

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50491/2022
(22) Anmeldetag: 05.07.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2024

(51) Int. Cl.: **B60R 21/38** (2011.01)
F42B 3/12 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 20312222 U1
US 2005035608 A1
EP 3260706 A1
FR 2937691 A1
CZ 2011594 A3
EP 1022536 A1
WO 0212020 A2
EP 0616927 A1

(71) Patentanmelder:
Astotec Automotive GmbH
2552 Hirtenberg (AT)

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

(54) **Pyrotechnischer Aktuator**

(57) Ein pyrotechnischer Aktuator hat ein Aktuatorgehäuse (2), einen darin verschiebbaren Kolben (5) und einen Gasgenerator (4) mit Zünder, Treibladung und Treibladungsgehäuse (1). Erfindungsgemäß weist das Treibladungsgehäuse (1) eine Sollbruchstelle (3) in Form einer radial umlaufenden Verringerung der Dicke auf, wobei der Durchmesser in dem Bereich (1''), der auf der dem Zünder (6) abgewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt, geringer ist als der Durchmesser in dem Bereich (1'), der auf der dem Zünder (6) zugewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt. Bei Zündung reißt dadurch das Treibladungsgehäuse (1) an der Sollbruchstelle (3) ab, und der Kolben (5) wird durch den abgerissenen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) angetrieben, wobei der abgerissene Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) zur Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) abdichtet.

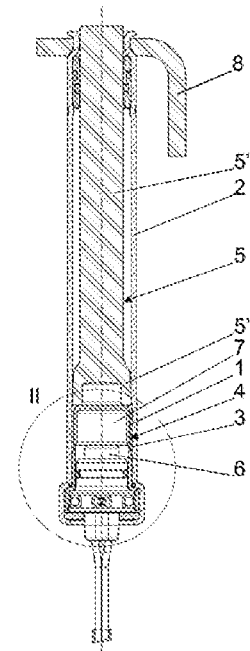


Fig. 1

Z u s a m m e n f a s s u n g

Ein pyrotechnischer Aktuator hat ein Aktuatorgehäuse (2), einen darin verschiebbaren Kolben (5) und einen Gasgenerator (4) mit Zünder, Treibladung und Treibladungsgehäuse (1). Erfindungsgemäß weist das Treibladungsgehäuse (1) eine Sollbruchstelle (3) in Form einer radial umlaufenden Verringerung der Dicke auf, wobei der Durchmesser in dem Bereich (1''), der auf der dem Zünder (6) abgewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt, geringer ist als der Durchmesser in dem Bereich (1'), der auf der dem Zünder (6) zugewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt. Bei Zündung reißt dadurch das Treibladungsgehäuse (1) an der Sollbruchstelle (3) ab, und der Kolben (5) wird durch den abgerissenen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) angetrieben, wobei der abgerissene Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) zur Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) abdichtet.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Aktuator mit einem Aktuatorgehäuse, einem darin verschiebbaren Kolben und einem Gasgenerator mit Zünder, Treibladung und Treibladungsgehäuse.

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.

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 ein Kolben mittels eines Gasgenerators druckbeaufschlagt wird.

Probleme bereiten jedoch große Leistungen. Hier wird in der Regel der Spalt zwischen Kolbentulpe und Innenwand des Gehäuses mittels eines O-Rings abgedichtet, manchmal ist auch ein zusätzlicher Bauteil, wie z.B. in AT 12351 U1 von Hirtenberger beschrieben, vorgesehen. Sowohl die Montage des O-Rings wie auch eines eventuellen zusätzlichen Bauteils bedeuten erhöhten Aufwand.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diesen erhöhten Aufwand zu beseitigen und dennoch eine Abdichtung der vom pyrotechnischen Gasgenerator erzeugten Gase zu erzielen, sodass diese ihre volle Wirkung entfalten können.

Diese Aufgabe wird durch einen pyrotechnischen Aktuator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Treibladungsgehäuse eine Sollbruchstelle in Form einer radialen Verringerung der Dicke aufweist, und dass der Durchmesser in dem Bereich, der auf der dem Zünder abgewandten Seite der Sollbruchstelle liegt, geringer ist als der Durchmesser in dem Bereich, der auf der dem Zünder zugewandten Seite der Sollbruchstelle liegt.

