

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50500/2023
(22) Anmeldetag: 23.06.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2024

(51) Int. Cl.: **F15B 15/19** (2006.01)
B60R 21/38 (2011.01)
B21J 5/08 (2006.01)
B21K 1/46 (2006.01)
B21K 1/18 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2009154596 A
US 3896621 A
AT 7000 U1
JP S6090635 A
CN 108213879 A
SU 588052 A1
EP 3667007 A1
DE 102022126359 A1

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

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

(54) **Pyrotechnischer Aktuator sowie Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Der pyrotechnische Aktuator (1) weist einen Kolben mit Kolbentulpe und Kolbenstange (2) auf, wobei sich der Kolben in einem Gehäuse (3) befindet und die Kolbenstange (2) durch Auslösung eines Zünders ausschiebbar ist. Erfindungsgemäß besitzt die Kolbenstange (2) zur Durchmesservergrößerung am zünderfernen Ende (8) eine Aufweitung (9), die durch Umformung des zünderfernen Endes (8) der Kolbenstange (2) erzeugt ist. Auf diese Weise wird kein zusätzliches Bauelement benötigt.

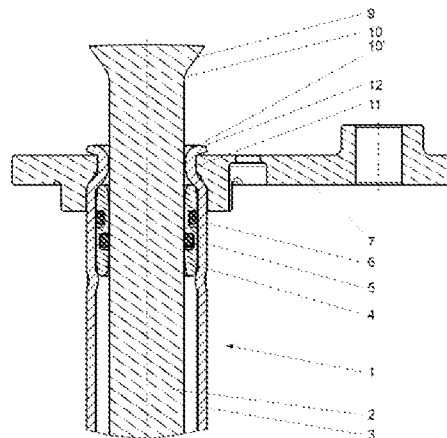


Fig. 2

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

Der pyrotechnische Aktuator (1) weist einen Kolben mit Kolbentulpe und Kolbenstange (2) auf, wobei sich der Kolben in einem Gehäuse (3) befindet und die Kolbenstange (2) durch Auslösung eines Zünders ausschiebbar ist. Erfindungsgemäß besitzt die Kolbenstange (2) zur Durchmesserergrößerung am zünderfernen Ende (8) eine Aufweitung (9), die durch Umformung des zünderfernen Endes (8) der Kolbenstange (2) erzeugt ist. Auf diese Weise wird kein zusätzliches Bauelement benötigt.

(Fig. 2)

Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Aktuator, der einen Kolben mit Kolbentulpe und Kolbenstange aufweist, wobei sich der Kolben in einem Gehäuse befindet und die Kolbenstange durch Auslösung eines Zünders ausschiebbar ist. Sie betrifft weiters ein Verfahren zur Herstellung solch eines pyrotechnischen Aktuators.

Zur Herstellung von pyrotechnischen Aktuatoren stehen vielfältige Lösungen zur Verfügung. In der EP 2699455 B1 von Autoliv ist ein Aktuator dargestellt, der sehr kostengünstig hergestellt werden kann, jedoch ist die Auftrefffläche des Kolbens auf den Durchmesser der Kolbenstange begrenzt. In der AT 522245 B1 von Hirtenberger wird dieser Nachteil mit Hilfe eines zusätzlichen Bauteils behoben, welches in das offene Ende der rohrförmigen Kolbenstange eingesetzt ist, wodurch der Durchmesser des freien Endes der Kolbenstange vergrößert wird. Dies ist notwendig, wenn die Rohbautoleranzen keine exakte Positionierung zwischen Kolbenspitze und Auftreffpunkt der Kolbenstange auf Scharnier oder Haube gewährleisten, oder wenn während der Auslösung größere Relativbewegungen zwischen Kolbenspitze und Scharnier stattfinden. Von diesem Prinzip gibt es eine Vielzahl von Abwandlungen, die jedoch alle insofern nachteilig sind, dass ein zusätzliches Bauteil den Herstellungsaufwand erhöht.

Ein Beispiel für solch eine Abwandlung ist in AT 525443 A4 beschrieben. An der Kolbenstange eines pyrotechnischen Aktuators mit einem Gehäuse und einem im Gehäuse mittels eines Zünders verschiebbaren Kolben mit Kolbenstange aus Vollmaterial ist zur Durchmesserervergrößerung eine Scheibe befestigt. Zur Herstellung verwendet man eine Kolbenstange, deren zünderfernes Ende einen Vorsprung aufweist, dessen Durchmesser gegenüber der Kolbenstange stark reduziert ist. Der Vorsprung kann rohrförmig sein. Man legt die Scheibe mit ihrem zentralen Loch auf diesen Vorsprung und biegt diesen nach außen um, sodass die Scheibe formschlüssig fixiert ist. Der Vorsprung kann aber auch vollzylindrisch sein, in diesem Fall kann die Scheibe durch Vertaumeln oder Vernieten des Vorsprungs formschlüssig fixiert werden. Da der Vorsprung einen stark reduzierten Durchmesser

aufweist, ist auch der Durchmesser des deformierten Vorsprungs deutlich geringer als der Durchmesser der Kolbenstange.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den Nachteil, den ein zusätzlicher Bauteil mit sich bringt, durch eine kostengünstige und einfach zu realisierende Maßnahme zu beheben.

Diese Aufgabe wird durch einen pyrotechnischen Aktuator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Kolbenstange am zünderfernen Ende eine Aufweitung besitzt, die durch Umformung des zünderfernen Endes der Kolbenstange erzeugt ist.

Im Gegensatz zur oben erwähnten AT 525443 A4 wird also nicht ein durchmesserreduzierter Vorsprung verformt, sondern das Ende der Kolbenstange selbst, sodass sich durch das deformierte Ende selbst (ohne zusätzliches Bauteil) eine Durchmesserergrößerung ergibt, d.h. die durch Umformung entstandene Aufweitung weist einen größeren Durchmesser auf als die Kolbenstange. Somit wurde das zusätzliche Bauteil (die Scheibe) eingespart.

