

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50587/2022
(22) Anmeldetag: 04.08.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2024

(51) Int. Cl.: **F15B 15/19** (2006.01)
B60R 21/38 (2011.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2962904 A1
US 2006208474 A1
US 9719533 B1
DE 102008025399 A1
DE 102007014403 A1

(73) Patentinhaber:
Astotec Automotive GmbH
2552 Hirtenberg (AT)

(74) Vertreter:
Dr. Müllner Dipl.-Ing. Katschinka OG,
Patentanwaltskanzlei
1010 Wien (AT)

(54) Pyrotechnischer Aktuator

(57) Der pyrotechnische Aktuator weist ein Gehäuse (1), einen darin verschiebbaren Kolben (2) mit einer Kolbentulpe (3) und einer massiven Kolbenstange sowie ein Treibladungsgehäuse (4), in dem sich eine Treibladung (5) befindet, auf. Der Kolben (2) ist gegen das Treibladungsgehäuse (4) vorgespannt und zwischen Gehäuse (1) und Kolbentulpe (3) befindet sich ein Spalt. Erfindungsgemäß besteht während der Zündung der Treibladung (5) zusätzlich zum Spalt zwischen Gehäuse (1) und Kolbentulpe (3) eine gasleitende Verbindung (10) zwischen dem Inneren des Treibladungsgehäuses (4) und der Innenwand des Gehäuses (1). Die gasleitende Verbindung (10) kann durch zumindest eine Nut (8) oder eine Bohrung (7) in der Kolbentulpe (3) gebildet sein. Sie kann aber auch durch Rippen oder Wellen (9) am Treibladungsgehäuse (4) realisiert sein. Auch ein Abstandshalter zwischen Kolbentulpe (3) und Treibladungsgehäuse (4) ist möglich. Der Querschnitt der gasleitenden Verbindung (10) beträgt vorzugsweise zumindest 2 mm^2 , besonders bevorzugt zumindest 5 mm^2 .

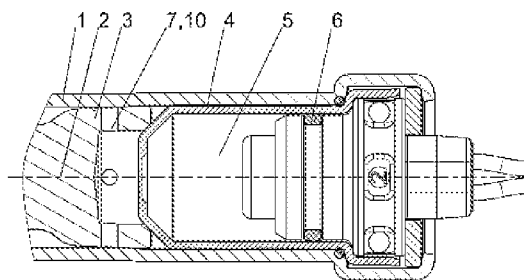


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Aktuator, der ein Gehäuse, einen darin verschiebbaren Kolben mit einer Kolbentulpe und einer massiven Kolbenstange sowie ein Treibladungsgehäuse, in dem sich eine Treibladung befindet, aufweist, wobei der Kolben gegen das Treibladungsgehäuse vorgespannt ist und sich zwischen Gehäuse und Kolbentulpe ein gasdurchlässiger Spalt befindet.

[0002] Systeme zur Minderung der Verletzungsschwere von Fußgängern bei Unfällen mit Kraftfahrzeugen finden immer stärkere Verbreitung. Neben dem Notbremsassistenten, der im idealen Fall den Zusammenstoß des Fahrzeuges mit dem Fußgänger gänzlich verhindert, zumindest aber die Anprallgeschwindigkeit verringert, kommen auch Systeme zur Abmilderung der Unfallfolgen in nicht abwendbaren Situationen zum Einsatz. Diese stellen einen zusätzlichen Deformationsraum zwischen der Motorhaube und den harten Komponenten im Motorraum bereit, indem die Motorhaube im Scharnierbereich, bei manchen Premium-Fahrzeugen zusätzlich auch im Schlossbereich, angestellt wird. Zumeist wird diese Anstellung mit pyrotechnischen Aktuatoren bewerkstelligt, die bei geringem Bauraum die entsprechenden Kräfte gut aufbringen können.

[0003] Ein derartiger Aktuator ist beispielsweise in DE 102017112054 A1 von Hirtenberger (heute: Astotec) beschrieben. Es existiert eine große Anzahl an Herstellern und Varianten, beispielsweise wird auf die EP 2699455 B1 von Autoliv oder die US 10875491 B2 von Key Safety Systems (heute: Joyson Safety Systems) verwiesen. All diesen Systemen gemeinsam ist der Aufbau, bestehend aus einem Gehäuse, in dem eine Kolbentulpe mittels eines Gasgenerators druckbeaufschlagt wird.

