

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

AT 407 432 B

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:

474/98

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F16K 31/02

(22) Anmeldetag:

18.03.1998

(42) Beginn der Patentdauer:

15.07.2000

(45) Ausgabetag:

26.03.2001

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3838890A1 US 4417170A US 4450376A  
US 5481153A

(73) Patentinhaber:

HYGRAMA AG  
CH-6343 ROTKREUZ (CH).

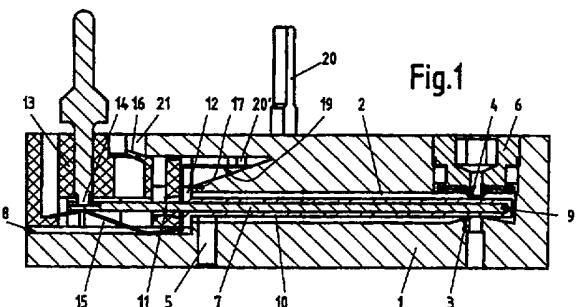
(72) Erfinder:

FRISCH HERBERT  
ALTENSTADT (DE).  
WIRTL HANNES  
SCHONGAU (DE).  
STRASSER GÜNTHER  
ROTTENBUCH (DE).

### (54) PIEZOELEKTRISCHES VENTIL

AT 407 432 B

(57) Das piezoelektrische Biegeelement (7) ist von einer Seite her abgedichtet ins Gehäuse (1) des Ventils eingeschoben gehalten und steuert mit seiner freien Seite zumindest einen Dichtsitz (3, 4) entsprechend einer angelegten Steuerspannung. Zumindest in dem im Innenraum (2) des Gehäuses (1) gelegenen Bereich ist das Biegeelement (7) mit einem Überzug (10) aus zumindest teilweise elastischem Isoliermaterial versehen, welcher auf der gehaltenen Seite gleichzeitig auch den Innenraum (2) des Gehäuses (1) nach außen abdichtet. Das Biegeelement (7) ist damit elektrisch isoliert und gegen das zu steuernde Medium abgedichtet, wobei auch die elektrischen Kontaktierungsstellen außerhalb des Arbeitsraumes des Ventils liegen.



Die Erfindung betrifft ein piezoelektrisches Ventil, mit einem im wesentlichen einstückigen Gehäuse, wenigstens einem im Innenraum des Gehäuses angeordneten steuerbaren Dichtsitz und einem von einer Seite her abgedichtet ins Gehäuse eingeschobenen und einseitig im Gehäuse gehaltenen piezoelektrischen Biegeelement, dessen freie Seite den Dichtsitz entsprechend einer angelegten Steuerspannung verschließt oder freigibt.

5 Aus der EP-A1 0 191 011 ist ein piezokeramischer Biegewandler bekannt, bei dem das Biegeelement so in ein Gehäuse eingebaut ist, daß es an einem Ende an drei Punkten zur Auflage kommt, von denen einer verstellbar ist und gleichzeitig zur Kontaktierung der Mittelelektrode dient. Das Biegeelement selbst ist fest mit einer separaten Lenkerfeder verbunden, die ihrerseits mit dem 10 Gehäuse verbunden ist und gleichzeitig zur Anpressung des Biegeelementes an die Auflagepunkte dient. Mit dem freien Ende des Biegeelementes kann entsprechend der angelegten Steuerspannung wechselweise eine Zu- bzw. Abluftdüse verschlossen oder freigegeben werden. Die elektrischen Kontakte für das piezoelektrische Biegeelement sind aus dem Gehäuse herausgeführt und abgedichtet.

15 Da die Elektroden des Biegeelementes und die im Inneren des Gehäuses liegenden Kontaktteile nicht geschützt bzw. isoliert und direkt dem strömenden Medium ausgesetzt sind, ist ein Betrieb dieser bekannten Anordnung mit elektrisch leitenden Flüssigkeiten nicht möglich. Bei Kondensatbildung im Inneren des Gehäuses besteht Kurzschlußgefahr; an den Kontaktierungsstellen Korrosionsgefahr. Da die Kontaktierungsstellen im Innenraum des Gehäuses nicht getrennt 20 vom Arbeitsraum sind, müssen die elektrischen Anschlußkontakte gasdicht aus dem Gehäuse herausgeführt werden. Die Abdichtung zwischen dem Biegeelement und den zu steuernden Öffnungen bzw. Düsen erfordert hochwertige Oberflächen und exakte Lagen zueinander, um möglichst geringe Lekagewerte zu erreichen. Aus all den beschriebenen Umständen ergibt sich ein relativ aufwendiger und teurer Herstellungsprozeß sowie der zusätzliche Nachteil, daß das 25 Gehäuse nach dem Zusammenbau durch Verkleben nur mehr zerstörend geöffnet werden kann, sodaß beispielsweise die relativ teuren Biegeelemente nach einem Montage- bzw. Justierungsfehler nicht mehr entnommen und weiterverwendet werden können.