Ein Aktuator bekannter Bauart besitzt erfindungsgemäß ein Treibladungsgehäuse mit einer Dünnstelle an der Seite und einem benachbarten Durchmessersprung. Abweichend zu den bekannten Designs weist das Treibladungsgehäuse keine Schwächung im Bodenbereich auf, beispielsweise durch die Prägung eines Sternes oder einer dünnwandigen Membrane in den Boden. Bei diesen bekannten Designs entweichen die Gase durch diese Schwächung aus dem Treibladungsgehäuse und treiben den Kolben direkt an.

Erfindungsgemäß reißt hingegen bei Zündung des Zünders und somit der Treibladung das Treibladungsgehäuse an der Sollbruchstelle ab. Es bildet sich dadurch ein abgerissener Teil, der den Kolben antreibt und der für eine Dichtung gegenüber dem Aktuatorgehäuse sorgt, weil er durch den Druck der erzeugten Gase an die Innenwand des Aktuatorgehäuses gedrückt wird. Damit dieses Abreißen zuverlässig erfolgt, ist bevorzugt, dass die radiale Verringerung um das Treibladungsgehäuse umlaufend ausgebildet ist.

Von großer Bedeutung ist das Verhältnis zwischen der Position der Sollbruchstelle in Bezug zum oberen Rand des Treibladungsgehäuses und dem Durchmessersprung im Außendurchmesser des Treibladungsgehäuses. Liegt die Sollbruchstelle des Treibladungsgehäuses nahe der oberen Kante des Treibladungsgehäuses, ist nur ein kleiner Durchmessersprung überbrückbar. Ist die Sollbruchstelle weiter vom Ende des Treibladungsgehäuses entfernt, kann bedingt durch das "Aufblasen" des abgerissenen Teils des Treibladungsgehäuses ein größerer Spalt überbrückt werden.

Andererseits führt eine längere Kontaktzone zwischen abgerissenem Teil des Treibladungsgehäuses und der Innenwand des Aktuatorgehäuses zu einer erhöhten Reibung und im Extremfall zum Festsetzen ohne Trennung. Außerdem verhindert ein zu großer Spalt den zuverlässigen Kontakt des abgerissenen Teils des Treibladungsgehäuses mit der Innenwand des Gehäuses, es existiert also ein optimaler Bereich.

Für typische Aktuatorenanwendungen mit einem Gehäuseinnendurchmesser von 13-20 mm und einem Treibladungsgehäuse aus Al 99,9 sind folgende Werte vorteilhaft:

Ein Spaltdurchmesser im zünderfernen Bereich des Treibladungsgehäuses von 0,1 - 2 mm; ein Abstand der Sollbruchstelle zur Oberseite des Treibladungsgehäuses von 1 - 10 mm; und ein Berstdruck des Treibladungsgehäuses entlang der umlaufenden Sollbruchstelle von 50 - 500 bar.

Es versteht sich von selbst, dass dieses Prinzip auch für Treibladungsgehäuse aus Stahl oder Kunststoff anwendbar ist.

Es ist zweckmäßig, wenn die Sollbruchstelle dadurch realisiert ist, dass sich der Innendurchmesser des Treibladungsgehäuses an einer anderen Stelle als der Außendurchmesser verringert, sodass die Wandstärke zwischen diesen beiden Stellen reduziert ist. Dadurch wird eine besonders einfache Herstellung ermöglicht. Es ist aber auch möglich, dass die Sollbruchstelle durch eine Prägung im Treibladungsgehäuse realisiert ist, und auch, dass die Sollbruchstelle durch einen Einstich im Treibladungsgehäuse realisiert ist.

In einer besonderen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das zündernahe Ende des Kolbens einen planen Boden besitzt. Dadurch kann sich der abgerissene Bereich des Treibladungsgehäuses gut an den Kolben anlegen.

An Hand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt: Fig. 1 einen erfindungsgemäßen

pyrotechnischen Aktuator im Längsschnitt; Fig. 2 den Bereich II von Fig. 1 in vergrößertem Maßstab; und Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Aktuators der Fig. 1 und 2.

Der erfindungsgemäße Aktuator (siehe Fig. 1) weist ein Aktuatorgehäuse 2 auf, an dessen oberem Ende eine Montageplatte 8 befestigt ist. In diesem Aktuatorgehäuse 2 ist ein Kolben 5 mit Kolbenstange 5'' und Kolbentulpe 5' verschiebbar angeordnet. Die Kolbenstange 5'' ragt in der Ausgangslage oben geringfügig aus dem Aktuatorgehäuse 2 hervor. Unterhalb des Kolbens 5 befindet sich der pyrotechnische Gasgenerator 4 mit Zünder 6, Treibladung 7 und Treibladungsgehäuse 1.