[0004] EP 2962904 A1 zeigt verschieden Ausführungsformen. In einer Ausführungsform zeigt EP 2962904 A1 einen pyrotechnischen Aktuator mit hohler Kolbenstange. Hierbei ist das Volumen, in dem sich das Gas ausbreiten kann, immer relativ groß. Wenn jedoch eine massive Kolbenstange verwendet wird, ist der Unterschied zwischen den Volumina, die dem Gas zur Verfügung stehen, sehr groß. In einer anderen Ausführungsform ist die Kolbenstange massiv ausgeführt, jedoch keine Verbindung zwischen Treibladungsgehäuse und Innenwand des Gehäuses vorgesehen, wodurch das Gas durch einen schmalen Spalt zwischen Kolbentulpe und Gehäuse strömt, bis es zu einer querliegenden Nut gelangt. Der Querschnitt der Verbindung kann je nach Temperatur stark variieren.

[0005] US 2006208474 A1 zeigt pyrotechnischen Aktuatoren mit Rippen, Wellen und ähnliches.

[0006] US 9719533 B1 zeigt einen pyrotechnischen Aktuator, der gasleitende Verbindungen in Form von Bohrungen aufweist, die während der Zündung das Innere des Treibladungsgehäuses und die Innenwand des Gehäuses miteinander verbinden.

[0007] Aktuatoren aus DE 102008025399 A1 und DE 102007014403 A1 weisen Abstandhalter zwischen Kolbentulpe und Treibladungsgehäuse auf.

[0008] Je nach der gewünschten Kraft, die beim Zünden der Treibladung aufgebracht werden soll, gibt es zwei Ausführungsarten: entweder liegt die Kolbentulpe dicht, z.B. mit einem O-Ring, am Gehäuse an (US 10875491 B2), dann ist die gesamte Querschnittsfläche der Kolbentulpe wirksam, oder aber die Kolbentulpe liegt nicht dicht am Gehäuse an (DE 102017112054 A1 oder EP 2699455 B1), hat z.B. einen kleinen Spalt zum Gehäuse, dann ist nur die Querschnittsfläche der Kolbenstange wirksam, die Kraft also entsprechend geringer, weil der Bereich zwischen Kolbenstange und Gehäuse auch druckbeaufschlagt ist.

[0009] In letzterem Fall kommt es ohne weitere Maßnahmen häufig zu Klingelgeräuschen, weil bei Vibrationen, die im Auto sehr oft auftreten, die Kolbentulpe gegen das Gehäuse schlagen kann, da ein geringer Spalt zwischen Kolbentulpe und Gehäuse vorhanden ist.

[0010] Dies verhindert man, indem man bei der Öffnung, durch welche die Kolbenstange aus dem Gehäuse ragt, eine elastische Kappe vorsieht, die den Kolben gegen das Treibladungsgehäuse drückt.

[0011] Diese Systeme funktionieren, weisen aber eine Schwankungsbreite der abgegebenen Leistung insbesondere über das Temperaturband auf, die immer noch ein Problem darstellt. Wie im Rahmen der vorliegenden Erfindung erkannt wurde, liegt das daran, dass die Abbrandgeschwindigkeit sowohl von der Temperatur als auch vom vorherrschenden Druck abhängig ist. Besonders einflussreich ist die Abhängigkeit vom vorherrschenden Druck. Dies liegt am so genannten Druckexponenten: Wenn erhöhter Druck vorherrscht, kommt es zu einer überproportional erhöhten Abbrandgeschwindigkeit.