Ein ähnlich wie oben beschrieben aufgebauter Biegewandler ist beispielsweise weiters aus der DE 44 10 153 C1 bekannt, wobei dort schon vorgeschlagen wird, eine isolierende Deckschicht auf dem Biegeelement anzubringen. Dies ermöglicht zwar auch die Steuerung aggressiver oder elektrisch leitender Flüssigkeiten, jedoch bleiben auch hier die sonstigen beschriebenen Nachteile im wesentlichen erhalten.

30 Schließlich ist beispielsweise aus der WO 97/09555 ein piezoelektrisches Ventil der eingangs genannten Art bekannt, bei welchem das im wesentlichen einstückige Gehäuse eine seitliche Öffnung für das Einsetzen des Biegeelementes aufweist, welche zum Abschluß der Montage mit einer Vergußmasse bleibend vergossen wird. Es ist damit zwar eine relativ einfache Abdichtung des Innenraumes des Gehäuses mit gleichzeitiger Festlegung bzw. Einspannung des Biegeelementes auf einer Seite möglich, jedoch kann eine Demontage wiederum nur zerstörend erfolgen. Weiters ist auch hier keine Isolierung des Biegeelementes selbst vorgesehen, sodaß der 35 Anwendung dieses Ventils wieder die eingangs beschriebenen Grenzen gesetzt sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein piezoelektrisches Ventil der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die beschriebenen Nachteile von bekannten, gleichen oder ähnlichen Ventilen vermieden werden und daß insbesonders auf einfache und kostengünstige 40 Weise eine Steuerung verschiedenster Medien erfolgen kann und beispielsweise bei Montage- oder Justierfehlern das gesamte Ventil auch wieder zerstörungsfrei zerlegt und zumindest Einzelteile davon weiterverwendet werden können.

45 Diese Aufgabe wird bei einem piezoelektrischen Ventil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das piezoelektrische Biegeelement zumindest in dem im Innenraum des Gehäuses gelegenen Bereich mit einem separaten Überzug aus zumindest teilweise elastischem Isoliermaterial versehen ist, welcher auf der gehaltenen Seite gleichzeitig auch den Innenraum des Gehäuses nach außen abdichtet. Der an sich beispielsweise im Zusammenhang mit der eingangs angesprochenen DE 44 10 153 C1 bekannte isolierende Überzug des Biegeelementes dient hier also gleichzeitig zur Abdichtung des Innenraumes des Gehäuses nach außen, welches damit weder verklebt noch sonstwie großflächig abgedichtet werden muß. Das Biegeelement mit 50 Überzug und Dichtung für die seitliche Einschuböffnung des Gehäuses kann damit einfach auch 55

nach der Montage und Justierung noch aus dem Gehäuse gezogen werden, sodaß beispielsweise das Biegeelement selbst ohne weiteres wiederverwendet werden kann.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Überzug auf der gehaltenen Seite des Biegeelements einen vorzugsweise einstückig angeformten, sich im wesentlichen senkrecht zur Längserstreckung des Biegeelementes um dieses erstreckenden Dichtwulst aufweist, der im montierten Zustand des Ventils zwischen dem Gehäuse und einem von außen mit dem einseitig gehaltenen Biegeelement samt Überzug einschiebbaren Klemmschuh festgeklemmt ist. Es ergibt sich auf diese Weise eine sehr einfache Ausbildung des Überzuges bzw. der Abdichtung der Einschuböffnung am Gehäuse durch den am Überzug angeformten Dichtwulst, der zwischen Gehäuse und Klemmschuh die erforderliche Abdichtung des Innenraumes des Gehäuses nach außen bewerkstellt.

Der Klemmschuh kann in bevorzugter weiterer Ausgestaltung der Erfindung auch zumindest Teile der elektrischen Kontaktierung des Biegeelementes aufweisen, welche damit ebenso beim Einschieben des Biegeelementes in die seitliche Gehäuseöffnung in die für die elektrische Kontaktierung erforderlichen Positionen kommen.

