

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50691/2021
(22) Anmeldetag: 27.08.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2023

(51) Int. Cl.: **F15B 15/14** (2006.01)
F15B 15/19 (2006.01)
B60R 21/38 (2011.01)
B21D 17/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2583870 A1
DE 102016219474 A1
WO 2013178983 A1
AT 522513 B1
DE 102018108411 A1
DE 582238 C
FR 1496155 A
DE 102009014474 A1
EP 0189244 A2

(73) Patentinhaber:
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, wie er z.B. zum Anstellen von Motorhauben dient, weist ein Gehäuse (11) auf, in dem eine Kolbenstange (12) verschiebbar geführt ist. In einem ersten Endbereich (11a) des Gehäuses (11) ist eine pyrotechnische Zündeinheit (17) vorgesehen. Der gegenüberliegende zweite Endbereich (11b) des Gehäuses (11) weist eine Öffnung für die Kolbenstange (12) auf. Die Kolbenstange (12) weist im zündernahen Endbereich (12a) eine Aufweitung auf, wobei erfindungsgemäß die Aufweitung als Falte (12c), die im Wesentlichen zwei parallele Flächen hat, in einer sonst im wesentlichen rohrförmigen Kolbenstange (12) ausgebildet ist. Es befindet sich auf der dem Zünder zugewandten Seite der Falte (12c) eine weitere Aufweitung (12e). Weiters befindet sich zwischen der Falte (12c) und der weiteren Aufweitung (12e) ein Dichtmittel. Durch diese Anordnung wird die Kolbenstange (12) schonend abgebremst, wenn die Falte (12c) an der Öffnung im zweiten Endbereich (11b) anschlägt, während sich die Falte (12c) wieder etwas aufbiegt. Solch eine Kolbenstange kann sehr einfach hergestellt werden, indem man in einem Vorformling die Falte (12c) durch Knickbauchen ausbildet.

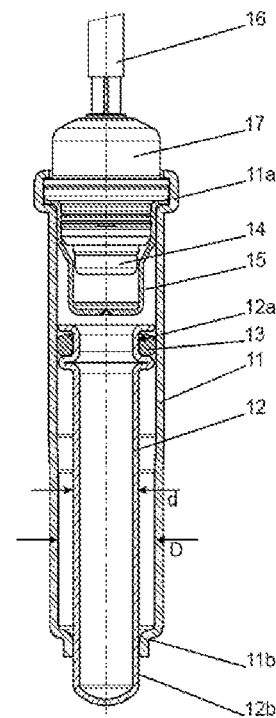


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Aktuator, insbesondere zum Anstellen von Motorhauben, mit einem im wesentlichen zylindrischen Gehäuse, in dem eine Kolbenstange verschiebbar geführt ist, wobei das Gehäuse einen ersten Endbereich und einen zweiten Endbereich aufweist, wobei im ersten Endbereich eine pyrotechnische Zündeinheit vorgesehen ist und im zweiten Endbereich eine Öffnung für die Kolbenstange vorgesehen ist; wobei weiters die Kolbenstange einen zündernahen Endbereich und einen zünderfernen Endbereich hat, wobei der zünderferne Endbereich durch die Öffnung im zweiten Endbereich des Gehäuses ragt; wobei der Innendurchmesser (D) des Gehäuses zwischen dessen beiden Endbereichen größer ist als der Außendurchmesser (d) der Kolbenstange zwischen deren Endbereichen; wobei die Kolbenstange im zündernahen Endbereich eine Aufweitung aufweist, deren Außendurchmesser etwa dem Innendurchmesser (D) des Gehäuses zwischen dessen beiden Endbereichen entspricht; und wobei die Kolbenstange rohrförmig ist, wobei zumindest eines ihrer Enden verschlossen ist.