[0012] Bei den bekannten Systemen besteht nun das Problem, dass je nach den Fertigungstoleranzen das von der Treibladung freigesetzte Gas - bevor sich der Kolben bewegt - entweder nicht (oder kaum) zwischen Treibladungsgehäuse und Kolbentulpe entweichen kann, oder aber sehr wohl entweichen kann. Somit kann ein selbstverstärkender Effekt vorliegen: Kann das Gas nicht entweichen bzw. kommt es zu Anstauungen von Gas, sorgt das für Druckspitzen, und diese Druckspitzen erhöhen dann die Abbrandgeschwindigkeit, wodurch sehr plötzlich noch mehr Gas entsteht, was die Druckspitzen und somit die Kraft auf den Kolben erheblich erhöht. Andererseits kann es sein, dass auf Grund von Fertigungstoleranzen (z.B. könnte die Kolbentulpe oder das Treibladungsgehäuse leicht elliptisch sein) das Gas sehr wohl von Anfang an zwischen Kolbentulpe und Treibladungsgehäuse hindurch und dann an der Kolbentulpe vorbei bis in den Bereich zwischen Kolbenstange und Gehäuse strömen kann, sodass es nicht zu der eben beschriebenen Druckspitze und somit nicht zur Erhöhung der Abbrandgeschwindigkeit kommt.

[0013] Dementsprechend ist besonders die Anordnung, bei der der Kolben an dem Treibladungsgehäuse anliegt, betroffen, da sich je nach Fertigungstoleranzen das Gas nur in einem sehr kleinen Volumen oder aber in einem wesentlich größeren Volumen ausbreiten kann. Dies sorgt dafür, dass der oben beschriebene Effekt manchmal auftritt und manchmal nicht, wodurch die abgegebene Leistung sehr stark variiert.

[0014] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Schwankungsbreite der Leistung zu verringern.

[0015] Diese Aufgabe wird durch einen pyrotechnischen Aktuator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass während der Zündung der Treibladung zusätzlich zum Spalt zwischen Gehäuse und Kolbentulpe eine gasleitende Verbindung zwischen dem Inneren des Treibladungsgehäuses und der Innenwand des Gehäuses besteht. Somit wird sichergestellt, dass das Gas immer in einer ähnlichen Weise entweichen kann und somit die Schwankungsbreite der Leistungsabgabe deutlich reduziert wird.

[0016] In besonders einfacher Weise lässt sich die Erfindung ausführen, indem sich die gasleitende Verbindung zumindest teilweise in der Kolbentulpe befindet. Somit muss nur die Kolbentulpe adaptiert werden und es ist keine Anpassung des Treibladungsgehäuses notwendig.

[0017] Eine bevorzugte Adaption des Kolbens besteht darin, dass die gasleitende Verbindung durch zumindest eine Nut in der Kolbentulpe gebildet ist. Somit kann die Kolbentulpe in einfacher und kostengünstiger Weise produziert werden und die gasleitende Verbindung entsteht in der Nut der Kolbentulpe zwischen der Kolbentulpe und dem Treibladungsgehäuse.

[0018] Es ist aber auch möglich, die Kolbentulpe so zu adaptieren, dass die gasleitende Verbindung durch zumindest eine Bohrung gebildet ist. Eine Bohrung stellt eine kostengünstige und einfach zu produzierende Lösung dar.

[0019] Die Bohrung ist bevorzugt so gestaltet, dass die Bohrung einen Bereich der Mitte des zündernahen Endes des Kolbens mit der Außenseite des Kolbens verbindet. Somit wird, wenn die Kolbentulpe am zündernahen Ende durchbohrt wird, auf einfache Weise eine gasleitende Verbindung zwischen dem Treibladungsgehäuse und dem Gehäuse hergestellt.

[0020] Alternativ oder zusätzlich zur Realisierung der gasleitenden Verbindung in der Kolbentulpe ist es auch möglich, dass die gasleitende Verbindung zumindest teilweise im Treibladungsgehäuse realisiert ist.

[0021] Es kann sich auch ein Teil der gasleitenden Verbindung in der Kolbentulpe und ein ande-

rer Teil im Treibladungsgehäuse befinden, um die gasleitende Verbindung zu ermöglichen.

[0022] Eine Adaptierung des Treibladungsgehäuses kann so gestaltet sein, dass die gasleitende Verbindung durch Rippen oder Wellen am Treibladungsgehäuse realisiert ist. Durch diese Ausführung wird sowohl sichergestellt, dass die Kolbentulpe noch gut am Treibladungsgehäuse anliegt und somit keine Geräusche von sich gibt, als auch dass das Treibladungsgehäuse billig produziert werden kann.

[0023] Natürlich sind aber auch alle anderen Formen der Oberseite, d.h. dem zünderfernen Ende des Treibladungsgehäuses, sowie der Unterseite der Kolbentulpe möglich, die eine gasfließende Verbindung ermöglichen.