Am Klemmschuh kann nach einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung eine im montierten Zustand des Ventils am Gehäuse einrastende, von außen bedarfsweise entriegelbare Rastnase vorgesehen sein, was Montage und gegebenenfalls Demontage des Ventils sehr vereinfacht und die relative Lage der montierten Elemente bzw. Baugruppen zueinander einfach und reproduzierbar festlegt. Abgesehen von der beschriebenen Ausgestaltung könnte natürlich aber die Rastnase in entsprechender Ausgestaltung auch am Gehäuse vorgesehen sein und dann am Klemmschuh einrasten.

Der Überzug besteht in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung aus dünnwandigem, vorzugsweise im Bereich des Dichtwulstes und/oder des Dichtsitzes verstärktem, Elastomer. Durch die Dünnwandigkeit werden vor allem im Düsenbereich Effekte durch die thermische Längenausdehnung und Quellung gering gehalten, wobei zusätzlich noch von Vorteil ist, daß die mechanische Bewegungsfreiheit des Biegeelementes nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

Die Länge des Überzuges ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung im nicht montierten Zustand geringfügig kleiner als die im montierten Zustand damit überzogene Länge des Biegeelementes, womit durch die Dehnung bei der Montage ein gutes Aufliegen des Überzuges auf dem Biegeelement sichergestellt wird.

Der Innenraum des Überzuges ist in weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung über die Oberflächenrauhigkeit des Biegeelementes, und/oder über zusätzliche Ausnehmungen, Nuten, Kanäle oder dergleichen des Biegeelementes, sowie durch den Klemmschuh in die Umgebung entlüftet, womit eine zusätzliche Anpressung des Überzuges an die Oberfläche des Biegeelementes abhängig vom Betriebsdruck erreicht und ein Abheben vor allem im Düsenbereich verhindert wird.

Die Erfindung wird im folgenden noch anhand der in der Zeichnung teilweise schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäß ausgebildetes piezoelektrisches Ventil und Fig. 2 und 3 zeigen in perspektivischer Explosionsdarstellung zwei Teilschritte bei der Montage des Ventils gemäß Fig. 1.

Das dargestellte piezoelektrische Ventil weist ein im wesentlichen einstückiges Gehäuse 1 auf, welches hier zufolge der Funktion des Ventils als elektrisch-pneumatischer Biegewandler zwei im Innenraum 2 gegenüberliegend angeordnete steuerbare Dichtsitze 3, 4 sowie einen ebenfalls in den Innenraum 2 mündenden Signalausgang 5 trägt. Der Dichtsitz 3 steuert hier die Zuluft und der Dichtsitz 4, welcher in einem Schraubteil 6 ausgebildet und damit einstellbar ist, die Abluft.

Von der in der Darstellung nach Fig. 1 linken Seite her ist ein piezoelektrisches Biegeelement 7 abgedichtet in eine seitliche Öffnung 8 (siehe auch Fig. 3) des Gehäuses 1 eingeschoben und auf dieser Seite einseitig im Gehäuse 1 gehalten. Die freie, rechte Seite des Biegeelementes 7 ist zwischen den Dichtsitzen 3, 4 entsprechend einer angelegten Steuerspannung bewegbar, womit diese Dichtsitze verschlossen oder freigegeben werden und der Signalausgang 5 entweder mit Zu- oder Abluft in Verbindung steht. Das dargestellte Ventil kann damit beispielsweise als Vorsteuerventil Verwendung finden.

Das piezoelektrische Biegeelement 7 ist in dem im Innenraum 2 des Gehäuses 1 gelegenen Bereich mit einem Überzug 10 aus zumindest teilweise elastischem Isoliermaterial versehen,

welcher auf der gehaltenen Seite 11 des Biegeelementes 7 gleichzeitig auch den Innenraum 2 des Gehäuses 1 nach außen abdichtet. Der Überzug 10 weist dazu auf der gehaltenen Seite 11 des Biegeelementes 7 einen einstückig angeformten, sich im wesentlichen senkrecht zur Längserstreckung des Biegeelementes 7 um dieses erstreckenden Dichtwulst 12 (siehe auch Fig. 2) auf, 5 der im montierten Zustand des Ventils zwischen dem Gehäuse 1 und einem von außen mit dem einseitig gehaltenen Biegeelement 7 samt Überzug 10 einschiebbaren Klemmschuh 13 festgeklemmt ist. Dieser Klemmschuh weist zumindest Teile der elektrischen Kontaktierung des Biegelementes auf - hier einem einstellbaren Kontaktstift 14 und eine Kontaktfeder 15 - siehe dazu auch Fig. 2.

