



(10) **DE 10 2018 110 342 B4** 2022.09.01

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 110 342.5**

(22) Anmeldetag: **30.04.2018**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2019**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.09.2022**

(51) Int Cl.: **F02M 55/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Benteler Automobiltechnik GmbH, 33102
Paderborn, DE**

(74) Vertreter:

**Bockermann Ksoll Griepenstroh Osterhoff, 44791
Bochum, DE**

(72) Erfinder:

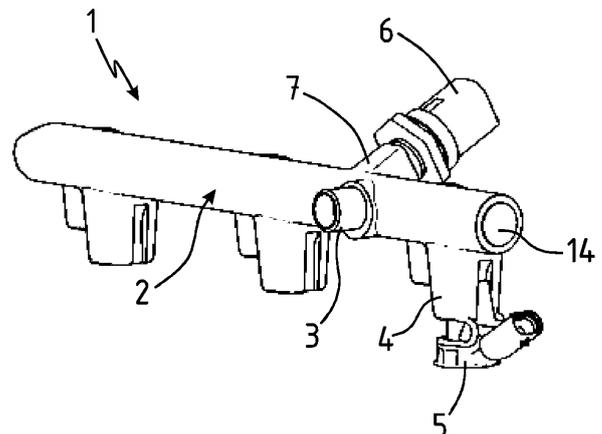
Mehring, Markus, 33165 Lichtenau, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	25 55 960	B1
DE	10 2012 001 926	A1
DE	295 21 402	U1
DE	20 2015 105 989	U1
WO	01/ 09 507	A1
WO	2016/ 187 314	A1
JP	2018- 21 539	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers (1), welcher ein Druckspeicherrohr (2) zur Aufnahme von unter Druck stehendem Kraftstoff aufweist, wobei das Druckspeicherrohr (2) einen geschmiedeten Grundkörper (8) mit einem Längshohlraum (11) besitzt und in ein Ende (13) des Druckspeicherrohrs (2) ein den Längshohlraum (11) begrenzendes Schließstück (14) gefügt wird, wobei das Schließstück (14) in dem Ende (13) induktiv eingelötet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckspeicherrohr (2) während des Lötprozesses ebenso wie in der Abkühlphase mit Schutzgas gespült wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Ein Kraftstoffverteiler ist Bestandteil einer Kraftstoffversorgung bzw. eines Kraftstoff-Einspritzsystems und dient zum Zuführen von Kraftstoff zu Einspritzventilen eines Verbrennungsmotors. Hierbei wird statisch komprimierter Kraftstoff in einem Druckspeicherrohr gespeichert und verteilt den Injektoren bzw. Einspritzventilen einer Zylinderbank zur Verfügung gestellt.

[0003] Aus der WO 2016/187314 A1 ist ein Kraftstoffverteiler bekannt mit einem Druckspeicherrohr, dessen Enden durch eingelötete Endkappen verschlossen sind.

[0004] Die DE 295 21 402 U1 offenbart einen Kraftstoffverteiler, bei dem das Druckspeicherrohr durch Schmieden geformt ist. Auf seiner einen Stirnseite ist das Druckspeicherrohr verschlossen und auf seiner anderen Stirnseite als axial gerichteter Anschlussstutzen ausgebildet.

[0005] Zum Stand der Technik zählt ferner ein Kraftstoffhochdruckspeicher gemäß der WO 01/09507 A1. Um die Hochdruckfestigkeit zu verbessern und die Lebensdauer des Kraftstoffhochdruckspeichers zu verlängern, ist in dem geschlossenen Ende der Sacklochbohrung ein Verschlussstopfen angeordnet.

[0006] Weiterhin offenbart die DE 20 2015 105 989 U1 einen Kraftstoffverteiler, welcher ein Druckspeicherrohr zur Aufnahme von unter Druck stehendem Kraftstoff aufweist.