[0024] Eine weitere Möglichkeit, die gasleitende Verbindung zwischen Kolbentulpe und Treibladungsgehäuse zu realisieren, besteht darin, dass die gasleitende Verbindung durch einen Abstandshalter zwischen Kolbentulpe und Treibladungsgehäuse gebildet ist. Dieser Abstandshalter kann beispielsweise ein Kunststoffteil sein, zum Beispiel eine Scheibe mit zentraler Bohrung, die radiale Nuten besitzt.

[0025] Damit die gasleitende Verbindung ihre Aufgabe ausreichend erfüllen kann, ist bevorzugt, dass der Querschnitt der gasleitenden Verbindung zumindest 2 mm^2 , bevorzugt zumindest 5 mm^2 , beträgt. Durch einen Querschnitt von zumindest 2 mm^2 , bevorzugt 5 mm^2 , kann ausreichend Gas durch den gasleitenden Querschnitt strömen, damit die Schwankungen der abgegebenen Leistung ausreichend reduziert werden.

[0026] An Hand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

- [0027]** Fig. 1 eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform eines Aktuators, bei der die gasleitende Verbindung durch eine Bohrung in der Kolbentulpe ausgebildet ist;
- [0028]** Fig. 2 ein Detail der Ausführungsform von Fig. 1;
- [0029]** Fig. 3 und Fig. 5 weitere Ausführungsformen mit Nuten in der Kolbentulpe, um die gasleitende Verbindung zu formen;
- [0030]** Fig. 4 und Fig. 6 jeweils ein Detail der Ausführungsformen von Fig. 3 bzw. Fig. 5;
- [0031]** Fig. 7 eine weitere Ausführungsform mit Nuten im Treibladungsgehäuse; und
- [0032]** Fig. 8 ein Detail der Ausführungsform von Fig. 7.

[0033] Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Aufbau des pyrotechnischen Aktuators, der ein Gehäuse 1, einen Kolben 2 mit Kolbentulpe 3 und ein Treibladungsgehäuse 4, in dem sich eine Treibladung 5 befindet, aufweist. Hierbei liegt die Kolbentulpe 3 an dem Treibladungsgehäuse 4 an, damit der Kolben 2 bei auftretenden Erschütterungen keine Geräusche von sich gibt. Diese Lage kann durch eine Kappe (nicht dargestellt) fixiert sein.

[0034] Wenn die Treibladung 5 gezündet wird, verhindert der O-Ring 6 das Austreten der entstehenden Gase von dem Kolben 2 weg. Auf der anderen Seite reißt das Treibladungsgehäuse 4 in Richtung des Kolbens 2 auf. Somit stellt sich das oben beschriebene Problem, dass manchmal die Kolbentulpe 3 und das Treibladungsgehäuse 4 sehr genau aneinander anliegen und sich bei der Zündung der Treibladung 5 der Druck sehr schnell stark erhöht, wodurch sich die Abbrandgeschwindigkeit und somit infolge die abgegebene Leistung erhöht. Dieser Effekt ist aber nicht immer vorhanden, da abhängig von der Fertigung zwischen Kolbentulpe 3 und Treibladungsgehäuse 4 auch kleine Spalte vorhanden sein können. Um diese Schwankungsbreite zu reduzieren sind in Fig. 1 vier Bohrungen 7 vorgesehen, um eine gasleitende Verbindung 10 zwischen dem Inneren des Treibladungsgehäuses 4 und dem Gehäuse 1 herzustellen. Wenn die Bohrung 7 nicht vorhanden wäre, wäre das Volumen, in dem sich das durch die Zündung der Treibladung 5 entstehende Gas ausbreiten kann, manchmal sehr klein und manchmal deutlich größer. Durch die gasleitende Verbindung 10, die durch die Bohrungen 7 erzeugt wird, kann sich das Gas immer in einem größeren Volumen verteilen, und der Druckanstieg tritt nicht so rasant und jedenfalls

immer gleich auf, wodurch sich der Kolben 2 stets mit einer ähnlichen Geschwindigkeit (teilweise) aus dem Gehäuse 1 bewegen wird. In Fig. 2 ist das in Fig. 1 eingekreiste Detail des pyrotechnischen Aktuators in vergrößerter Ansicht dargestellt.