10 Der gemäß Darstellung in Fig. 3 von links her in die Öffnung 8 des Gehäuses 1 einschiebbare Klemmschuh 13 weist weiters eine im montierten Zustand des Ventils (siehe Fig. 1) im Gehäuse 1 einrastende, von außen bedarfswise entriegelbare Rastnase 16 auf, welche mit dem Gehäuse 1 so zusammenwirkt, daß in der eingerasteten Stellung des Klemmschuhs dieser die Kontaktfeder 15 samt Dichtwulst 12 des Überzuges 10 gegen eine Anlagefläche 17 am Gehäuse 1 drückt, 15 sodaß der Innenraum 2 des Gehäuses dadurch sicher abgedichtet wird.

15 Die Kontaktfeder 15 liegt mit einem Ende 18 an einer Auflage des Klemmschuhs 13 auf und drückt von unten her im Bereich des Kontaktstiftes 14 gegen das Biegeelement 7. Im Bereich des anderen Endes 19 der Kontaktfeder 15 ist in dem in Fig. 1 dargestellten eingeschobenen Zustand des Biegeelementes 7 der Kontakt mit einem zweiten, hier nicht verstellbaren Kontaktstift 20 bzw. 20 dessen innerer Verlängerung 20' hergestellt.

25 Der Überzug 10 des Biegeelementes 7 ist relativ dünnwandig ausgeführt und vorzugsweise nur im Bereich des Dichtwulstes 12 (bzw. auf nur in Fig. 2 angedeutete Art auch im Bereich des Dichtsitzes 3 bzw. 4) verstärkt. Das verwendete Elastomer ist elektrisch isolierend und in seinen sonstigen Eigenschaften (beispielsweise Chemikalienbeständigkeit und dergleichen) auf die Verwendung abgestellt. Die Länge des Überzuges 10 ist im nicht montierten Zustand geringfügig kleiner als die im montierten Zustand damit überzogene Länge des Biegeelementes, womit der Überzug 10 im montierten Zustand zwischen der Einspannung am Dichtwulst 12 und dem freien Ende 9 leicht gespannt wird und somit sicher auf dem Biegeelement 7 aufliegt. Der Innenraum des Überzuges 10 kann auf hier nicht weiter dargestellte Weise zusätzlich noch beispielsweise über die 30 Oberflächenrauhigkeit des Biegeelementes 7, oder über zusätzliche Kanäle oder dergleichen, durch den Klemmschuh 13 in die Umgebung entlüftet sein, was bei angelegtem Betriebsdruck eine aktive Anpressung des Überzuges 10 an die Oberfläche des Biegeelementes 7 und damit ein besseres Aufliegen ergibt.

35 Durch die Dünzwandigkeit des Überzuges 10 werden vor allem im Bereich der Dichtsitzte 3, 4 negative Effekte durch eine thermische Längenausdehnung bzw. Quellung gering gehalten, wobei zusätzlich die mechanische Bewegungsfreiheit des Biegeelementes 7 nur unwesentlich beeinträchtigt wird. Durch die Elastizität des Überzuges wird gleichzeitig auch die Dichtwirkung an den Dichtsitzte 3, 4 erheblich verbessert bei gleichzeitig geringeren Anforderungen an Geometrie und Oberflächengüte der Dichtsitzte.

40 Das gemäß Fig. 2 zusammen mit der aufgeschobenen Kontaktfeder 15 in den Klemmschuh 13 eingesetzte Biegeelement 7 wird im Klemmschuh 13 an drei Auflagepunkten festgehalten, wobei der vom Kontaktstift 14 gebildete eine Auflagepunkt davon verstellbar ist und gleichzeitig zur Kontaktierung der Mittelelektrode des Biegeelementes 7 dient. Weiters verfügt der Klemmschuh 13 über seitliche Zentrierflächen, die das Biegeelement 7 seitlich fixieren. Zur Anpressung an die 45 Auflagepunkte und zur Kontaktierung der Außenelektroden dient die in Fig. 1 und 2 ersichtliche und bereits angesprochene Kontaktfeder 15. Diese Kontaktfeder 15 umschließt das Biegeelement im Bereich des Dichtwulstes 12 und kontaktiert beidseitig mit federnden Laschen die Oberfläche (siehe Fig. 2). Diese Laschen sind so ausgeformt, daß sich das Biegeelement 7 praktisch nur einschieben läßt und bei einem versuchten Herausziehen aus der Kontaktfeder 15 selbsthemmend 50 gesperrt wird. Auf diese Weise ist erreicht, daß das Biegeelement 7 nach der Montage auf Anschlag in den Klemmschuh 13 in seiner Längsrichtung fixiert ist.