[0007] Aus der DE 25 55 960 B1 ist ferner ein Verfahren zum Verlöten eines hohlzylindrischen Körpers oder dgl. mit einem im Preßsitz wenigstens teilweise in diesem angeordneten Körper bekannt.

[0008] Weiterer Stand der Technik wird durch die JP 2018-021539 A und die DE 10 2012 001 926 A1 gebildet.

[0009] Bei Kraftstoffverteilern mit geschmiedeten Druckspeicherrohren wird der Grundkörper des Druckspeicherrohrs in der Regel durch Bohren und Drehen bzw. Fräsen bearbeitet. Im Rahmen der mechanischen Bearbeitung wird eine Zentralbohrung längs in den Schmiederohling eingebracht. Dieser Längshohlraum bildet den Druckspeicherbereich. Darüber hinaus werden alle weiteren Funktionsbereiche, wie z. B. Injektoraufnahmen, Sensorschnittstellen und Kraftstoffzulauf mechanisch bearbeitet.

[0010] In der Regel wird der Längshohlraum durch eine Verschlusschraube bzw. einen Schraubdeckel verschlossen. Hierzu sind ein Gewinde und ein Dichtsitz in den Rohling einzufräsen. Die Abdichtung erfolgt metallisch oder mit einem zusätzlichen Dichtelement. Für einen solchen schraubtechnischen Verschluss des Druckspeicherrohrs ist eine aufwendige Bearbeitung des Bauteils notwendig. Des Weiteren sind die zur Verwendung kommenden Verschlusschrauben in der Herstellung relativ teuer und müssen, um Beschädigungen an den Dichtflächen zu vermeiden, sehr sorgsam im Herstell- und Montageprozess gehandelt werden. Falls die metallische Abdichtung versagt, besteht das Risiko, dass die Leckage durch die Abdichtung im Gewinde nicht in der nachfolgenden Dichtheitsprüfung erkannt wird. Des Weiteren ist auch der Montageprozess insgesamt notwendig und erfolgt in der Regel drehmoment- und drehwinkelüberwacht. Auch muss der Endbereich des Druckspeicherrohrs, in welchem die Verschlusschraube angeordnet ist, dicker ausgeführt werden, um ausreichend Wandstärke für das Gewinde bereitzustellen.

[0011] Wie vorstehend ausgeführt, sind auch Kraftstoffverteiler bekannt, die an einem oder beiden Enden mittels Schließstücken wie Stopfen verschlossen sind, welche löttechnisch in die Enden des Druckspeicherrohrs gefügt werden. Hierzu wird das Druckspeicherrohr mit den eingesetzten Schließstücken und appliziertem Lot in einem Lötöfen vollständig erwärmt. Durch diesen Erwärmungsprozess wird allerdings der Werkstoff des Druckspeicherrohrs normalisiert, wodurch die Festigkeit und Härte herabgesetzt wird.

[0012] Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein fertigungstechnisch vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers mit einem in der Druckfestigkeit verbesserten Druckspeicherrohr zu schaffen.

[0013] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers gemäß Anspruch 1.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Der Kraftstoffverteiler weist ein Druckspeicherrohr zur Aufnahme von unter Druck stehendem Kraftstoff auf. Der Grundkörper des Druckspeicherrohrs ist geschmiedet und besitzt einen Längshohlraum. In ein Ende des Druckspeicherrohrs wird ein den Längshohlraum begrenzendes Schließstück gefügt. Erfindungsgemäß wird das Schließstück in dem Ende induktiv eingelötet, wobei das Druckspeicherrohr während des Lötprozesses ebenso wie in

der Abkühlphase mit Schutzgas gespült wird, was unerwünschte Verzunderung und Anlauffarben verhindert.