[0035] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem ähnlichen Aufbau wie in Fig. 1. Der Unterschied zu Fig. 1 besteht darin, dass die Bohrungen 7 aus Fig. 1 durch acht Nuten 8 ersetzt sind. Auch durch die Nuten 8 entsteht eine gasleitende Verbindung 10 wie oben beschrieben. Diese Ausführungsform kann eine billig zu produzierende Lösung darstellen. Fig. 4 zeigt das in Fig. 3 eingekreiste Detail des pyrotechnischen Aktuators in vergrößerter Ansicht.

[0036] Fig. 5 zeigt einen ähnlichen Aufbau zu Fig. 3. Der Unterschied besteht in der Anzahl der Nuten 8 und der Form des Treibladungsgehäuses. In Fig. 5 sind nur vier Nuten 8 vorhanden. So lange ein ausreichender Querschnitt der gasleitenden Verbindung 10 während der Betätigung gewährleistet ist, kann die Anzahl der Nuten 8 verringert werden, um beispielsweise Produktionskosten zu senken. Fig. 6 zeigt das in Fig. 5 eingekreiste Detail des pyrotechnischen Aktuators in vergrößerter Ansicht.

[0037] Fig. 7 zeigt einen erfindungsgemäßen pyrotechnischen Aktuator mit ähnlichem Aufbau wie in den Figuren 1 bis 6. In Fig. 7 wird die gasleitende Verbindung 10 allerdings durch das Treibladungsgehäuse 4 gebildet. Hierbei sind Wellen 9 im Treibladungsgehäuse 4 vorgesehen, die durch das Fertigen von Nuten im Treibladungsgehäuse 4 entstehen. Die gasleitende Verbindung 10 befindet sich also zwischen dem Treibladungsgehäuse 4 und dem Kolben 2. Auch durch einen solchen Aufbau kann die Schwankungsbreite der Leistungsabgabe reduziert werden. Fig. 8 zeigt das in Fig. 7 eingekreiste Detail des pyrotechnischen Aktuators in vergrößerter Ansicht.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Gehäuse
- 2 Kolben
- 3 Kolbentulpe
- 4 Treibladungsgehäuse
- 5 Treibladung
- 6 O-Ring
- 7 Bohrung
- 8 Nut
- 9 Wellen
- 10 gasleitende Verbindung

Patentansprüche

1. Pyrotechnischer Aktuator, der ein Gehäuse (1), einen darin verschiebbaren Kolben (2) mit einer Kolbentulpe (3) und einer massiven Kolbenstange sowie ein Treibladungsgehäuse (4), in dem sich eine Treibladung (5) befindet, aufweist, wobei der Kolben (2) gegen das Treibladungsgehäuse (4) vorgespannt ist und sich zwischen Gehäuse (1) und Kolbentulpe (3) ein gasdurchlässiger Spalt befindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Zündung der Treibladung (5) zusätzlich zum Spalt zwischen Gehäuse (1) und Kolbentulpe (3) eine gasleitende Verbindung (10) zwischen dem Inneren des Treibladungsgehäuses (4) und der Innenwand des Gehäuses (1) besteht.
2. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die gasleitende Verbindung (10) zumindest teilweise in der Kolbentulpe (3) befindet.
3. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gasleitende Verbindung (10) durch zumindest eine Nut (8) in der Kolbentulpe (3) gebildet ist.
4. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gasleitende Verbindung (10) durch zumindest eine Bohrung (7) gebildet ist.
5. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bohrung (7) einen Bereich der Mitte der Kolbentulpe (3) mit der Außenseite des Kolbens (2) verbindet.
6. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gasleitende Verbindung (10) zumindest teilweise im Treibladungsgehäuse (4) realisiert ist.
7. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gasleitende Verbindung (10) durch Rippen oder Wellen (9) am Treibladungsgehäuse (4) realisiert ist.
8. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gasleitende Verbindung durch einen Abstandshalter zwischen Kolbentulpe (3) und Treibladungsgehäuse (4) gebildet ist.
9. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt der gasleitenden Verbindung (10) zumindest 2 mm^2 , bevorzugt zumindest 5 mm^2 , beträgt.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