Erfindungsgemäß hat das Treibladungsgehäuse 1 eine spezielle Form (siehe Fig. 2): Der Außendurchmesser verringert sich an der Stelle 3', wogegen sich der Innendurchmesser an einer anderen, weiter oben ("oben" wie in Fig. 1 und 2 gesehen) liegenden Stelle 3'' verringert. Dadurch entsteht eine Sollbruchstelle 3, wo das Treibladungsgehäuse 1 eine verringerte Wandstärke hat. Es entsteht ein (vom Zünder 6 abgewandter) Bereich 1'', der von der Innenwand des Aktuatorgehäuses 2 einen geringen Abstand hat, und ein (dem Zünder 6 zugewandter) Bereich 1', wo dies nicht der Fall ist, im Gegenteil, in diesem Bereich 1' liegt eine Presspassung vor, sodass der Gasgenerator 4 zuverlässig und spielfrei im Aktuatorgehäuse 2 fixiert ist.

Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht das Treibladungsgehäuse 1 aus Aluminium. Der Spalt zwischen dem Bereich 1'' und der Innenwand des Aktuatorgehäuses 2 beträgt 0,5 mm, und die Höhe des Bereichs 1'', also der Abstand der Sollbruchstelle 3 vom zünderfernen Ende des Treibladungsgehäuses, beträgt 8 mm.

Wird nun der Zünder 6 gezündet, wird auch die Treibladung 7 gezündet, und ab einem Berstdruck von 150 - 200 bar bricht die Sollbruchstelle 3, und der Bereich 1'' löst sich vom Bereich 1'. Infolge des entstandenen Drucks weitet sich der Bereich 1'' auf, sodass er an der Innenwand des Aktuatorgehäuses 2 dicht anliegt. Wesentlich ist, dass der Spalt, der vor der Zündung zwischen dem Bereich 1'' und der

Innenwand des Aktuatorgehäuses 2 vorhanden war, so dimensioniert ist, dass zwar der Bereich 1'' so stark aufgeweitet wird, dass er dicht am Aktuatorgehäuse 2 anliegt, dass aber ein Großteil des Drucks für die Aufweitung des Bereichs 1'' notwendig ist, sodass die Kraft, mit der der Bereich 1'' gegen die Innenwand des Aktuatorgehäuses 2 gedrückt wird, relativ gering bleibt und somit auch die Reibung relativ gering bleibt. Der abgerissene Bereich 1'' schiebt somit den Kolben 5 aus dem Aktuatorgehäuse 2 nach oben, sodass die Kolbenstange 5'' aus dem Aktuatorgehäuse 2 nach oben ausfährt.

Bezugszeichenliste:

1	Treibladungsgehäuse
2	Aktuatorgehäuse
3	Sollbruchstelle
3'	Stelle der Verringerung des Außendurchmessers
3''	Stelle der Verringerung des Innendurchmessers
4	Gasgenerator
5	Kolben
5'	Kolbentulpe
5''	Kolbenstange
6	Zünder
7	Treibladung
8	Montageplatte

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Pyrotechnischer Aktuator mit einem Aktuatorgehäuse (2), einem darin verschiebbaren Kolben (5) und einem Gasgenerator (4) mit Zünder, Treibladung und Treibladungsgehäuse (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) eine Sollbruchstelle (3) in Form einer radialen Verringerung der Dicke aufweist, **und dass** der Durchmesser in dem Bereich (1''), der auf der dem Zünder (6) abgewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt, geringer ist als der Durchmesser in dem Bereich (1'), der auf der dem Zünder (6) zugewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt.
2. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Verringerung um das Treibladungsgehäuse (1) umlaufend ausgebildet ist.
3. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) bei Zündung an der Sollbruchstelle (3) abreißt und der Kolben (5) durch den abgerissenen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) angetrieben wird.
4. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Zündung der abgerissene Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) zur Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) abdichtet.
5. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt zwischen Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) und dem zünderfernen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) 0,1 - 2 mm beträgt.
6. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen dem zünderfernen Ende des Treibladungsgehäuses (1) und der Sollbruchstelle (3), also die Höhe des zünderfernen Bereichs (1''), 1 - 10 mm beträgt.

7. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Berstdruck, bei dem das Treibladungsgehäuse (1) entlang der Sollbruchstelle (3) aufreißt, 50 - 500 bar beträgt.
8. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung besteht.
9. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) aus Stahl oder Kunststoff besteht.
10. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) dadurch realisiert ist, dass sich der Innendurchmesser des Treibladungsgehäuses (1) an einer anderen Stelle (3'') als der Außendurchmesser verringert, sodass die Wandstärke zwischen diesen beiden Stellen (3', 3'') reduziert ist.
11. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) durch eine Prägung im Treibladungsgehäuse (1) realisiert ist.
12. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) durch einen Einstich im Treibladungsgehäuse (1) realisiert ist.
13. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zündernahe Ende des Kolbens (5) einen planen Boden besitzt.

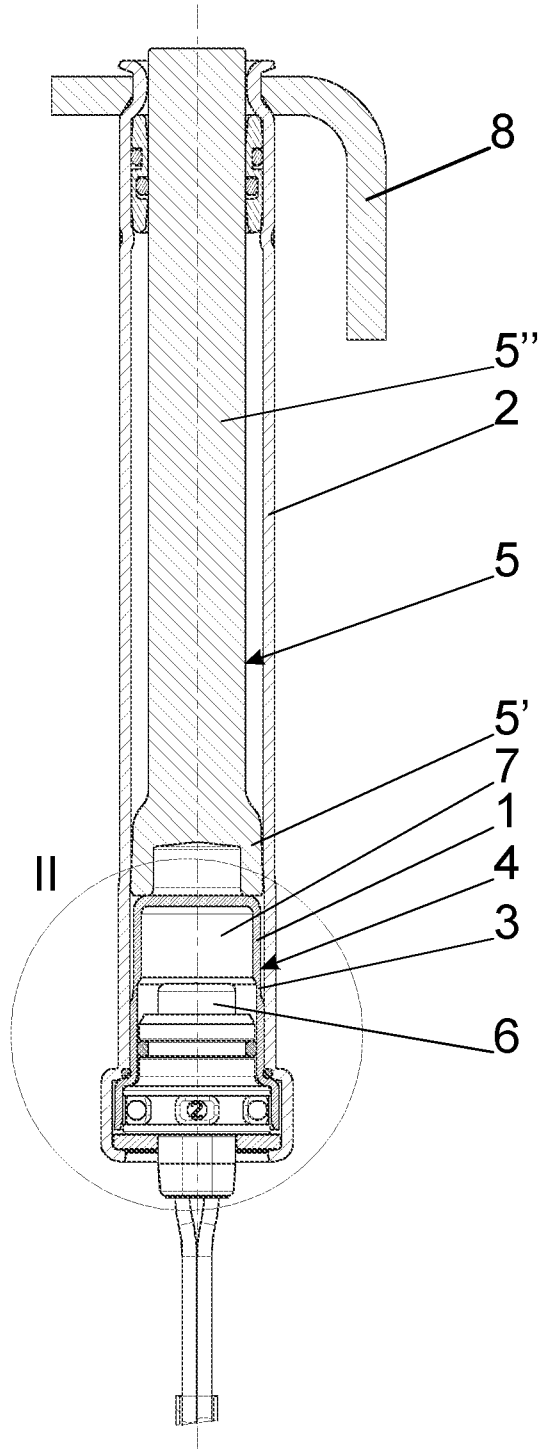


Fig. 1

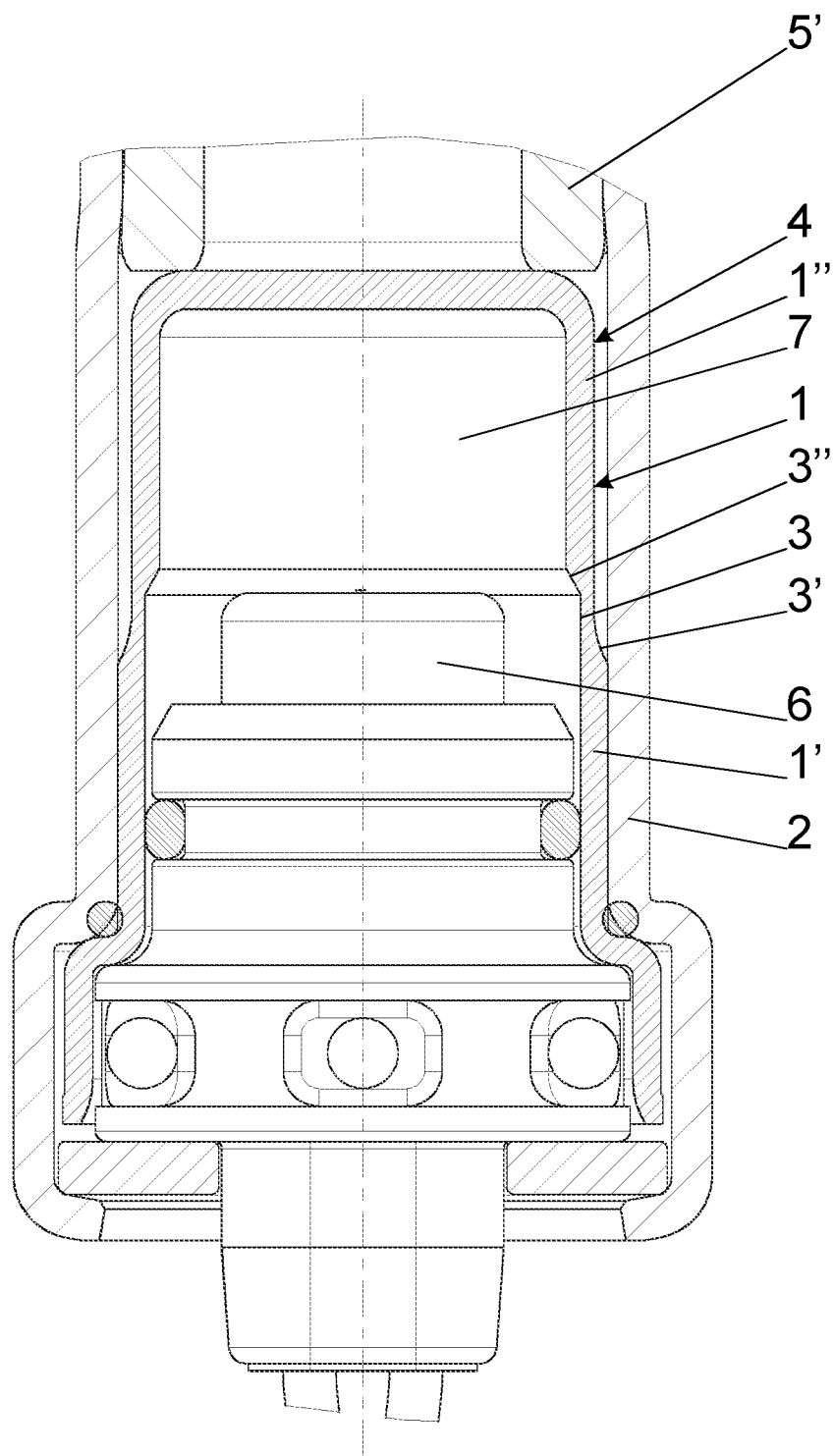


Fig. 2

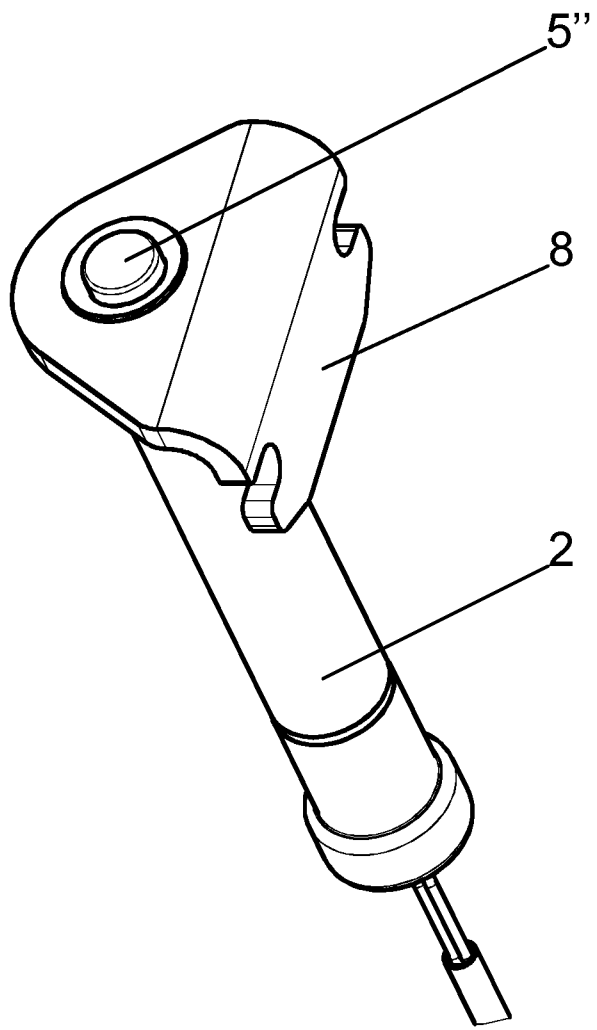


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: B60R 21/38 (2011.01); F42B 3/12 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: B60R 21/38 (2013.01); F42B 3/127 (2013.01); B60R 2021/26029 (2013.01)
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B60R, F42B
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, TXTnn
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.07.2022 eingereichten Ansprüchen 1-13 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 20312222 U1 (TRW REPA GMBH) 18. Dezember 2003 (18.12.2003) gesamtes Dokument	1-13
X	US 2005035608 A1 (LARSEN ET AL.) 17. Februar 2005 (17.02.2005) gesamtes Dokument	1-13
X	EP 3260706 A1 (DAICEL CORP) 27. Dezember 2017 (27.12.2017) gesamtes Dokument	1-13