[0016] Das Ende des Druckspeicherrohrs weist einen mit dem Längshohlraum kommunizierenden Aufnahmeabschnitt für das Schließstück auf. In den Aufnahmeabschnitt wird das Schließstück eingesetzt und induktiv verlötet. Eine aufwendige Bearbeitung des Endes, insbesondere die Herstellung eines Innengewindes und/oder eines Dichtsitzes am Ende kann entfallen.

[0017] Das Schließstück kann ein Tiefzieh-, Fließpress- oder Drehteil sein.

[0018] Bei dem induktiven Einlöten des Schließstückes erfolgt eine lokale induktive Erwärmung im Bereich des Endes des Druckspeicherrohrs. Hierdurch bleibt die durch das Schmieden erzielte und gewünschte Kaltverfestigung im Bauteil erhalten. Dies gilt insbesondere für den hochbelasteten Längshohlraum des Druckspeicherrohrs.

[0019] Die induktive Erwärmung zum Einlöten des Schließstücks erfolgt begrenzt auf den Fügebereich am Ende des Druckspeicherrohrs. Das Druckspeicherrohr wird nicht über die kompletten Ausmaße erwärmt. Hierdurch wird eine Verminderung der Festigkeit und Härte vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert. Darüber hinaus ist die partielle induktive Erwärmung energieeffizienter und somit kostengünstiger als eine konventionelle Ofenlötung.

[0020] Zur Aufnahme des Schließstücks weist das Ende des Druckspeicherrohrs einen Aufnahmeabschnitt für das Schließstück auf. Vorzugsweise ist der Aufnahmeabschnitt zylindrisch. In einer vorteilhaften Ausgestaltung geht der Aufnahmeabschnitt über eine Stufe in den Längshohlraum über. Die Stufe kann sehr klein ausgelegt sein, so dass der Durchmesser des Aufnahmeabschnitts nur geringfügig größer ist als der Durchmesser des Längshohlraums.

[0021] Bei dem Schließstück kann es sich um einen Stopfen oder einen Deckel handeln.

[0022] Des Weiteren kann das Schließstück ein Anschlussstück sein. Das Anschlussstück bildet eine Schnittstelle zum Anschluss von zum Einspritzsystem gehörenden Bauteilkomponenten. An das Anschlussstück kann beispielsweise eine Kraftstoffzufuhrleitung oder ein Drucksensor angeschlossen werden. Hierzu besitzt das Anschlussstück einen äußeren Kupplungsabschnitt. Vorzugsweise ist der äußere Kupplungsabschnitt mit einem Außengewinde versehen. Mittels einer auf das Außengewinde aufgeschraubten Überwurfmutter kann die Verbin-

dung eines Kraftstoffzulaufs oder eines Drucksensors hergestellt werden.

[0023] Zur induktiven Verlötung weist das Anschlussstück einen inneren, insbesondere zylindrischen Fügeabschnitt auf. Dieser wird in das Ende des Druckspeicherrohrs eingesetzt und verlötet.

[0024] Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass das Anschlussstück einen Durchgangskanal, insbesondere einen mehrstufigen Durchgangskanal besitzt. Insbesondere ist im Anschlussstück ein Dichtsitz oder eine Dichtaufnahme, beispielsweise in Form eines Dichtkonusses ausgebildet.

[0025] Zur löftechnischen Fügung des Schließstückes wird in der Regel zuerst ein Feststofflötling in das Ende montiert. Anschließend wird das Schließstück eingesetzt. Bei der induktiven Erwärmung schmilzt das Lotmaterial auf und zieht durch den Kapillareffekt in den Montagespalt zwischen dem Innenumfang im Aufnahmeabschnitt des Endes und dem Schließstück. Ist der Prozess erfolgreich verlaufen, so kann dies durch stirnseitig austretendes Lot erkannt werden. Dies ist gut visuell kontrollierbar. Nachgeschaltet erfolgt üblicherweise eine Helium-Dichtheitsprüfung, um Mikroleckagen auszuschließen.