Entsprechend der Form des Pressstempels kann mit einem Umformschritt eine plane oder gewölbte Auftrefffläche erzeugt werden. Eine gewölbte Auftrefffläche ist insofern günstig, als man den Aktuator nicht auf die Kolbenstange stellen kann. Diese Lage ist insofern bedenklich, als dann im Falle einer Fehlzündung der Aktuator zum Wurfgeschoss wird.

Es ist zweckmäßig, wenn der Durchmesser der Aufweitung maximal 150% des Durchmessers der Kolbenstange beträgt. Bei höherem Umformgrad werden Fließ- und Versetzungslinien auf der Oberfläche des umgeformten Bereichs sichtbar, wodurch ohne zusätzliche Maßnahmen Korrosionsgefahr besteht.

Weiters ist von Vorteil, dass bei dem erfindungsgemäßen Aktuator die Kolbenstange an ihrem zünderfernen Ende ein massiver Teil sein kann, so wie dies aus der oben erwähnten AT 525443 A4 bekannt (aber z.B.

gemäß AT 522245 B1 nicht möglich) ist, sodass größere Kräfte als bei rohrförmiger Ausführung übertragen werden können.

Bevorzugte Materialien für die Kolbenstange sind Aluminium oder Aluminiumlegierungen sowie Stahl. Diese Materialien weisen große Fließfähigkeit auf.

Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Aktuators ist vorgesehen, dass der Kolben in das Gehäuse eingeführt und so weit vorgeschoben wird, bis die Kolbenstange aus dem Gehäuse auf der zünderfernen Seite herausragt, dann in axialer Richtung vor der Umformung des zünderfernen Endes fixiert wird und schließlich die Umformung durchgeführt wird, während sich das zündernahe Ende des Kolbens im Gehäuse befindet, wonach der Zünder gegebenenfalls samt Treibladung eingesetzt und im Gehäuse fixiert wird. Dabei kann die Umformung durch Pressen, Radialnieten oder Vertaumeln des zünderfernen Endes der Kolbenstange erzeugt werden, wobei es zweckmäßig ist, wenn die Umformkräfte durch eine taumelnde, kreisförmige Bewegung des Pressstempels reduziert werden.

Zur Herstellung einer größeren Auftrefffläche wird also der Kolben zunächst so weit verschoben, dass er aus dem Gehäuse ragt. Danach wird der Kolben am zündernahen Ende gegengehalten, und das zünderferne Ende der Kolbenstange durch Pressen oder Taumeln aufgepilzt. Die Gegenkraft zur Umformung des zünderfernen Endes der Kolbenstange wird innerhalb des Mantels des Gehäuses auf den Kolben aufgebracht. Überraschender Weise bildet sich bei diesem Vorgang ein Radius zwischen dem zylindrischen Bereich der Kolbenstange und dem aufgestauchten Bereich aus, der im Radius am Ende des Gehäuses gut Platz findet.

Vorteilhaft ist dabei, dass die Umformung des zünderfernen Endes der Kolbenstange in kaltem Zustand und in einem einzigen Verfahrensschritt erfolgen kann.

Zur Erleichterung der Umformung kann man vorsehen, dass der Kolben am zünderfernen Ende vor dem Aufweiten eine geringere Härte aufweist als am zündernahen Ende.

Insbesondere bei sehr starker Deformation kommt es wie erwähnt zu Fließ- und Versetzungslinien auf der Oberfläche des umgeformten Bereichs. Um hier Korrosion zu verhindern ist es zweckmäßig, wenn das zünderferne Ende der Kolbenstange nach der Umformung lackiert oder beschichtet wird.

Zur Herstellung eines Aktuators mit einer gewölbten Stirnfläche der Aufweitung wird bei der Umformung eine Stirnfläche mit einer Erhebung im Bereich der Mittelachse des Kolbens ausgebildet.

In einer besonderen Ausführungsform besitzt die Kolbenstange bereits vor der Umformung eine Bohrung, in diese kann der Taumelstempel eintauchen und die Wandung der Bohrung besonders einfach nach außen verdrängen.

Besonders günstig ist es, wenn vor der Umformung die Bohrung ein Sackloch mit einer Abstufung im Boden ist. Wie anhand der Figurenbeschreibung noch deutlich wird, kann die rohrförmig vorstehende Wand rund um das Sackloch im unteren Bereich nach außen und dann wieder nach innen deformiert werden, sodass sich eine gewölbte Fläche ähnlich einer gelochten Scheibe ergibt, die in der Mitte durch die mittige Stufe ausgefüllt ist, sodass sich insgesamt eine gewölbte Stirnfläche ergibt, die mit relativ geringen Verformungskräften hergestellt werden kann. Dabei kann die mittige Stufe auch noch geringfügig vorstehen, sodass es noch schwieriger wird, den Aktuator mit der Kolbenstange nach unten mit der Stirnfläche der Kolbenstange auf einer festen Fläche aufzustellen.

An Hand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt: Fig. 1 einen Schnitt durch das obere Ende eines Aktuators bekannter Bauart mit einer Kolbenstange mit zylindrischem Ende; Fig. 2 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen

Aktuator mit umgeformter Kolbenstange, der aus dem Aktuator nach Anspruch 1 hergestellt wurde; Fig. 3 einen Schnitt durch einen Aktuator vor der Fertigstellung mit einer Bohrung im zünderfernen Ende der Kolbenstange; Fig. 4 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Aktuator, der durch Umformung des Aktuators von Fig. 3 hergestellt wurde; Fig. 5 einen Schnitt durch einen Aktuator vor der Fertigstellung mit einem Sackloch mit gestuftem Boden im zünderfernen Ende der Kolbenstange; Fig. 6 einen Schnitt durch den Aktuator von Fig. 5 während des Umformvorgangs; und Fig. 7 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Aktuator, der durch Umformung des Aktuators von Fig. 5 hergestellt wurde.

Alle Figuren zeigen nur den oberen Teil des Aktuators, denn im Prinzip ist der erfindungsgemäße Aktuator gleich aufgebaut wie der Aktuator nach der bereits mehrfach erwähnten AT 525443 A4, unterschiedlich ist nur die Verbreiterung am oberen Ende.