X	FR 2937691 A1 (SNPE MATERIAUX ENERGETIQUES) 30. April 2010 (30.04.2010) gesamtes Dokument	1-13
X	CZ 2011594 A3 (INDET SAFETY SYSTEMS AS) 29. Mai 2013 (29.05.2013) gesamtes Dokument	1-13
X	EP 1022536 A1 (LIVBAG SNC) 26. Juli 2000 (26.07.2000) gesamtes Dokument	1-13
X	WO 0212020 A2 (NXGEN TECHNOLOGIES LLC) 14. Februar 2002 (14.02.2002) gesamtes Dokument	1-13
X	EP 0616927 A1 (TRW INC) 28. September 1994 (28.09.1994) gesamtes Dokument	1-13

Datum der Beendigung der Recherche: 03.01.2023	Seite 1 von 1	Prüfer(in): WAGNER Sascha
---	---------------	------------------------------

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
---	---

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Pyrotechnischer Aktuator mit einem Aktuatorgehäuse (2), das über den Großteil seiner Länge einen zylindrischen Hohlraum umschließt, und mit einem Gasgenerator (4) mit Zünder, Treibladung und Treibladungsgehäuse (1), wobei das Treibladungsgehäuse (1) eine Sollbruchstelle (3) in Form einer Verringerung der Dicke aufweist, und wobei der Durchmesser in dem Bereich (1''), der auf der dem Zünder (6) abgewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt, geringer ist als der Durchmesser in dem Bereich (1'), der auf der dem Zünder (6) zugewandten Seite der Sollbruchstelle (3) liegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Aktuatorgehäuse (2) ein im zylindrischen Hohlraum verschiebbarer Kolben (5) vorgesehen ist, **dass** die Sollbruchstelle (3) des Treibladungsgehäuses (1) im zylindrischen Hohlraum des Aktuatorgehäuses (2) liegt, **dass** auf der dem Zünder (6) abgewandten Seite der Sollbruchstelle (3) das Treibladungsgehäuse (1) zur Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) einen Abstand hat **und dass** nach der Zündung der abgerissene Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) zur Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) abdichtet und den Kolben (5) antreibt.
2. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verringerung der Dicke radial ist und umlaufend um das Treibladungsgehäuse (1) ausgebildet ist.
3. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) bei Zündung an der Sollbruchstelle (3) abreißt und der Kolben (5) durch den abgerissenen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) angetrieben wird.
4. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt zwischen Innenwand des Aktuatorgehäuses (2) und dem zünderfernen Bereich (1'') des Treibladungsgehäuses (1) 0,1 - 2 mm beträgt.

5. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen dem zünderfernen Ende des Treibladungsgehäuses (1) und der Sollbruchstelle (3), also die Höhe des zünderfernen Bereichs (1''), 1 - 10 mm beträgt.
6. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Berstdruck, bei dem das Treibladungsgehäuse (1) entlang der Sollbruchstelle (3) aufreißt, 50 - 500 bar beträgt.
7. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung besteht.
8. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibladungsgehäuse (1) aus Stahl oder Kunststoff besteht.
9. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) dadurch realisiert ist, dass sich der Innendurchmesser des Treibladungsgehäuses (1) an einer anderen Stelle (3'') als der Außendurchmesser verringert, sodass die Wandstärke zwischen diesen beiden Stellen (3', 3'') reduziert ist.
10. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) durch eine Prägung im Treibladungsgehäuse (1) realisiert ist.
11. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollbruchstelle (3) durch einen Einstich im Treibladungsgehäuse (1) realisiert ist.
12. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zündernahe Ende des Kolbens (5) einen planen Boden besitzt.