[0026] Durch das Induktivlöten entfällt der Einsatz eines Lötovens. Im Lötoven würde das Material des geschmiedeten Kraftstoffverteilers bzw. des Druckspeicherrohrs normalisiert, wodurch die Verfestigung und Härte herabgesetzt wird. Diese soll aber erfindungsgemäß erhalten werden. Der Kraftstoffverteiler mit dem induktiv verlöteten Schließstück ist nur partiell im Verbindungsbereich induktiv erwärmt worden. Die Kaltverfestigung des geschmiedeten Kraftstoffverteilers bleibt somit erhalten. Dies erhöht deutlich die Druckfestigkeit des Druckspeicherrohrs. Der erfindungsgemäße Kraftstoffverteiler hält zuverlässig den hohen im Druckspeicherrohr herrschenden Drücken stand.

[0027] Das Induktivlöten des Kraftstoffverteilers bzw. des Druckspeicherrohrs mit dem Schließstück wird in einer Lötammer vorgenommen. Die Lötammer wird während des Lötvorgangs mit einem Schutzgas, z. B. Formiergas, gespült. Der Generator der induktiven Erwärmungsvorrichtung kann als Hochfrequenz-, Niederfrequenz- oder auch als Mittelfrequenzgenerator ausgeführt sein. Die Induktionsspule ist der Bauteilgeometrie angepasst, so dass die Erwärmung konzentriert auf das Ende des Druckspeicherrohrs und dem darin aufgenommenen Schließstück begrenzt ist. Die Löttemperatur ist lotabhängig und beträgt je nach Lot ca. 1100°C.

[0028] Durch die induktiv gelötete Verbindung zwischen Druckspeicherrohr und Schließstück kann ein

aufgedickter Endbereich des Druckspeicherrohrs zur Herstellung eines Anschlussgewindes entfallen. Zumindest kann die Verdickung geringer ausgelegt werden. Vorzugsweise ist der Innendurchmesser des Aufnahmeabschnittes gleich oder unwesentlich größer als der Innendurchmesser des Längshohlraums.

[0029] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise führt zu einer Reduzierung des Bearbeitungsaufwandes, da am Druckspeicherrohr kein Gewinde und/oder Dichtsitz gefräst werden muss. Die Erfindung ermöglicht die Substitution einer teuren Verschlusschraube durch ein günstiges Schließstück. Vorteilhaft ist auch, dass bei der Montage eine Drehmoment- und Drehwinkelüberwachung der Verschrauboperation einer Verschlusschraube entfallen kann.

[0030] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäß hergestellten Kraftstoffverteiler in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 2 den erfindungsgemäß hergestellten Kraftstoffverteiler in einer Frontansicht;

Fig. 3 einen Schnitt durch die Darstellung der **Fig. 2** entlang der Linie A-A;

Fig. 4 einen endseitigen Ausschnitt des Kraftstoffverteilers in einer Schnittdarstellung;

Fig. 5 den endseitigen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Kraftstoffverteilers und

Fig. 6 den endseitigen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Kraftstoffverteilers.

[0031] Die **Fig. 1** bis **Fig. 3** zeigen einen erfindungsgemäßen Kraftstoffverteiler 1. In der **Fig. 4** ist ein Ausschnitt des Kraftstoffverteilers 1 dargestellt.

[0032] Der Kraftstoffverteiler 1 gehört zum Speichereinspritzsystem eines Verbrennungsmotors. Die Druckerzeugung und die Kraftstoffeinspritzung sind bei solchen Speichereinspritzsystemen voneinander entkoppelt. Eine separate Hochdruckpumpe erzeugt kontinuierlich Druck. Dieser unabhängig von der Einspritzfolge aufgebaute Druck steht im Kraftstoffverteiler 1 permanent zur Verfügung.