[0002] Pyrotechnische Sicherheitssysteme gehören zu den weit verbreiteten Komponenten der passiven Fahrzeugsicherheit, d.h. jenen Bauteilen, die die Folgen eines Unfalls mindern. Neben Airbags und Gurtstraffern werden pyrotechnische Aktuatoren verwendet, um in kurzer Zeit hohe Kräfte zu mobilisieren und so mechanische Systeme anzutreiben. Pyrotechnische Aktuatoren kommen beispielsweise bei einem Unfall mit Radfahrern oder Fußgängern zwecks Anhebung der Motorhaube zum Einsatz, um zwischen Motorhaube und den harten Komponenten im Motorraum zusätzlichen Deformationsraum zu schaffen, wodurch die Schwere der Verletzungen beim Aufprall des Kopfes dieser leicht verletzlichen Verkehrsteilnehmer reduziert wird. Aktuatoren für diese Anwendungen sind schon lange bekannt, beispielsweise beschreibt die AT 407978 B von Hirtenberger einen derartigen Aktuator. Neben der Funktion muss solch ein Aktuator auch die Anforderungen hinsichtlich der Handhabungssicherheit erfüllen, die bestimmungsgemäße Auslösung ohne Gegenkraft und einen Bonfire-Test umfassen. Hierfür muss konstruktiv Vorsorge getroffen werden, wie in der EP 2699455 B1 von Autoliv im Unteranspruch 6 dargestellt. In der handelsüblichen Variante wird dies durch eine Auszackung des Kolbens erreicht, wodurch der Herstellungsaufwand steigt. Gleichzeitig ist die zusätzliche Integration eines Dichtmittels am Außendurchmesser des Kolbens ebenfalls nur mit erhöhtem Aufwand möglich.

[0003] EP 2583870 A1 zeigt eine Kolben-Zylinder-Einheit mit einem Zylinder und einem in einer Axialrichtung aus einer Ausgangsstellung in eine Endstellung verschiebbar in dem Zylinder gelagerten Kolben. Der Kolben weist eine zündernahe Aufweitung auf, an dessen Beginn sich ein Dichtungsträger befindet. Diese Aufweitung ist aber aufgrund eines langen Anstiegs einer Falte nachteilhaft, da bei unbelasteter Auslösung die Gefahr besteht, dass die Kolbenstange samt Falte ohne die Notwendigkeit von viel Kraft bzw. verrichteter Arbeit aus dem Gehäuse geschleudert wird. Dazu trägt nicht nur der lange Anstieg bei, sondern auch die Anordnung am Ende der Kolbenstange. Wäre die Falte nicht am Rand angeordnet, gäbe es eine weitere Stelle (Knick), die Widerstand gegen das Umbiegen leisten würde.

[0004] DE 102016219474 A1 beschreibt einen Aktuator, insbesondere zum Anheben einer Fahrzeughäube eines Kraftfahrzeugs. Dieser Aktuator weist einen Gasgenerator und einen Kolben auf, wobei der Kolben in einer Aufnahme beweglich gelagert ist. Der Kolben weist am dem Gasgenerator zugewandten Ende eine S-förmige Aufweitung auf, an der ein Dichtelement angeordnet ist. Auch diese Ausführung ist für die unbelastete Auslösung nicht geeignet, da die S-förmige Aufweitung nicht in der Lage ist, den Kolben sicher abzubremesen. Außerdem ist der Aufwand bei der Herstellung hoch, da zuerst der gesamte Bereich aufgeweitet und dann eine Nut angebracht wird.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Aktuator der eingangs genannten Art zu schaffen, der einfach und kostengünstig herstellbar ist und gleichzeitig für eine sichere unbelastete Auslösung sorgt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Aktuator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Aufweitung die Form einer Falte, die im Wesentlichen zwei parallele

