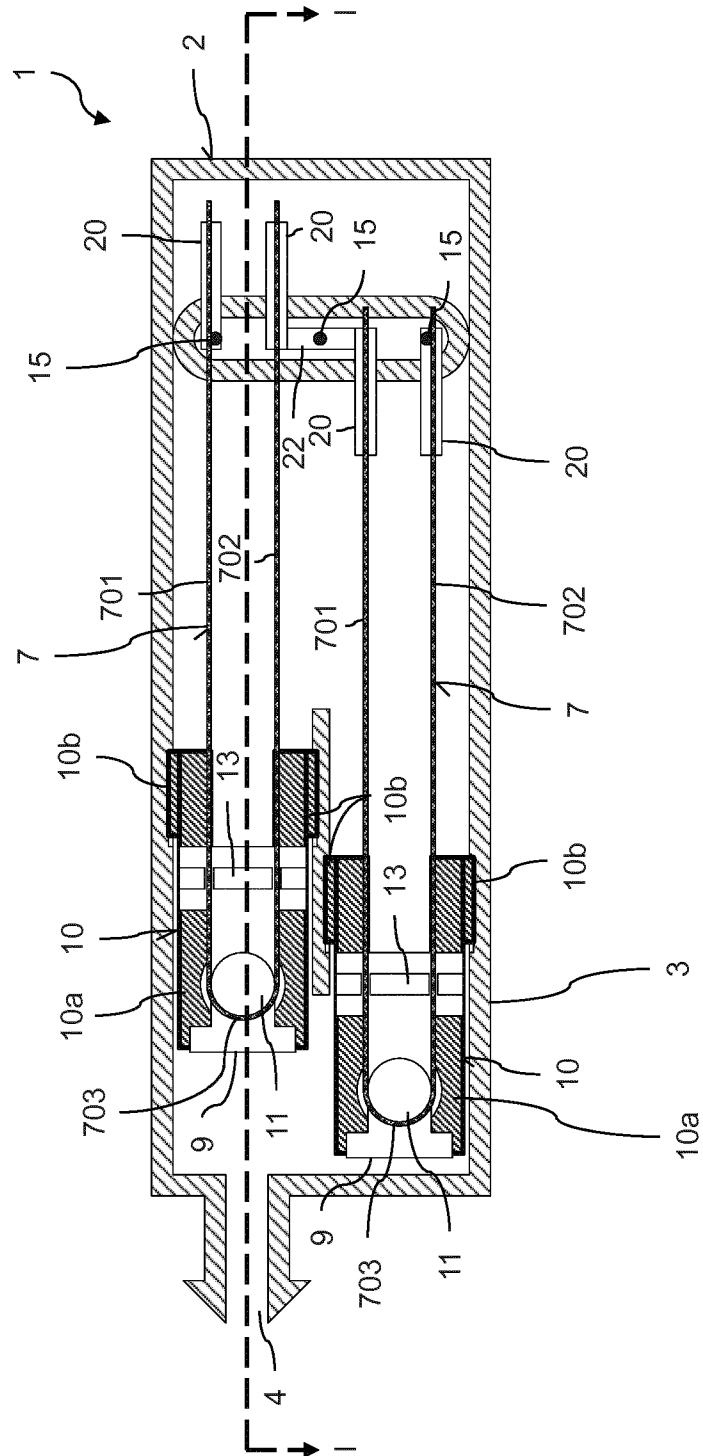


Fig. 3

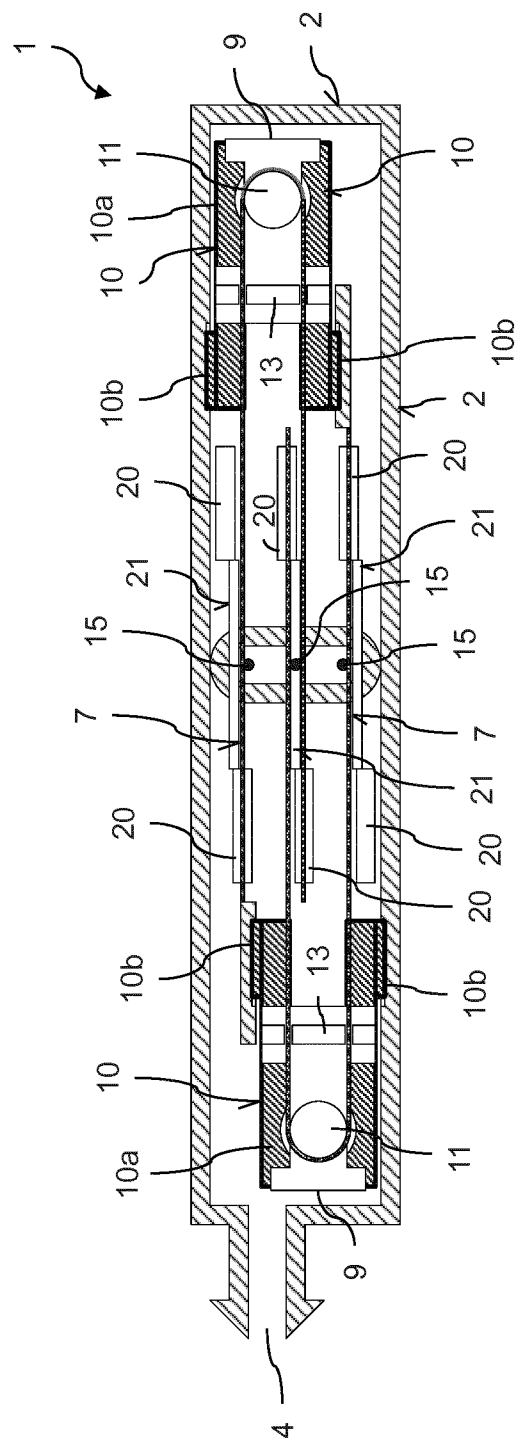


Fig. 4

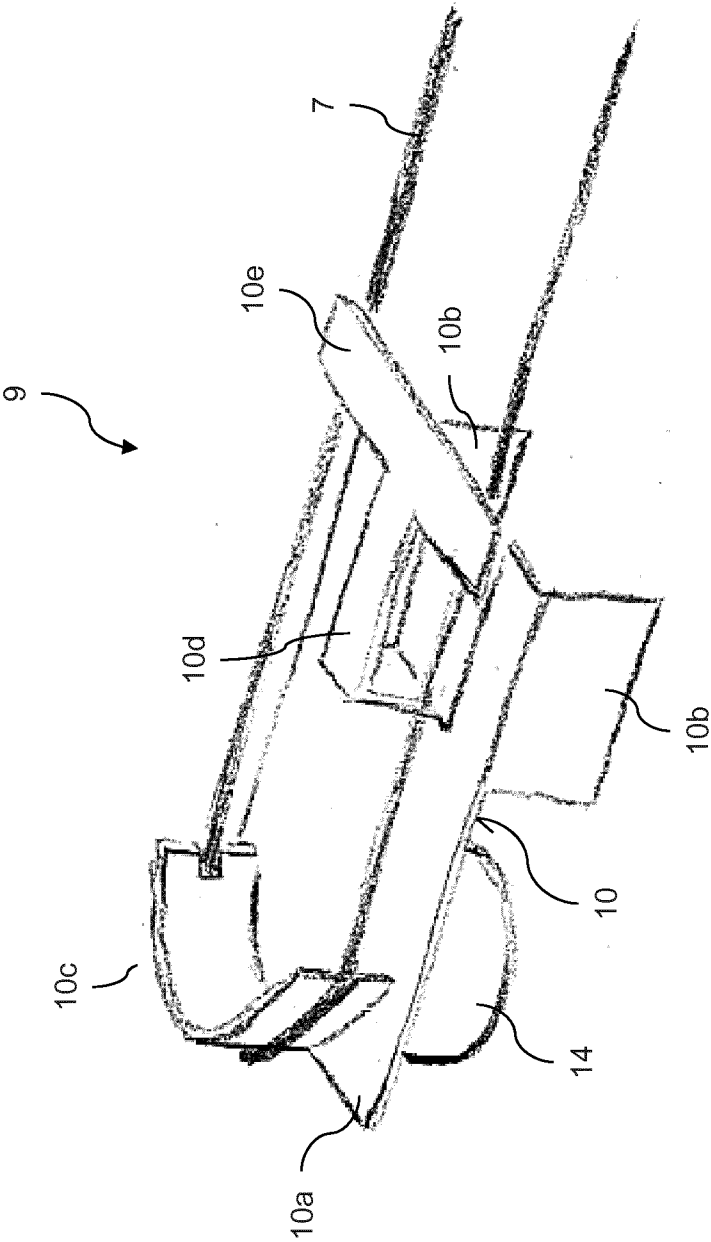


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/073777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16K31/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2005 059081 A1 (ALFMEIER PRAEZ AG [DE]) 22 February 2007 (2007-02-22) cited in the application abstract; figures -----	1-14
A	US 3 613 732 A (WILLSON JAMES R ET AL) 19 October 1971 (1971-10-19) the whole document -----	1-14
A	US 2016/201816 A1 (RASTEGAR JAHANGIR S [US]) 14 July 2016 (2016-07-14) the whole document -----	1-14
A	EP 1 158 182 A1 (FESTO AG & CO [DE]) 28 November 2001 (2001-11-28) the whole document -----	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 November 2017

Date of mailing of the international search report

28/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ceuca, Antonio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/073777

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005059081 A1	22-02-2007	NONE	
US 3613732 A	19-10-1971	NONE	
US 2016201816 A1	14-07-2016	NONE	
EP 1158182 A1	28-11-2001	AT 284490 T	15-12-2004
		DE 50008907 D1	13-01-2005
		EP 1158182 A1	28-11-2001
		JP 2002022045 A	23-01-2002
		US 2001047828 A1	06-12-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16K31/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2005 059081 A1 (ALFMEIER PRAEZ AG [DE]) 22. Februar 2007 (2007-02-22) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-14
A	US 3 613 732 A (WILLSON JAMES R ET AL) 19. Oktober 1971 (1971-10-19) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 2016/201816 A1 (RASTEGAR JAHANGIR S [US]) 14. Juli 2016 (2016-07-14) das ganze Dokument -----	1-14
A	EP 1 158 182 A1 (FESTO AG & CO [DE]) 28. November 2001 (2001-11-28) das ganze Dokument -----	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/11/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ceuca, Antonio

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/073777

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005059081 A1	22-02-2007	KEINE	
US 3613732 A	19-10-1971	KEINE	
US 2016201816 A1	14-07-2016	KEINE	
EP 1158182 A1	28-11-2001	AT 284490 T	15-12-2004
		DE 50008907 D1	13-01-2005
		EP 1158182 A1	28-11-2001
		JP 2002022045 A	23-01-2002
		US 2001047828 A1	06-12-2001