Der Aktuator 1 besteht aus einem rohrförmigen Gehäuse 3, in dem eine Kolbenstange 2 verschiebbar ist. Diese Kolbenstange 2 ist Teil eines Kolbens, der unten (nicht dargestellt) zu einer Kolbentulpe erweitert ist, deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Gehäuses 3 entspricht. An ihrem der Kolbentulpe gegenüberliegenden Ende ist die Kolbenstange 2 in einem Dichtelement 4 geführt. Das Dichtelement 4 besitzt zwei O-Ringe 5, 6 zur Abdichtung zwischen dem Gehäuse 3 und der Kolbenstange 2. Hinter der Kolbentulpe befindet sich ein Zünder mit Anschlussdrähten, die in einem Kabel weitergeführt werden. Dem Zünder benachbart befindet sich eine Treibladung. Wird der Zünder gezündet, indem über das Kabel bzw. die Anschlussdrähte ein entsprechender Spannungsimpuls angelegt wird, explodiert auch die Treibladung und erzeugt dadurch einen hohen Druck, sodass der Kolben samt Kolbenstange 2 ausfährt (nach oben, wie in den Figuren dargestellt). Da die Kolbenstange 2 einen relativ geringen Durchmesser hat (er muss wegen des Dichtelements 4 deutlich geringer sein als der Innendurchmesser des Gehäuses 3), besteht die Gefahr, dass das zu betätigende Element nicht getroffen wird. Aus diesem Grund ist ein umgeformter Bereich, d.h. eine Aufweitung 9 (siehe Fig. 2) vorgesehen,

der einen größeren Durchmesser hat als die Kolbenstange 2. Diese Aufweitung 9 ist z.B. durch Vertaumeln aus dem zünderfernen Ende 8 (siehe Fig. 1) gebildet worden, sodass bei der Herstellung kein Aufwand für ein zusätzliches Element notwendig war.

Das Gehäuse 3 weist am oberen Ende, d.h. dem Ende, das dem Zünder abgewandt ist, eine Verjüngung 11 auf, mit der es in eine Öffnung eines Halters 7 gesteckt ist. Zur Fixierung im Halter 7 ist das Gehäuse 3 oberhalb des Halters 7 nach außen umgebogen, sodass sich ein umgebogener Bereich 12 ergibt, der mit einem Übergangsradius 10' in die Verjüngung 11 übergeht. Bei der Herstellung der Aufweitung 9 (siehe Fig. 2) entsteht ebenfalls ein Übergangsradius 10, sodass sich die Kolbenstange 2 relativ weit in das Gehäuse 3 zurückschieben lässt und nur wenig hervorsteht.

Hergestellt wird der Aktuator 1 wie folgt: zunächst wird das Gehäuse 3 mit seiner Verjüngung 11 in die Öffnung des Halters 7 gesteckt. Dann wird das Gehäuse 3 deformiert, um den umgebogenen Bereich 12 zu bilden. Das Gehäuse 3 ist nun mit dem Halter 7 fest (formschlüssig) verbunden. Dann wird das Dichtelement 4 mit den O-Ringen 5, 6 in das Gehäuse 3 (von unten, wie in Fig. 1 gesehen) eingeschoben, danach wird der Kolben mit der Kolbenstange 2 voraus in das Gehäuse 3 eingeführt (wieder von unten, wie in Fig. 1 gesehen). Wenn die Kolbenstange 2 die in Fig. 1 und 2 dargestellte Position erreicht hat, also aus dem Gehäuse 3 etwas vorsteht, wird der Kolben am zündernahen Ende gegengehalten, und das zünderferne Ende 8 der Kolbenstange durch Pressen oder Taumeln aufgepilzt. Die Gegenkraft zur Umformung des zünderfernen Endes des Kolbens wird innerhalb des Mantels des Gehäuses 3 auf den Kolben aufgebracht. Schließlich werden in üblicher Weise die Treibladung und der Zünder montiert.

Falls gewünscht, kann auch im Bereich der Kolbentulpe eine Dichtung zur Abdichtung gegen das Gehäuse 3 vorgesehen sein.

Die Fig. 3 und 4 unterscheiden sich von den Fig. 1 und 2 lediglich dadurch, dass am zünderfernen Ende 8 der Kolbenstange 2 eine Bohrung 13 vorgesehen ist, wodurch die Aufweitung leichter durchführbar ist.

Gemäß den Fig. 5 bis 7 ist in der Mitte der Bohrung 13 eine Abstufung 14, eine Erhöhung, vorgesehen, und der Bereich um die Bohrung 13 ist relativ dünnwandig. Damit kann dieser dünnwandige Bereich mit einem Pressstempel 15 wie in Fig. 6 dargestellt verformt werden.

Diese Erhöhung in der Mittelachse ist für einen Test in der Produktzulassung vorteilhaft, weil der Aktuator nicht auf die Kolbenstange gestellt werden kann, er würde umfallen. Das gilt insbesondere dann, wenn diese Erhöhung geringfügig vorsteht. Außerdem wird einerseits durch die Doppellage des verformten dünnwandigen Bereichs und andererseits durch diese Erhöhung in der Mitte eine sehr hohe Stabilität erreicht, obwohl die für die Verformung notwendigen Kräfte relativ gering sind.

Durch die Faltung der Doppellage kommt es aber zu sehr starken Deformierungen, sodass es in diesem Fall zweckmäßig sein kann, diesen Bereich zu lackieren oder anderweitig zu beschichten, um einer möglichen Korrosion keinen Angriffspunkt zu bieten.

Für den Außendurchmesser hat sich bei Verwendung eines Kolbens aus AL 6082 T6 mit zylindrischem Durchmesser von 10 mm eine Aufweitung auf einen Durchmesser von 14 mm als zweckmäßig erwiesen, der Zuwachs im Durchmesser kann also ca. 50% betragen. Neben dem gezeigten Beispiel mit einem Kolben aus Aluminium ist die Herstellung nach diesem Prinzip auch in Stahl durchführbar, besonders geeignet sind Edelstähle mit großer Dehnung, etwa vom Typ 1.4301.