55 Bei der Montage des Klemmschuhs 13 durch seitliches Einsticken in das Gehäuse 1 (siehe Fig. 3) wird die Kontaktfeder 12 im Gehäuse 1 vorgespannt. Weiters wird dabei der umlaufende Dichtwulst 12 gegen die erwähnt Anlagefläche 17 des Gehäuses 1 gepreßt und die Rastnase 16 in der Öffnung 21 eingerastet. Die Anpressung des Dichtwulstes 12 erzeugt eine Gegenkraft, die die

Rastnase 16 des Klemmschuhs 13 in der Darstellung gemäß Fig. 1 in der Gehäuseöffnung 21 links anliegen läßt, womit eine exakte Lage des Biegeelementes selbst im montierten Zustand sichergestellt ist.

Die elektrischen Kontaktierungsstellen des Biegeelementes 7 sind auf der Seite des Klemmschuhs außerhalb des Innenraums 2 des Gehäuses 1 angeordnet und somit vom mit zu steuern dem Medium erfüllten Arbeitsraum des Ventils getrennt, was im Hinblick auf Korrosion an diesen Stellen vorteilhaft ist.

Durch den kompletten Wegfall von Klebe- bzw. Lötstellen oder dergleichen kann das gesamte Ventil jederzeit zerstörungsfrei demontiert werden, wozu im wesentlichen lediglich die Rastnase 16 gemäß Fig. 1 durch Hinunterdrücken entsperrt wird, wonach der Klemmschuh 13 samt Biegeelement 7, Überzug 10, Kontaktstift 14 und Kontaktfeder 15 seitlich wieder aus dem Gehäuse 1 gezogen werden kann (siehe Fig. 3).

Durch die Isolierung und Abdichtung des Biegeelementes 7 relativ zum Gehäuse 1 sowie die beschriebene Art des Auf- und Zusammenbaus des Ventils kann das Gehäuse beispielsweise in Kunststoffspritzgußtechnik hergestellt werden, was die Herstellung des Ventils insgesamt vereinfacht und verbilligt. Auch der Klemmschuh kann beispielsweise aus Kunststoff bestehen und in Spritzgußtechnik hergestellt sein, was einfache und kostengünstige Ventile der beschriebenen Art ermöglicht.

20

### PATENTANSPRÜCHE:

1. Piezoelektrisches Ventil, mit einem im wesentlichen einstückigen Gehäuse (1), wenigstens einem im Innenraum (2) des Gehäuses (1) angeordneten steuerbaren Dichtsitz (3, 4) und einem von einer Seite her abgedichtet ins Gehäuse (2) eingeschobenen und einseitig im Gehäuse (2) gehaltenen piezoelektrischen Biegeelement (7), dessen freie Seite (9) den Dichtsitz (3, 4) entsprechend einer angelegten Steuerspannung verschließt oder freigibt, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrische Biegeelement (7) zumindest in dem im Innenraum (2) des Gehäuses (1) gelegenen Bereich mit einem separaten Überzug (10) aus zumindest teilweise elastischem Isoliermaterial versehen ist, welcher auf der gehaltenen Seite (11) gleichzeitig auch den Innenraum (2) des Gehäuses (1) nach außen abdichtet.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Überzug (10) auf der gehaltenen Seite (11) des Biegeelementes (7) einen vorzugsweise einstückig angeformten, sich im wesentlichen senkrecht zur Längserstreckung des Biegeelementes (7) um dieses erstreckenden Dichtwulst (12) aufweist, der im montierten Zustand des Ventils zwischen dem Gehäuse (1) und einem von außen mit dem einseitig gehaltenen Biegeelement (7) samt Überzug (10) einschiebbaren Klemmschuh (13) festgeklemmt ist.
3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Klemmschuh (13) zumindest Teile (14, 15) der elektrischen Kontaktierung des Biegeelementes (7) aufweist.
4. Ventil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß am Klemmschuh (13) eine im montierten Zustand des Ventils am Gehäuse (1) einrastende, von außen bedarfsweise entriegelbare Rastnase (16) vorgesehen ist.
5. Ventil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Überzug (10) aus dünnwandigem, vorzugsweise im Bereich des Dichtwulstes (12) und/oder des Dichtsitzes (3, 4) verstärktem, Elastomer besteht.
6. Ventil nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Überzuges (10) im nicht montierten Zustand geringfügig kleiner als die im montierten Zustand damit überzogene Länge des Biegeelementes (7) ist.
7. Ventil nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum des Überzuges (10) über die Oberflächenrauhigkeit des Biegeelementes (7), und/oder über zusätzliche Ausnehmungen, Nuten, Kanäle oder dergleichen des Biegeelementes (7), sowie durch den Klemmschuh (13) in die Umgebung entlüftet ist.