[0033] Der Kraftstoffverteiler 1 umfasst ein Druckspeicherrohr 2 mit einem pumpenseitigen Hochdruck-Kraftstoffanschluss 3 und mehreren Injektoranschlüssen 4. Der statisch komprimierte Kraftstoff wird im Druckspeicherrohr 2 gespeichert und über die Injektoranschlüsse 4 verteilt den Injektoren 5 einer Zylinderbank zur Verfügung gestellt. Ein Druck-

sensor 6 ist an einen Drucksensoranschluss 7 angeschlossen.

[0034] Das Druckspeicherrohr 2 weist einen geschmiedeten Grundkörper 8 auf. Zur Festlegung bzw. Montage des Kraftstoffverteilers 1 sind am Grundkörper 8 Flanschstücke 9 vorgesehen. Die Flanschstücke 9 sind schmiedetechnisch material einheitlich einstückig am Grundkörper 8 ausgebildet und mit Montageöffnungen 10 versehen.

[0035] Im Grundkörper 8 ist mittels Tieflochbohren ein Längshohlraum 11 eingebracht. Der Längshohlraum 11 ist als Sacklochbohrung ausgeführt, so dass ein Ende 12 des Druckspeicherrohrs 2 geschlossen ist. Das andere Ende 13 ist durch ein Schließstück 14 in Form eines Enddeckels verschlossen (siehe hierzu insbesondere **Fig. 4**). Das Schließstück 14 ist in das Ende 13 eingesetzt und induktiv eingelötet. Das Schließstück 14 weist einen zylindrischen Stutzenabschnitt 15 mit einem sich konisch in Richtung zum Längshohlraum 11 erweiternden Innenraum 16 und eine stirnseitige Deckelwand 17 auf.

[0036] Im Inneren des Endes 13 ist ein Aufnahmeabschnitt 18 für das Schließstück 14 vorgesehen. Der Aufnahmeabschnitt 18 ist auf die axiale Länge des Schließstückes 14 abgestimmt, so dass das Schließstück 14 bündig bzw. nahezu bündig mit der Stirnseite 19 des Druckspeicherrohrs 2 abschließt. Der Aufnahmeabschnitt 18 geht über eine Stufe 20 in den Längshohlraum 11 über. Der Aufnahmeabschnitt 18 weist einen geringfügig größeren Innendurchmesser auf als der Innendurchmesser des Längshohlraums 11.

[0037] Zur Montage wird ein Feststofflöttring in den Aufnahmeabschnitt 18 eingeführt und das Schließstück 14 in den Aufnahmeabschnitt 18 eingesetzt. Anschließend werden die Bauteile in einer Lötammer induktiv verlötet. Hierbei wird nur der Bereich der Fügung am Ende 13 des Druckspeicherrohrs 2 induktiv partiell erwärmt. Während des Lötvorgangs wird die Lötammer mit einem Schutzgas gespült.

[0038] Die **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen Ausführungsformen eines Kraftstoffverteilers 1 mit unterschiedlichen Schließstücken 14.

[0039] Bei dem Kraftstoffverteiler 1, von dem in der **Fig. 5** ein endseitiger Ausschnitt dargestellt ist, ist das Schließstück 14 in Form eines massiven zylindrischen Stopfens in das Ende 13 induktiv eingelötet.

[0040] Bei dem anhand der **Fig. 6** dargestellten Kraftstoffverteiler 1 ist ein Schließstück 14 in das Ende 13 induktiv eingelötet, bei welchem es sich um ein Anschlussstück handelt. Das Anschlussstück weist einen inneren zylindrischen Fügeabschnitt 21 sowie einen äußeren Kupplungsabschnitt 22 auf.