Liste der Bezugszeichen:

- 1 Aktuator
- 2 Kolbenstange
- 3 Gehäuse
- 4 Dichtelement
- 5 O-Ring
- 6 O-Ring
- 7 Halter
- 8 zünderfernes Ende von 2
- 9 Aufweitung
- 10 Übergangsradius von 9
- 10' Übergangsradius von 12
- 11 Verjüngung
- 12 umgebogener Bereich
- 13 Bohrung
- 14 Abstufung
- 15 Pressstempel

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Pyrotechnischer Aktuator (1), der einen Kolben mit Kolbentulpe und Kolbenstange (2) aufweist, wobei sich der Kolben in einem Gehäuse (3) befindet und die Kolbenstange (2) durch Auslösung eines Zünders ausschiebbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (2) am zünderfernen Ende (8) eine Aufweitung (9) besitzt, die durch Umformung des zünderfernen Endes (8) der Kolbenstange (2) erzeugt ist.
2. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche der Aufweitung (9) plan ist.
3. Pyrotechnischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche der Aufweitung (9) gewölbt ist.
4. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Aufweitung (9) maximal 150% des Durchmessers der Kolbenstange (2) beträgt.
5. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (2) an ihrem zünderfernen Ende (8) ein massiver Teil ist.
6. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (2) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
7. Pyrotechnischer Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (2) aus Stahl besteht.
8. Verfahren zur Herstellung eines pyrotechnischen Aktuators nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben in das Gehäuse (3) eingeführt und so weit vorgeschoben wird, bis die Kolbenstange (2) aus dem Gehäuse (3) auf der zünderfernen Seite herausragt, dann in axialer Richtung vor der Umformung des

zünderfernen Endes (8) fixiert wird und schließlich die Umformung durchgeführt wird, während sich das zündernahe Ende des Kolbens im Gehäuse (3) befindet, wonach der Zünder gegebenenfalls samt Treibladung eingesetzt und im Gehäuse fixiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformung durch Pressen, Radialnieten oder Vertaumeln des zünderfernen Endes (8) der Kolbenstange (2) erzeugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformkräfte durch eine taumelnde, kreisförmige Bewegung des Pressstempels (15) reduziert werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformung des zünderfernen Endes (8) der Kolbenstange (2) in kaltem Zustand erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformung in einem Schritt erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben am zünderfernen Ende (8) vor dem Aufweiten eine geringere Härte aufweist als am zündernahen Ende.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zünderferne Ende (8) der Kolbenstange (2) nach der Umformung lackiert oder beschichtet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14 zur Herstellung eines pyrotechnischen Aktuators nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Umformung eine Stirnfläche mit einer Erhebung im Bereich der Mittelachse des Kolbens ausgebildet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Stirnfläche des zünderfernen Endes (8)

der Kolbenstange (2) vor der Umformung eine Bohrung (13) vorhanden ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Umformung die Bohrung (13) ein Sackloch mit einer Abstufung (14) im Boden ist.