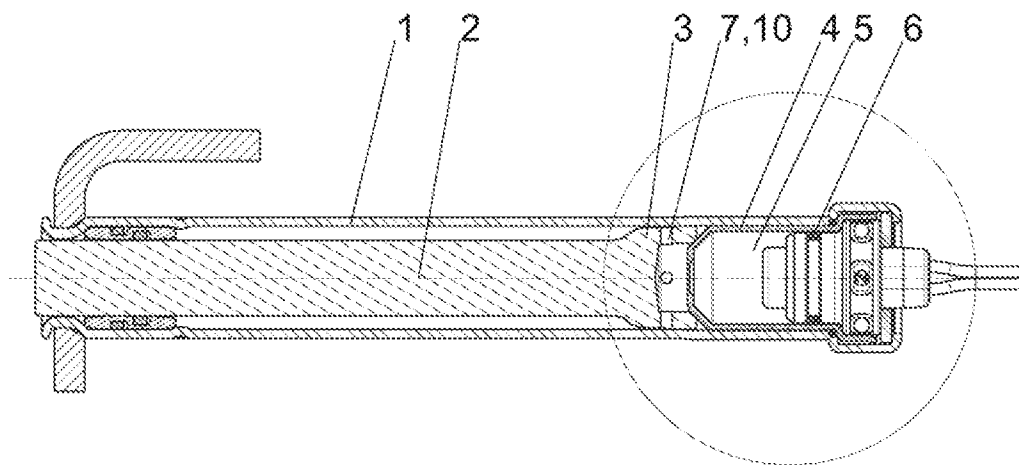


Fig. 1

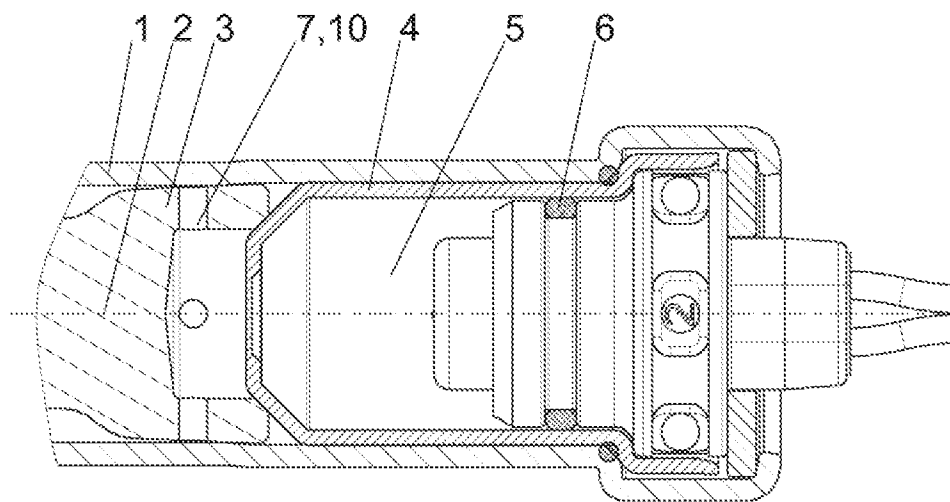


Fig. 2

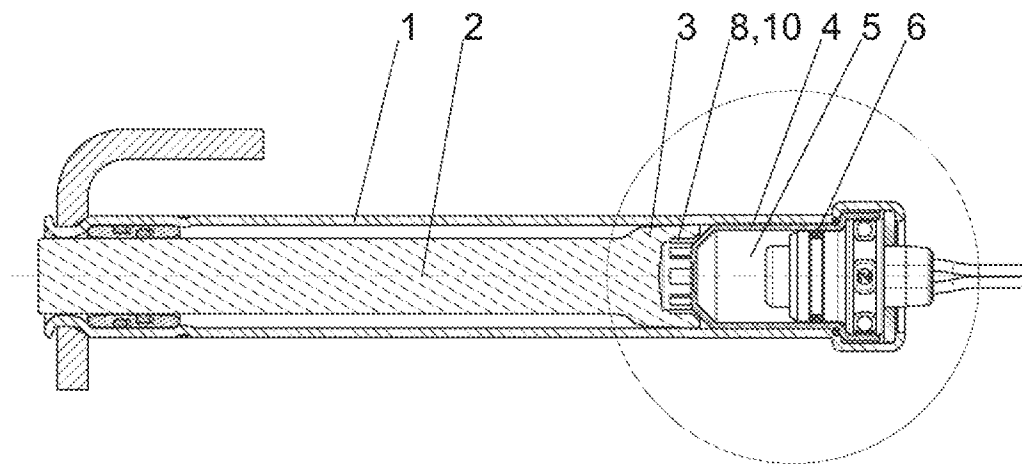