Mit dem Fügeabschnitt 21 ist das Anschlussstück in den Aufnahmeabschnitt 18 im Ende 13 des Druckspeicherrohrs 2 eingesetzt und kommt innenseitig an der Stufe 20 zur Anlage. Der nach außen weisende äußere Kupplungsabschnitt 22 ist mit einem Außengewinde 23 versehen. Über das Außengewinde 23 kann ein weiteres Bauteil, beispielsweise eine Kraftstoffzulaufleitung oder ein Drucksensor, schraubtechnisch angeschlossen werden. Im Anschlussstück ist ein durchgehender mehrstufiger Durchgangskanal 24 vorgesehen. Der Durchgangskanal 24 kommuniziert mit einem Dichtkonus 25, welcher an der äußeren Stirnseite des Kupplungsabschnitts 22 eingebracht ist.

Bezugszeichenliste

1	Kraftstoffverteiler
2	Druckspeicherrohr
3	Hochdruck-Kraftstoffanschluss
4	Injektoranschluss
5	Einspritzinjektor
6	Drucksensor
7	Drucksensoranschluss
8	Grundkörper
9	Flanschstück
10	Montageöffnung
11	Längshohlraum
12	Ende von 2
13	Ende von 2
14	Schließstück
15	Stutzenabschnitt
16	Innenraum
17	Deckelwand
18	Aufnahmeabschnitt
19	Stirnseite
20	Stufe
21	Fügeabschnitt
22	Kupplungsabschnitt
23	Außengewinde
24	Durchgangskanal
25	Dichtkonus

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffverteilers (1), welcher ein Druckspeicherrohr (2) zur Aufnahme von unter Druck stehendem Kraftstoff

aufweist, wobei das Druckspeicherrohr (2) einen geschmiedeten Grundkörper (8) mit einem Längshohlraum (11) besitzt und in ein Ende (13) des Druckspeicherrohrs (2) ein den Längshohlraum (11) begrenzendes Schließstück (14) gefügt wird, wobei das Schließstück (14) in dem Ende (13) induktiv eingelötet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckspeicherrohr (2) während des Lötprozesses ebenso wie in der Abkühlphase mit Schutzgas gespült wird.

2. Kraftstoffverteiler (1), hergestellt nach einem Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ende (13) einen Aufnahmeabschnitt (18) für das Schließstück (14) aufweist.

3. Kraftstoffverteiler (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmeabschnitt (18) über eine Stufe (20) in den Längshohlraum (11) übergeht.

4. Kraftstoffverteiler (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schließstück (14) ein Stopfen oder Enddeckel ist.

5. Kraftstoffverteiler (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schließstück (14) ein Anschlussstück ist.

6. Kraftstoffverteiler (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlussstück einen inneren Fügeabschnitt (21) sowie einen äußeren Kupplungsabschnitt (22) aufweist.

7. Kraftstoffverteiler (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kupplungsabschnitt (22) ein Außengewinde (23) besitzt.

8. Kraftstoffverteiler (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlussstück einen Durchgangskanal (24) besitzt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