Flächen hat, aufweist und dass sich auf der dem Zünder zugewandten Seite der Falte eine weitere Aufweitung befindet und dass zwischen der Falte und der weiteren Aufweitung ein Dichtmittel, beispielsweise ein O-Ring, angeordnet ist. Überraschenderweise besitzt ein derartiger Kolben sehr gute Eigenschaften bei unbelasteter Auslösung und Außenbrandtests. Die Falte bildet eine Hubbegrenzung für das Ausfahren des Kolbens, wobei sie aber ausreichend nachgiebig ist, dass die Kolbenstange sanft abgebremst wird, ohne dass das Gehäuse beschädigt wird, sodass keine Gefahr besteht, dass die Kolbenstange aus dem Gehäuse geschleudert wird. Der positive Effekt dürfte in der hohen Festigkeit der Falte bei gleichzeitiger Ausziehbarkeit liegen. Die weitere Aufweitung vermeidet zusätzlichen Aufwand zum Fixieren des Dichtmittels (beispielsweise mittels Nieten). Mit anderen Worten schließt sich hinter der Falte in Richtung des Zünders gesehen ein weiterer, vorzugsweise zylindrischer Bereich an, in welchem ein Dichtmittel, beispielsweise ein O-Ring, platziert werden kann. Die Falte dient als Anschlag für das Dichtmittel bei Druckbelastung durch den Gasgenerator. Damit der Kolben im Gehäuse ohne weitere Maßnahmen verschieblich ist, ist die weitere Aufweitung des zünderseitigen Endes des Kolbens vorgesehen. Diese kann durch normales Rohrumformen hergestellt werden und fixiert das Dichtmittel (den O-Ring) in axialer Richtung.

[0007] Der Effekt ist besonders ausgeprägt, wenn die Wandstärke des Gehäuses des Aktuators größer als die Wandstärke der Kolbenstange ist, eine Wandstärke des Gehäuses von 1 mm in Kombination mit einer Wandstärke der Kolbenstange im Bereich von 0,8 mm ist eine sehr günstige Kombination. Es ist dabei immer die Wandstärke zwischen den Endbereichen gemeint, d.h. dort, wo das Gehäuse bzw. die Kolbenstange zylindrisch ist. Durch Umformungen in den Endbereichen kann die Wandstärke dort abweichen.

[0008] Besonders bewährt hat sich eine Aufweitung von ca. 40%, d.h. bei einem zylindrischen äußeren Kolbenstangendurchmesser von 10 mm ist die Aufweitung bis zu einem Außendurchmesser von 14 mm im aufgeweiteten Bereich vorteilhaft.

[0009] Die Falte kann sich direkt am zündernahen Ende der Kolbenstange befinden, allerdings erfordert dann das Anbringen eines Dichtmittels zusätzlichen Aufwand. Deshalb ist in einer bevorzugten Ausführung vorgesehen, dass die Falte zumindest 10% des Außendurchmessers (d) der Kolbenstange zwischen deren Endbereichen vom zündernahen Ende entfernt ist. Auf diese Weise steht Platz für das Dichtmittel zur Verfügung.

[0010] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Aktuators liegt in der einfachen Herstellbarkeit der Kolbenstange. Diese Herstellung kann nämlich dadurch erfolgen, dass man zunächst einen Vorformling herstellt, wonach man die Falte durch Knickbauchen und die Aufweitung durch Rohrumformung herstellt. Die Falte (die Aufwulstung) kann also durch aufweitendes Knickbauchen erzeugt werden, was eine sehr einfache Materialumformung ist.

[0011] Als Ausgangsmaterial dient ein Rohr, oder besonders bevorzugt ein rohrförmiger Tiefziehteil mit Boden. Ist der Vorformling ein beidseitig offenes Rohr, muss ein offenes Ende davon (vorzugsweise das der Falte abgewandte Ende) verschlossen werden.

[0012] Wenn die Auftrefffläche der Kolbenstange größer als der Durchmesser der Kolbenstange zwischen deren Endbereichen sein soll, ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das gasdichte Verschließen an dem zünderfernen Ende durch Verbinden mit einem Metallelement erfolgt, nachdem die Kolbenstange in das Gehäuse eingesetzt wurde. Die Fixierung kann durch alle bekannten mechanischen Verbindungen (Rollieren, Verkrimpen, Anwürgen oder Schweißen...) erfolgen, aber auch durch Verschweißen. Zur Verschweißung sind insbesondere Laser- und Kondensatorentladungsverfahren geeignet.