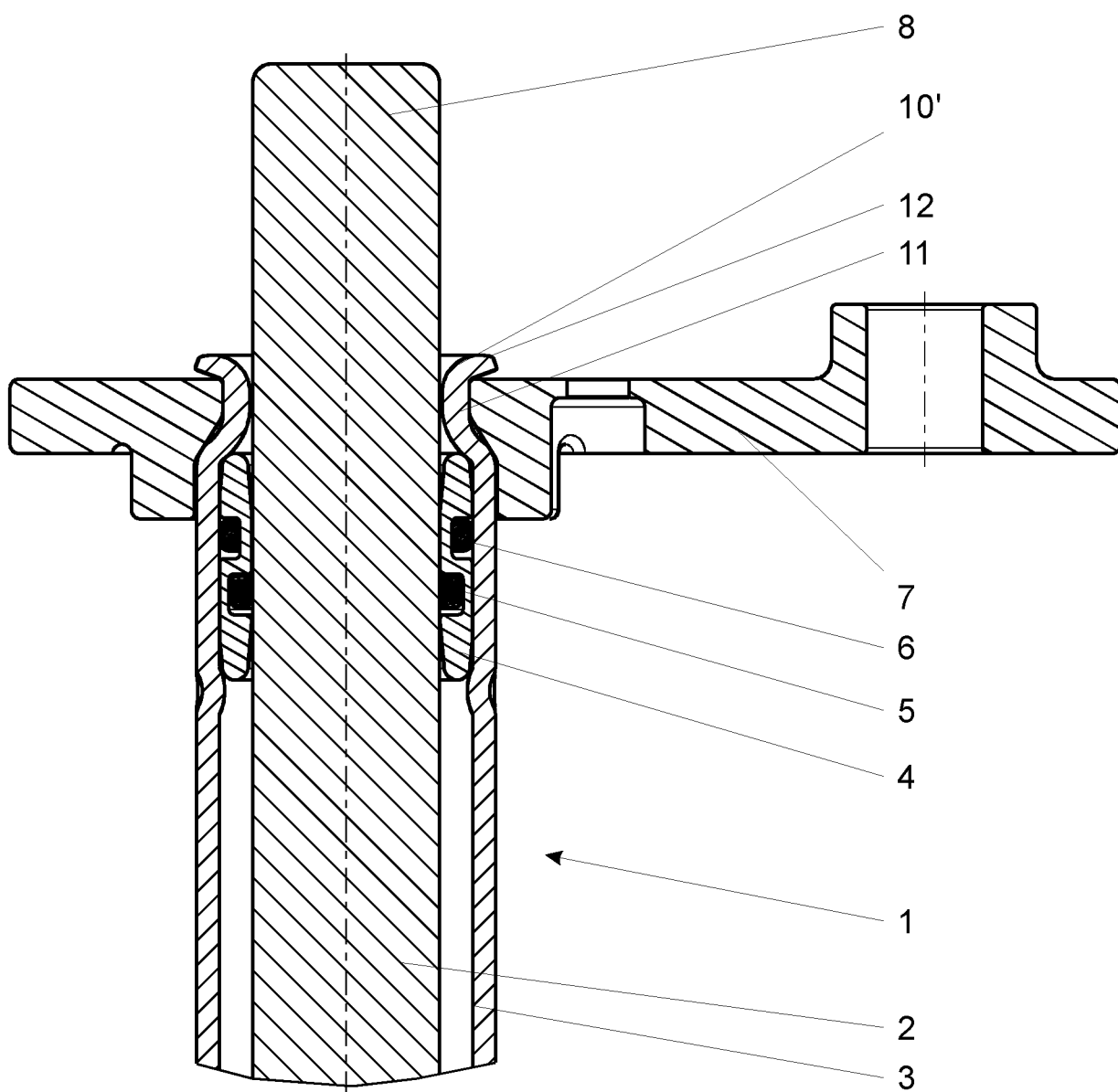


Fig. 1

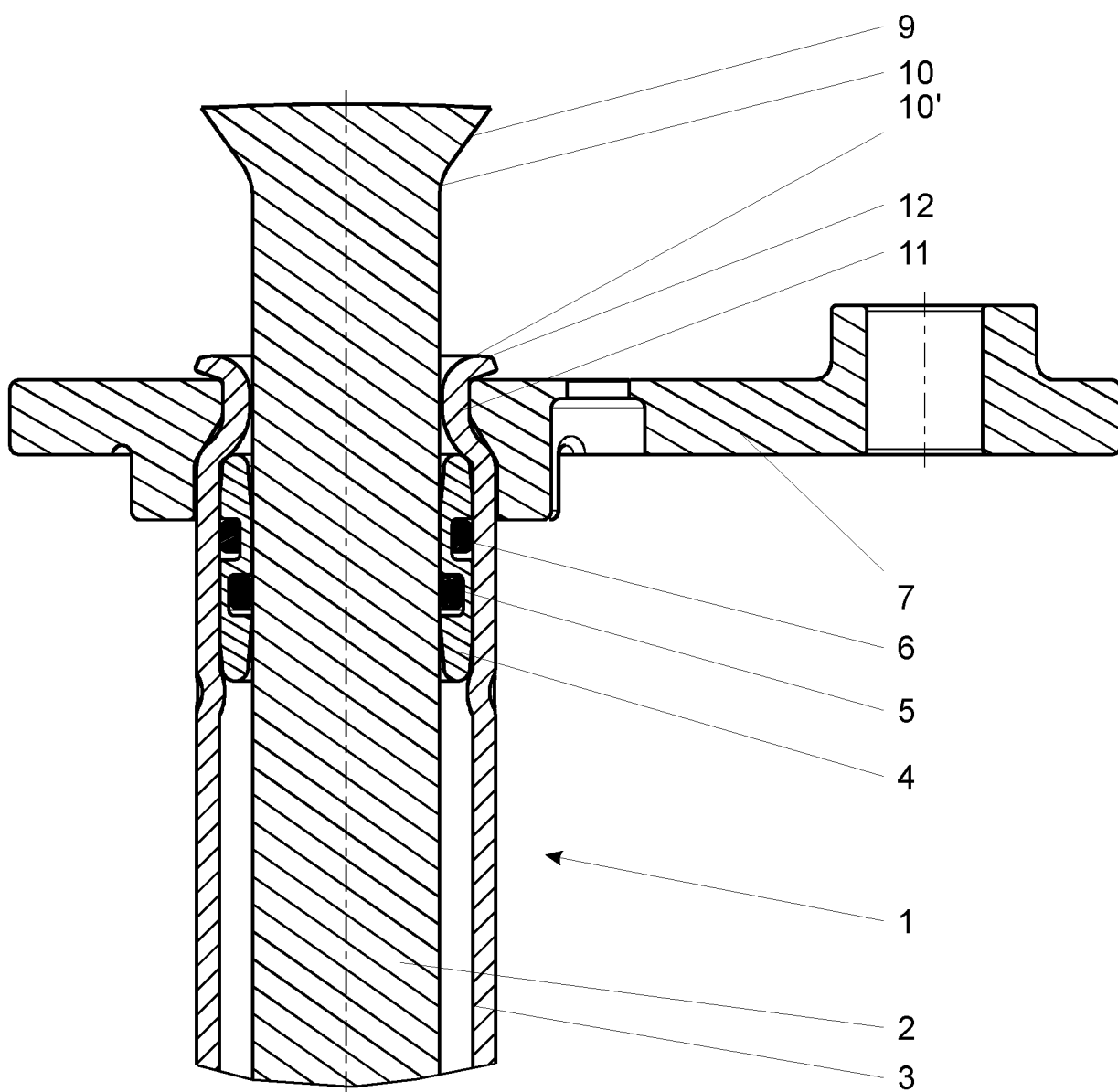