Fig. 3

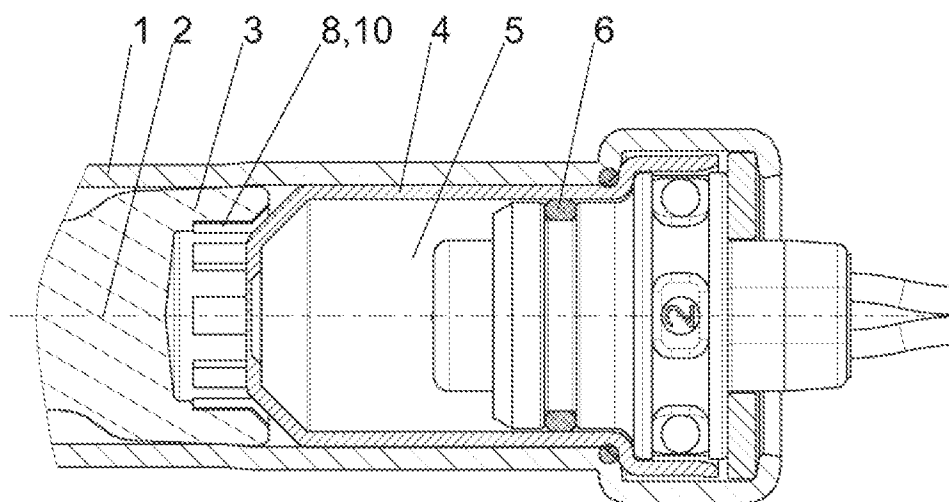


Fig. 4

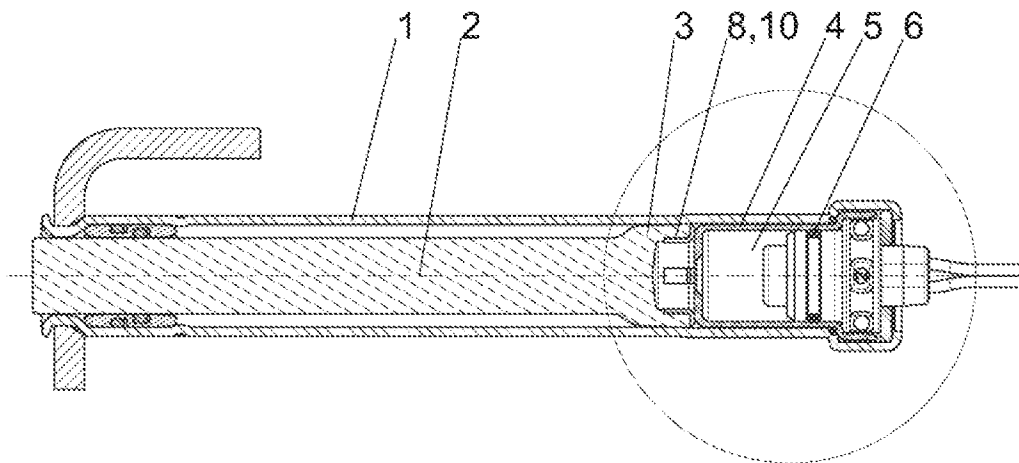


Fig. 5