[0013] Ist der Durchmesser der Kolbenstange an ihrem zünderfernen Ende in verbautem Zustand gleich oder kleiner als der zylindrische Bereich des Kolbens, erfolgt der Verschluss des Vorformlings bevorzugt, bevor er in das Gehäuse eingesetzt wird. Dies kann wie oben beschrieben mittels eines Kolbenverschlusses erfolgen, es kann aber auch ohne Zusatzelement durch eine Querschnittsverringerng durch Einziehen, Taumeln, Rollieren oder ähnliches erfolgen. Um in diesem Fall die Dichtheit zu erhöhen, kann das umgeformte Ende zusätzlich verschweißt werden, bei-

spielsweise mittels Laserschweißverfahren.

[0014] An Hand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt: Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Aktuator im Schnitt; und Fig. 2 die Kolbenstange des Aktuators von Fig. 1 in vergrößertem Maßstab.

[0015] Der pyrotechnische Aktuator weist ein Gehäuse 11 auf, welches einen ersten Endbereich 11a und einen zweiten Endbereich 11b hat. Im Endbereich 11a ist eine Zündeinheit 17 mit Zünder 14 und Anschlusskabel 16 vorgesehen. Der Zünder 14 kann eine Treibladung zünden, die sich in einem Treibladungsgehäuse 15 befindet. Im zweiten Endbereich 11b befindet sich eine Öffnung für eine Kolbenstange 12. Zwischen den Endbereichen 11a, 11b ist das Gehäuse 11 im Wesentlichen zylindrisch. Es hat dort einen Innendurchmesser D.

[0016] Die Kolbenstange 12 hat einen zündernahen Endbereich 12a und einen zünderfernen Endbereich 12b. Der zünderferne Endbereich 12b ragt durch die Öffnung im Endbereich 11b des Gehäuses 11. Zwischen dem zündernahen und dem zünderfernen Endbereich 12a bzw. 12b ist die Kolbenstange rohrförmig mit einem Außendurchmesser d.

[0017] Die genaue Form der Kolbenstange 12 ist aus Fig. 2 ersichtlich. Das zünderferne Ende 12b ist verschlossen, in diesem Fall dadurch, dass die Kolbenstange 12 durch Tiefziehen hergestellt wurde, sodass der Boden einstückig mit der Rohrwand ist. Das zündernahe Ende 12a (siehe Fig. 1) weist eine Falte 12c (siehe Fig. 2) auf, die durch Knickbauchen hergestellt wurde. Diese Falte 12c befindet sich in einem Abstand zum zündernahen Ende der Kolbenstange 12, sodass sich zünderseitig von der Falte 12c ein zylindrischer Bereich 12d ergibt. Am zünderseitigen Ende weist die Kolbenstange 12 eine weitere Aufweitung 12e auf, die durch einfache Rohrumformung hergestellt wurde.

[0018] Der zylindrische Bereich 12d dient zur Aufnahme eines O-Rings 13 (siehe Fig. 1).

[0019] Das Verhältnis $D:d$ beträgt etwa 1,4:1. Im Bereich der Falte 12c und der Aufweitung 12e ist der Durchmesser der Kolbenstange 12 D oder geringfügig kleiner. Der Durchmesser der Öffnung im zweiten Endbereich 11b des Gehäuses 11 beträgt d oder geringfügig mehr.

[0020] Der Aktuator funktioniert wie folgt:

[0021] Wenn über das Anschlusskabel 16 ein Zündimpuls kommt, zündet zunächst der Zünder 14 und danach die Treibladung im Treibladungsgehäuse 15. Dadurch entsteht schlagartig ein hoher Druck, der dazu führt, dass die Kolbenstange 12 ausfährt, und wenn es keinen äußeren Widerstand gibt, geschieht dies ungebremst, bis die Falte 12c (siehe Fig. 2) an der Öffnung im zweiten Endbereich 11b (siehe Fig. 1) des Gehäuses 11 anschlägt. Durch die Wucht des Aufpralls biegt sich die Falte 12c (siehe Fig. 2) etwas auf, wodurch die kinetische Energie der Kolbenstange 12 in Verformungsarbeit umgewandelt wird. Bei richtiger Wahl der Abmessungen (z.B. Wandstärke der Kolbenstange 0,8 mm, Verhältnis $D:d=1,4$) ist die kinetische Energie aufgebraucht, bevor die Falte 12c vollkommen flachgebogen ist oder der zünderferne Endbereich 11b des Gehäuses 11 versagt, sodass die Kolbenstange 12 im Gehäuse 11 stecken bleibt. Dabei ist auch eine ausreichende Wandstärke des Gehäuses 11 wichtig (z.B. 1 mm), damit sich die Öffnung im Endbereich 11b nicht aufweitet.