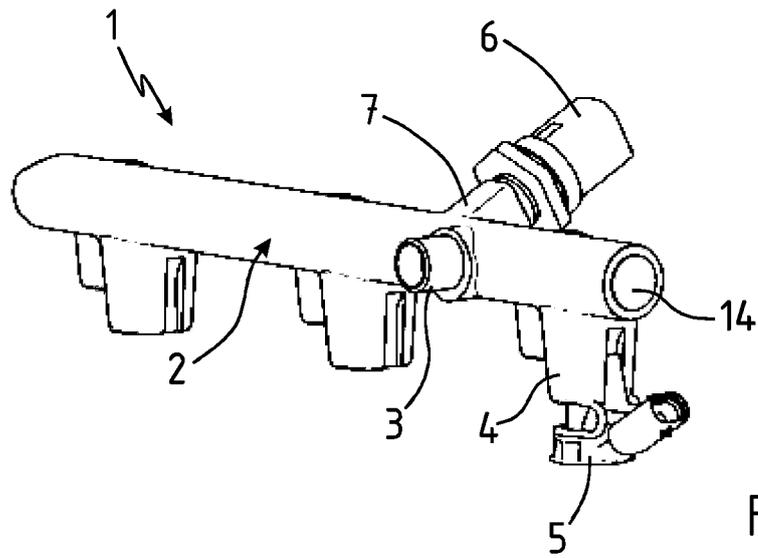


Fig. 1

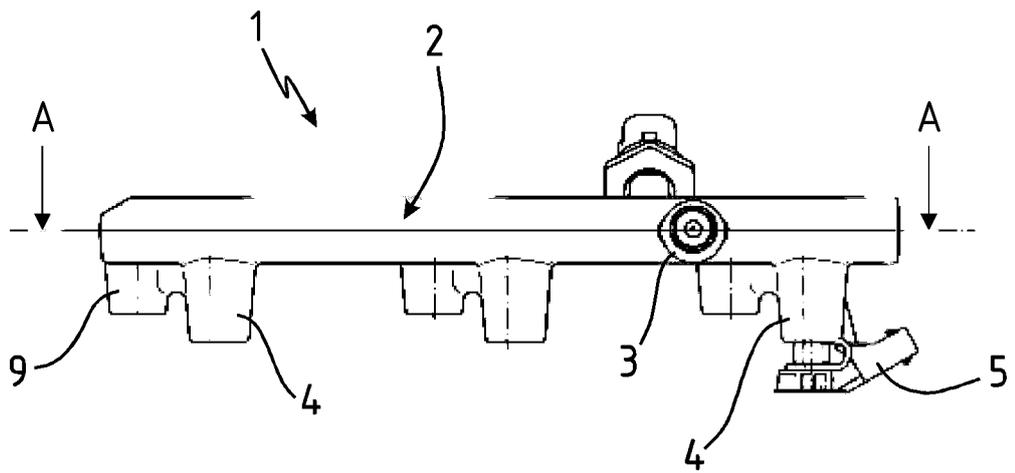


Fig. 2

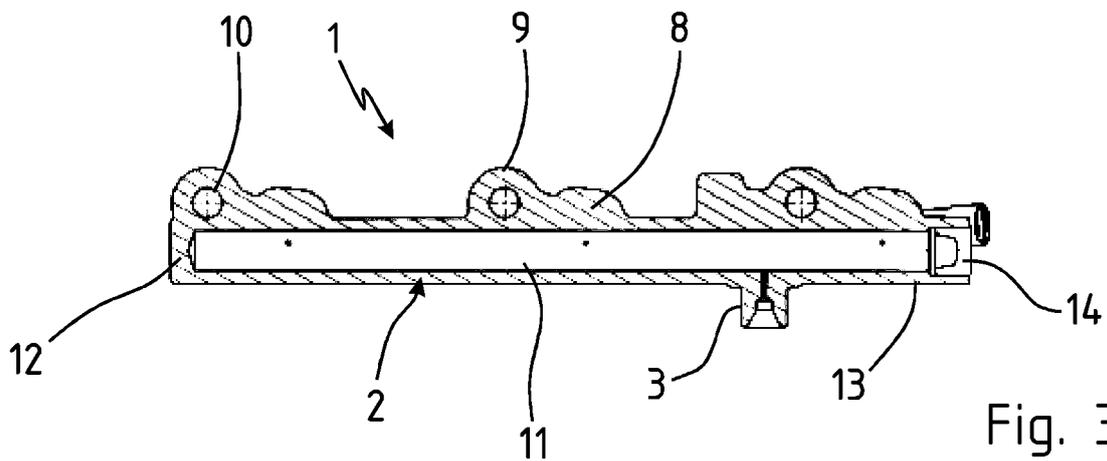


Fig. 3