Fig. 2

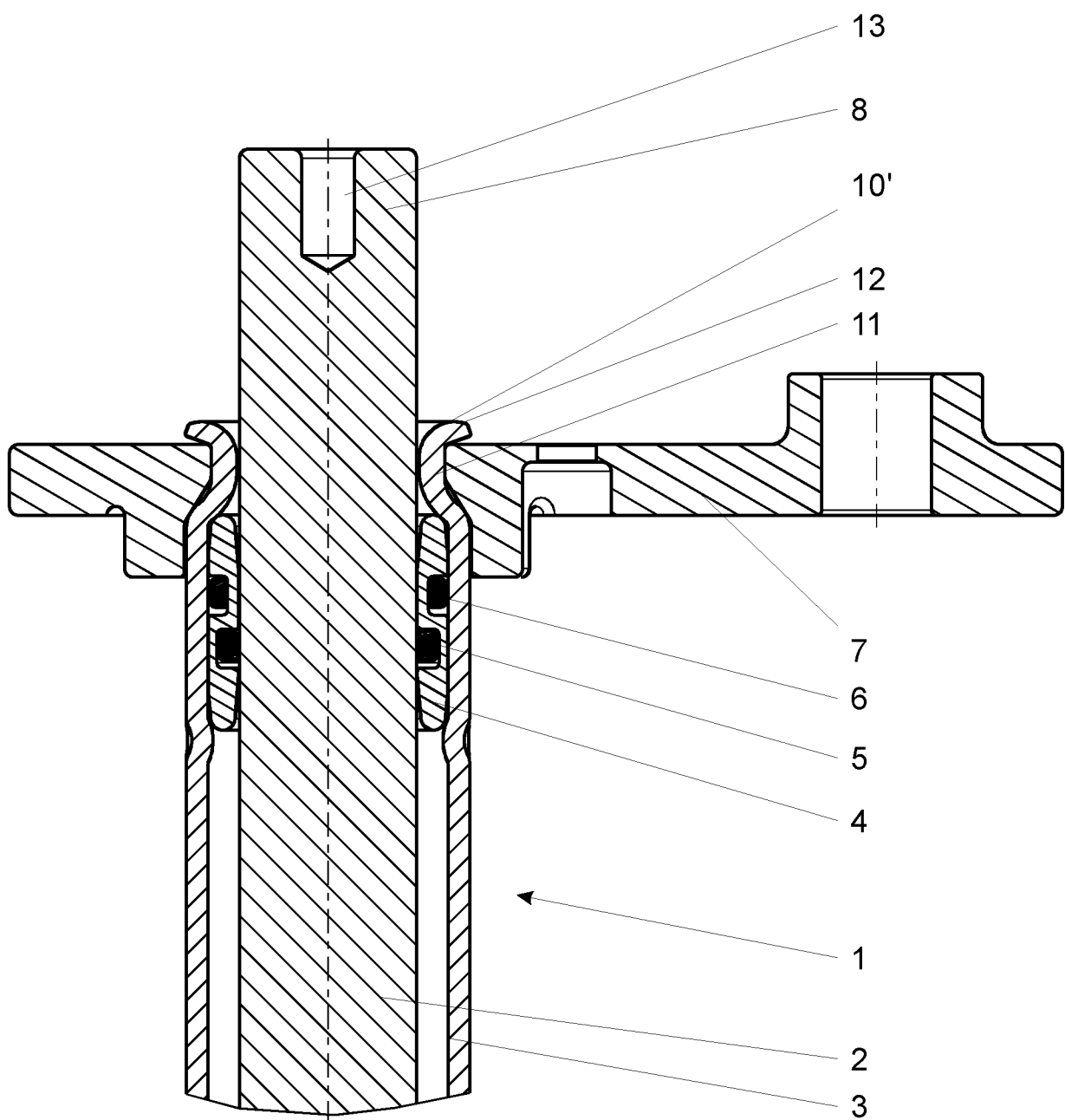


Fig. 3

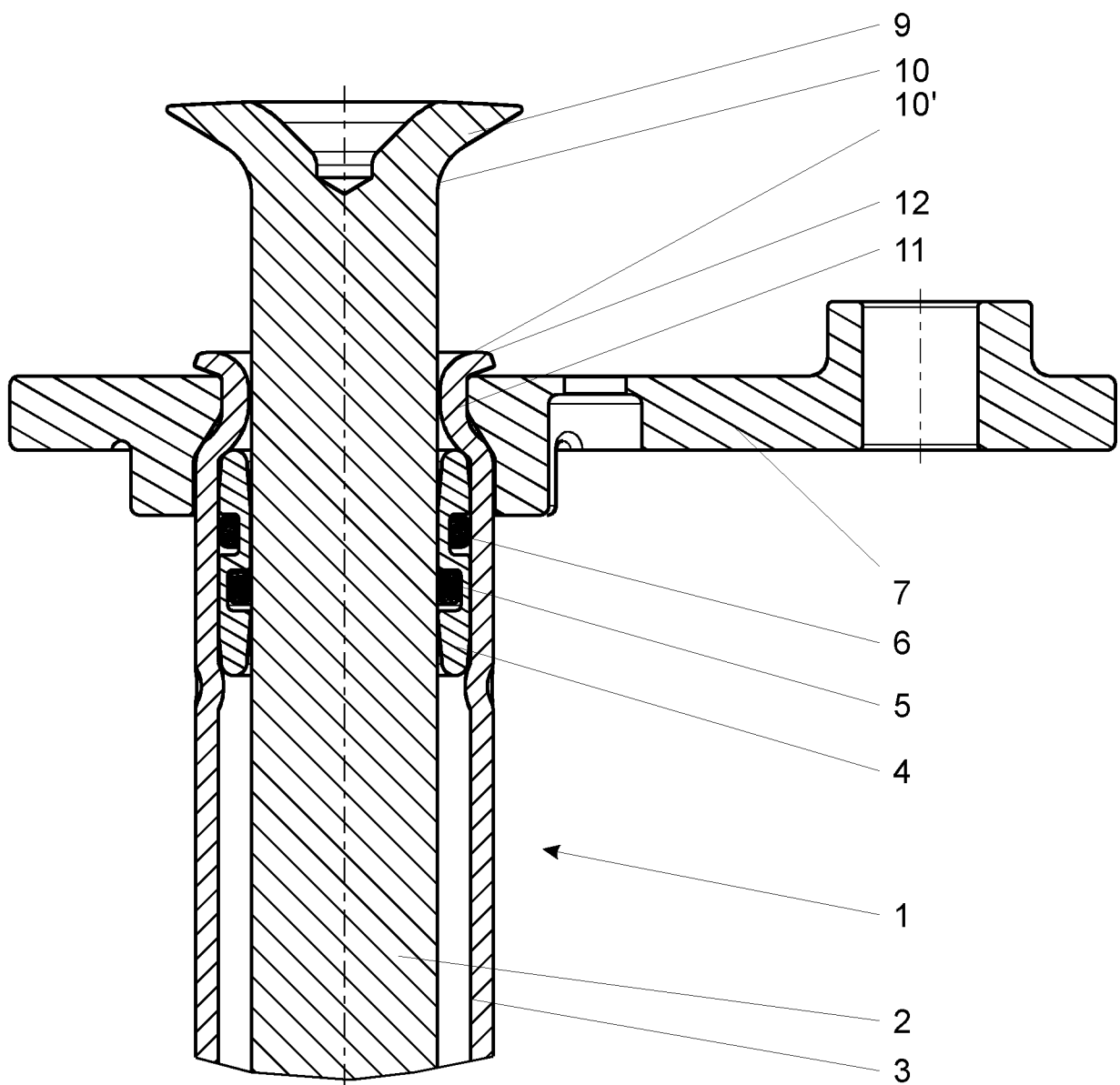