Patentansprüche

1. Pyrotechnischer Aktuator, insbesondere zum Anstellen von Motorhauben, mit einem im wesentlichen zylindrischen Gehäuse (11), in dem eine Kolbenstange (12) verschiebbar geführt ist, wobei das Gehäuse (11) einen ersten Endbereich (11a) und einen zweiten Endbereich (11b) aufweist, wobei im ersten Endbereich (11a) eine pyrotechnische Zündeinheit (17) vorgesehen ist und im zweiten Endbereich (11b) eine Öffnung für die Kolbenstange (12) vorgesehen ist; wobei weiters die Kolbenstange (12) einen zündernahen Endbereich (12a) und einen zünderfernen Endbereich (12b) hat, wobei der zünderferne Endbereich (12b) durch die Öffnung im zweiten Endbereich (11b) des Gehäuses (11) ragt; wobei der Innendurchmesser (D) des Gehäuses zwischen dessen beiden Endbereichen (11a, 11b) größer ist als der Außendurchmesser (d) der Kolbenstange (12) zwischen deren Endbereichen (12a, 12b); wobei die Kolbenstange (12) im zündernahen Endbereich (12a) eine Aufweitung aufweist, deren Außendurchmesser etwa dem Innendurchmesser (D) des Gehäuses (11) zwischen dessen beiden Endbereichen (11a, 11b) entspricht; und wobei die Kolbenstange (12) rohrförmig ist, wobei zumindest eines ihrer Enden verschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufweitung die Form einer Falte (12c), die im Wesentlichen zwei parallele Flächen hat, aufweist, dass sich auf der dem Zünder zugewandten Seite der Falte (12c) eine weitere Aufweitung (12e) befindet und dass zwischen der Falte (12c) und der weiteren Aufweitung (12e) ein Dichtmittel, beispielsweise ein O-Ring (13), angeordnet ist.
2. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandstärke der Kolbenstange (12) zwischen deren Endbereichen (12a, 12b) maximal so groß wie die Wandstärke des Gehäuses (11) zwischen dessen Endbereichen (11a, 11b) ist.
3. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandstärke der Kolbenstange (12) zwischen deren Endbereichen (12a, 12b) etwa 80% der Wandstärke des Gehäuses (11) zwischen dessen Endbereichen (11a, 11b) beträgt.
4. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außendurchmesser der Falte (12c) um zumindest 20%, vorzugsweise um etwa 40%, größer ist als der Außendurchmesser (d) der Kolbenstange (12) zwischen deren Endbereichen (12a, 12b).
5. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Falte (12c) zumindest 10% des Außendurchmessers (d) der Kolbenstange (12) zwischen deren Endbereichen (12a, 12b) vom zündernahen Ende entfernt ist.
6. Verfahren zur Herstellung der Kolbenstange (12) für den pyrotechnischen Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass man zunächst einen Vorformling herstellt, wonach man die Falte (12c) durch Knickbauchen und die Aufweitung (12e) durch Rohrumformung herstellt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass man den Vorformling durch Tiefziehen als rohrförmiges Element mit Boden herstellt.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass man einen rohrförmigen Vorformling herstellt und den Vorformling vor oder nach dem Knickbauchen an einem Ende gasdicht verschließt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gasdichte Verschließen an dem zünderfernen Ende durch Verbinden mit einem Metallelement erfolgt, nachdem die Kolbenstange (12) in das Gehäuse (11) eingesetzt wurde.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung mit dem Metallelement durch Verschweißen erfolgt.
11. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallelement mit der Kolbenstange (12) mechanisch verbunden wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gasdichte Verschließen ohne Zusatzelement, beispielsweise durch Einziehen, Stauchen oder Taumeln, erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ende zusätzlich verschweißt wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