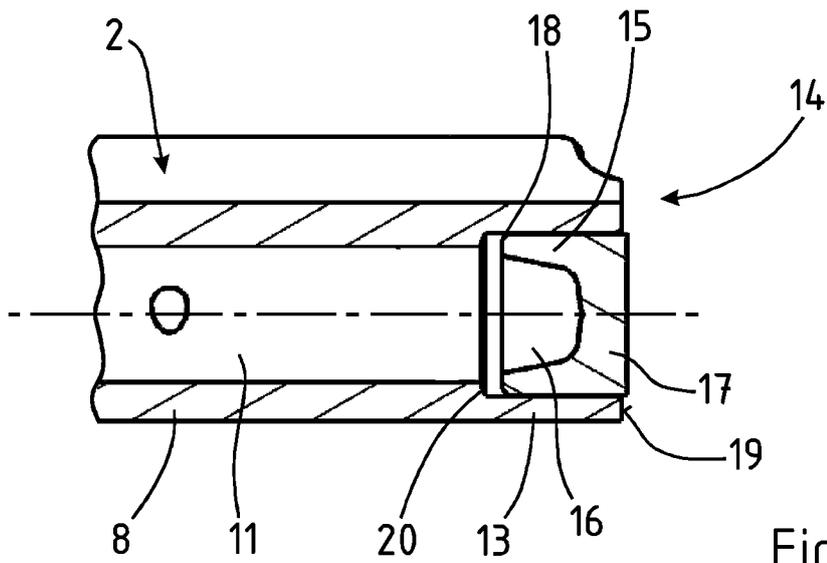


Fig. 4

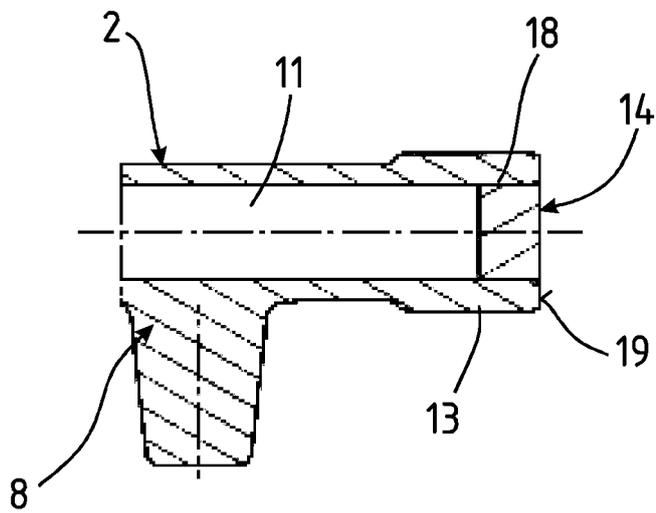


Fig. 5

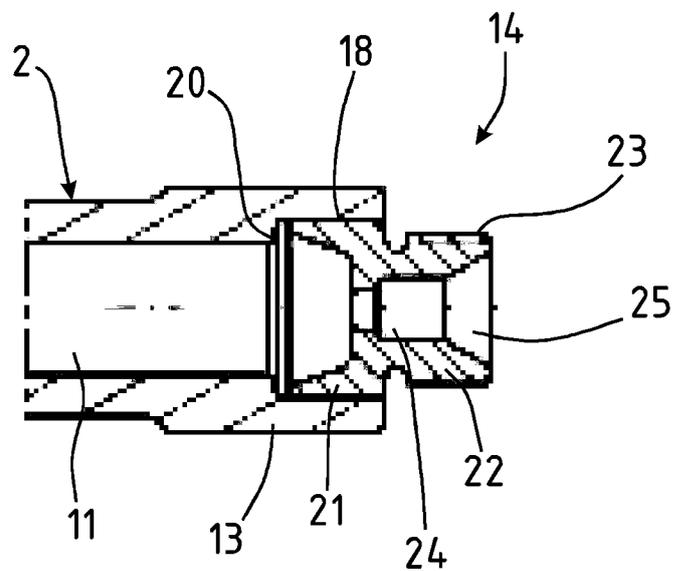


Fig. 6