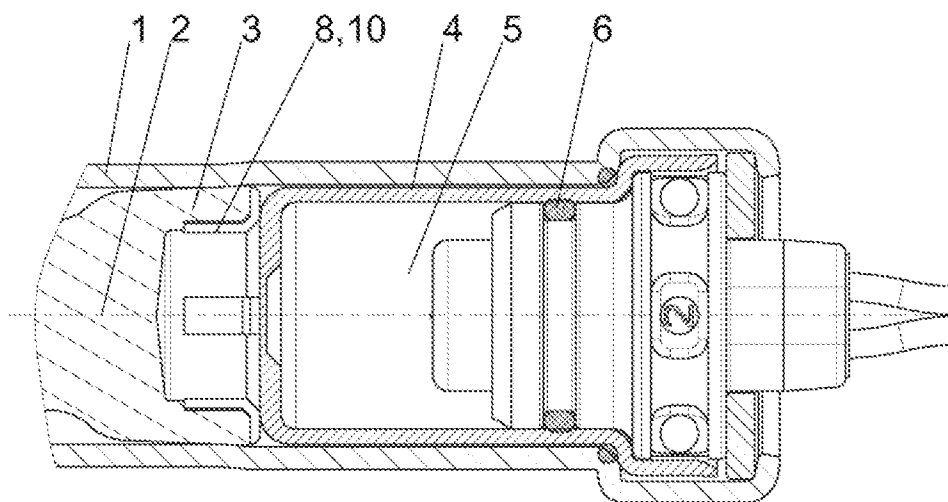


Fig. 6

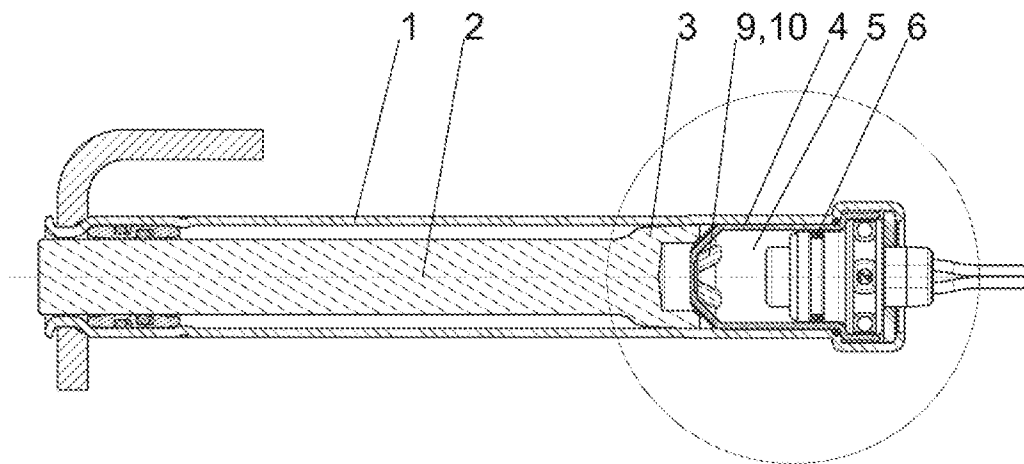


Fig. 7

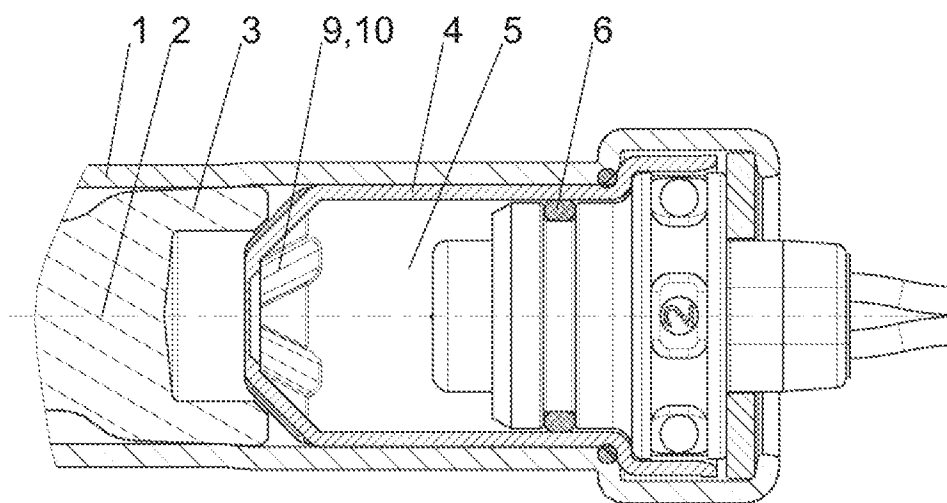


Fig. 8