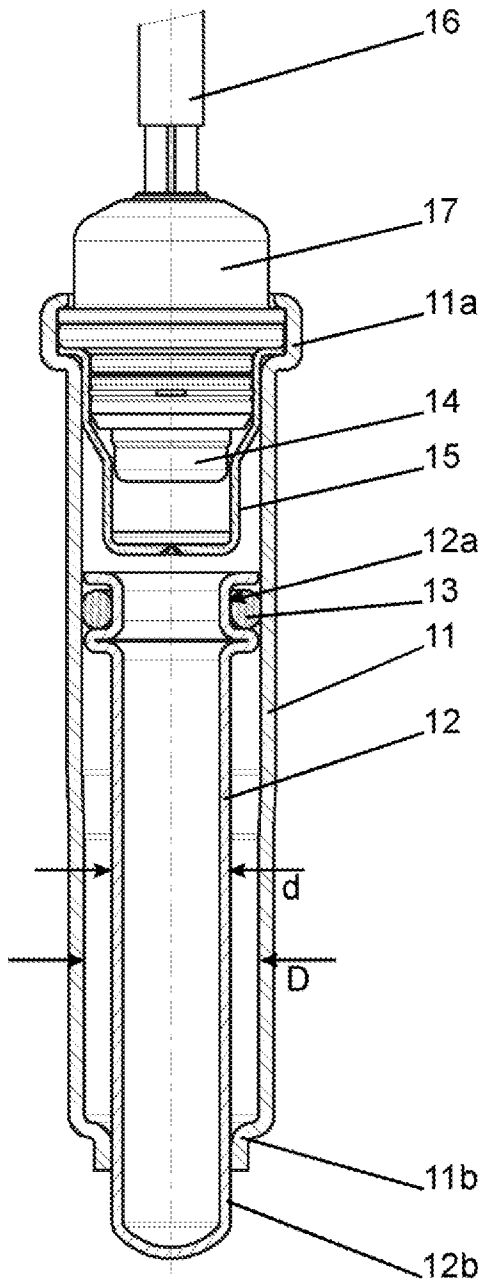


Fig. 1

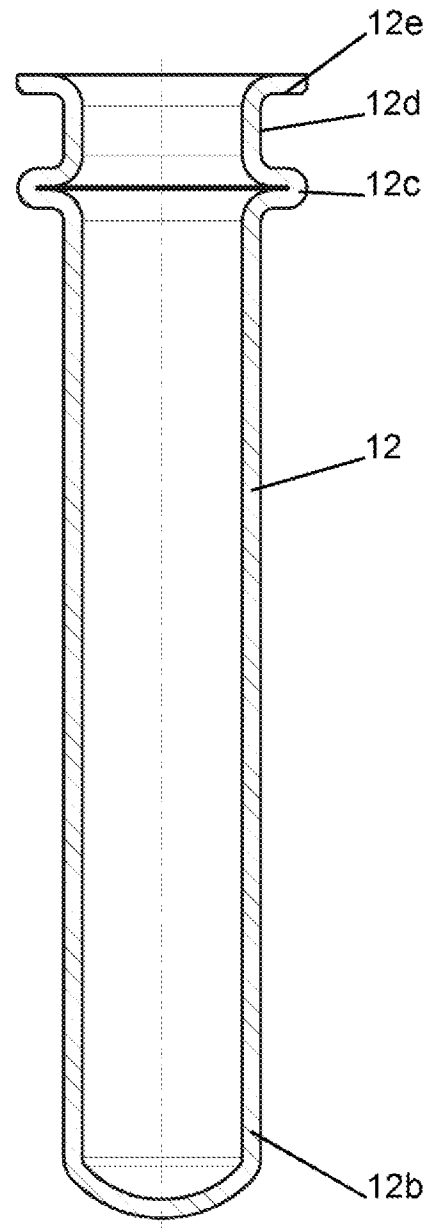


Fig. 2