Fig. 4

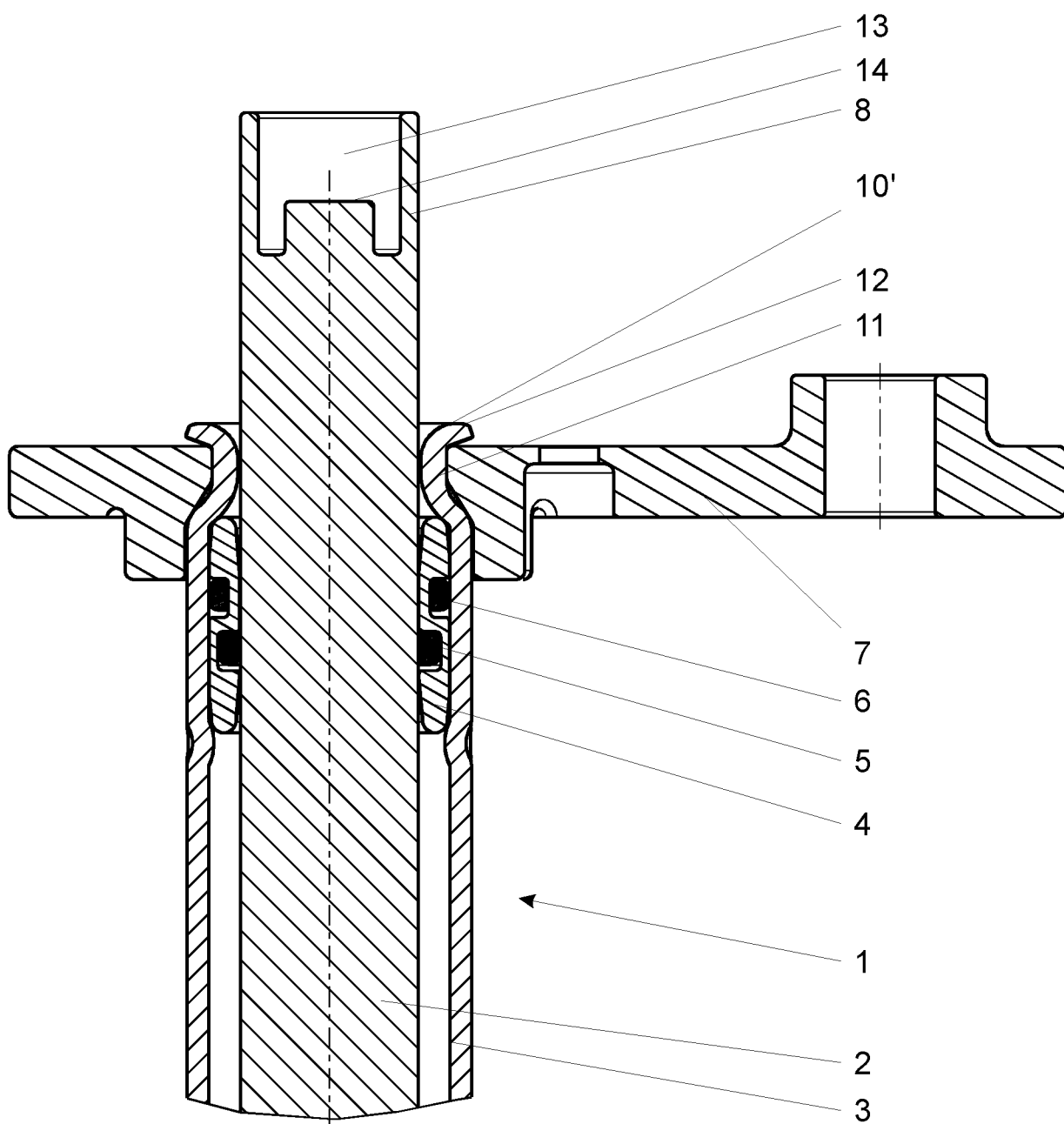


Fig. 5

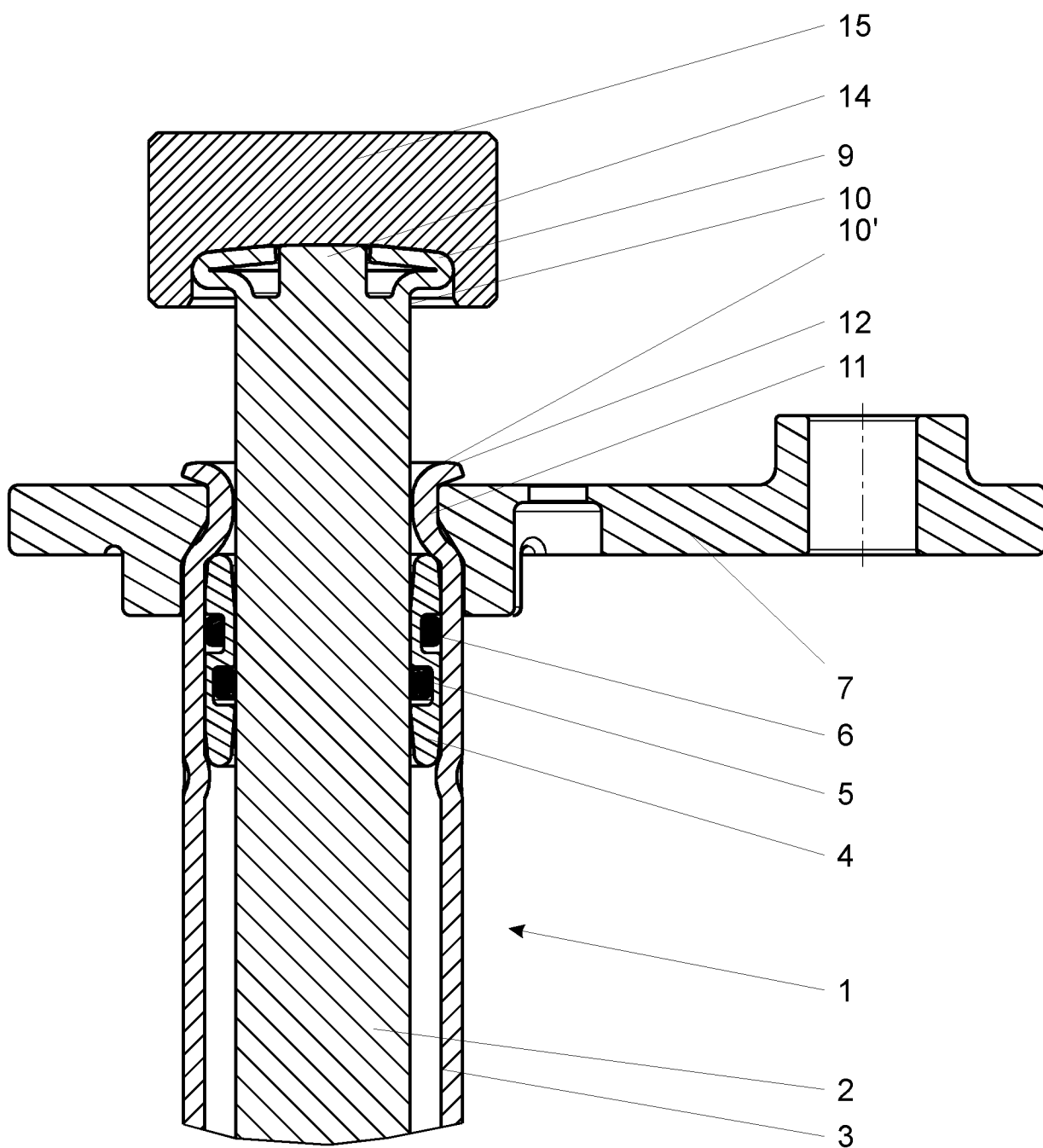


Fig. 6

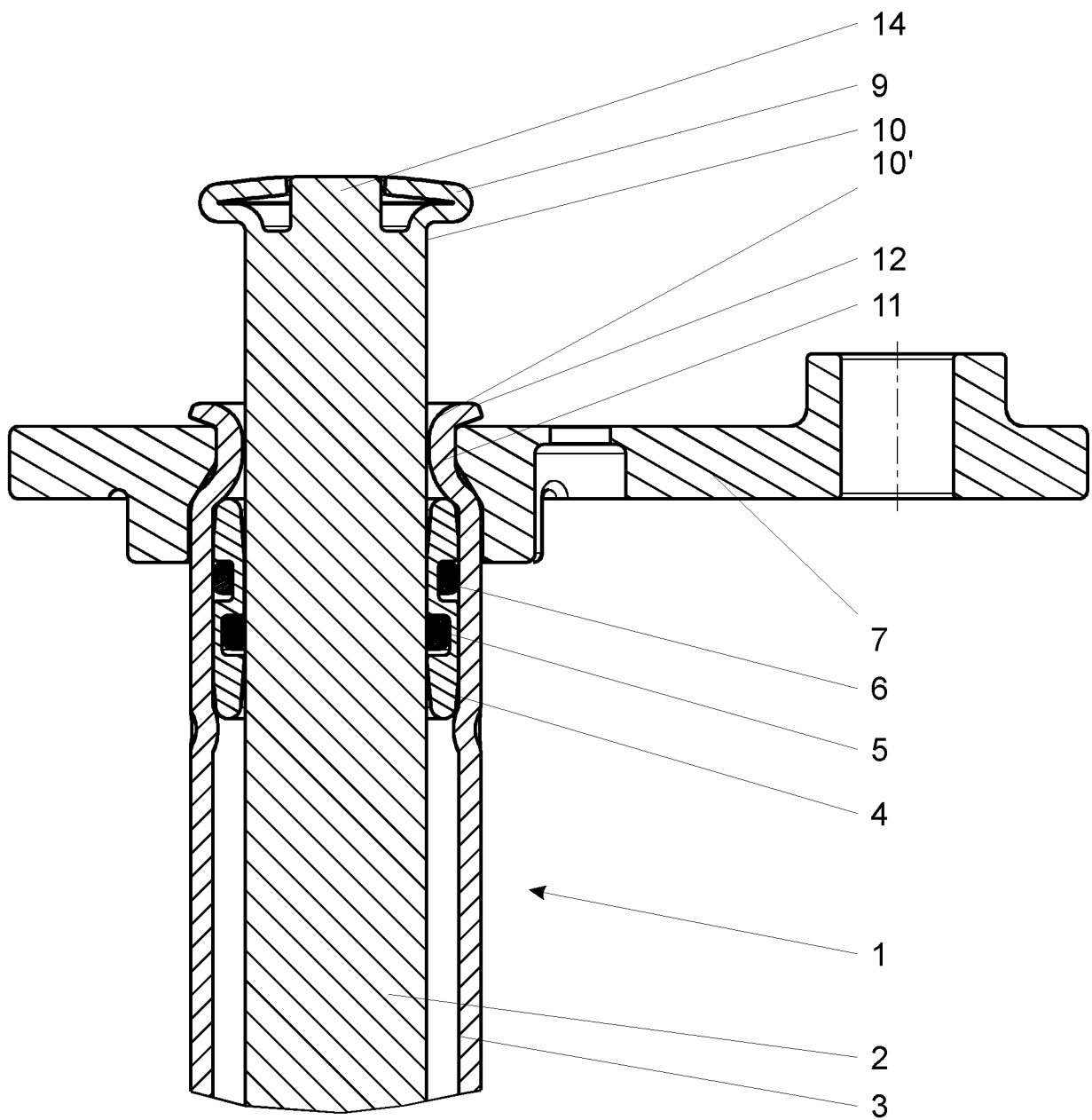


Fig. 7