



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 225 392.3**

(22) Anmeldetag: **10.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **11.06.2015**

(51) Int Cl.: **H01F 7/16 (2006.01)**

**F16K 31/06 (2006.01)**

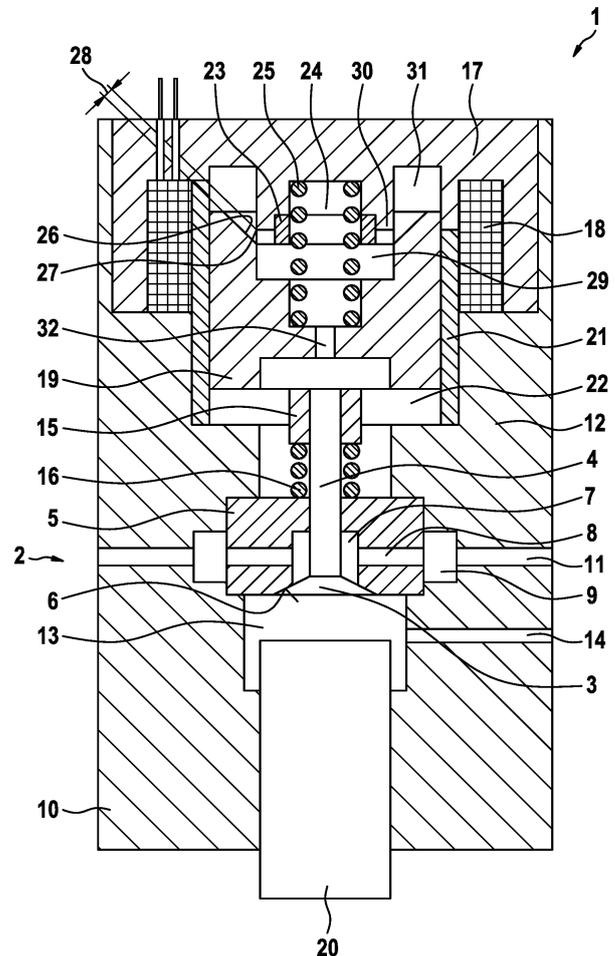
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Meisiek, Achim, 73635 Rudersberg, DE; Kolb,  
Stefan, 71139 Ehningen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Elektromagnet eines elektromagnetisch betätigten Fluidventils**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten 1 eines elektromagnetisch betätigten Fluidventils 2, wobei der Elektromagnet 1 einen eine Spule 18 aufnehmenden Magnetkern 17 sowie eine Ankereinheit 19 aufweist, die axial zu der Spule 18 in dem Magnetkern 17 beweglich ist, und ferner eine Einrichtung zur Dämpfung eines Anschlags der Ankereinheit 19 an dem Magnetkern 17 aufweist. Erfindungsgemäß wird ein Elektromagnet 1 bereitgestellt, der hinsichtlich des von ihm ausgehenden Geräuschs dauerhaft verbessert ist. Erreicht wird dies dadurch, dass die Einrichtung einen sich bei einer Bewegung der Ankereinheit 19 verringernden Durchströmungsquerschnitt 28 für ein Medium aufweist. Dieser wird durch einen mit einer Gegenfläche 27 zusammenwirkenden Konus 26 gebildet.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten eines elektromagnetisch betätigten Fluidventils, wobei der Elektromagnet eine Spule aufnehmenden Magnetkern sowie eine Ankereinheit aufweist, die axial zu der Spule in dem Magnetkern beweglich ist, und ferner eine Einrichtung zur Dämpfung eines Anschlags der Ankereinheit an dem Magnetkern aufweist.

## Stand der Technik

**[0002]** Ein derartiger Elektromagnet eines elektromagnetisch betätigten Fluidventils ist aus der DE 10 2011 052 526 A1 bekannt. Dieses von dem Elektromagnet betätigte Fluidventil ist ein Einlassventil für den einem Pumpenarbeitsraum einer Kraftstoffhochdruckpumpe zuzuführenden Kraftstoff. Der dem Pumpenarbeitsraum zugeführte Kraftstoff wird von einem Pumpenkolben über einen Hochdruckauslass und einer weiterführenden Hochdruckleitung in einen Hochdruckspeicher gefördert, aus dem der dort gespeicherte Kraftstoff von Kraftstoffinjektoren zur Einspritzung in zugeordnete Brennräume einer Brennkraftmaschine entnommen wird. Der Elektromagnet weist eine Spule aufnehmenden Magnetkern sowie eine Ankereinheit mit einem auf einem Ankerbolzen angeordneten Anker auf, der axial zu der Spule in dem Magnetkern beweglich ist. Um den Anschlag oder Aufprall des Ankers der Ankereinheit an dem Magnetkern zu dämpfen, ist an der Ankereinheit stirnseitig ein Elastomerering angeordnet, der als Anschlagpuffer dient. Dieser Elastomerering ist aber verschleißanfällig und dementsprechend kann die von dem Elastomerering bewirkte Anschlagdämpfung der Ankereinheit nachlassen oder ausfallen.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektromagneten bereitzustellen, der hinsichtlich des von ihm ausgehenden Geräuschs dauerhaft verbessert ist.

## Offenbarung der Erfindung

## Vorteile der Erfindung

**[0004]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Einrichtung einen sich bei einer Bewegung der Ankereinheit verringernden Durchströmungsquerschnitt für ein Medium aufweist. Die Dämpfung der Auftreffbewegung der Ankereinheit, insbesondere eines Ankers der Ankereinheit, auf den Magnetkern wird also nicht mehr durch ein sich verformendes Elastomerelement ausgeführt, sondern durch eine hydraulische oder pneumatische Dämpfung der Ankereinheit bei der Auftreffbewegung bewirkt. Eine hydraulische oder pneumatische Dämpfungseinrichtung arbeitet vollkommen verschleißfrei, so dass durch diese

keine Beeinträchtigung der Lebensdauer des Elektromagneten gegeben ist.

**[0005]** In Weiterbildung der Erfindung ist die Einrichtung ein mit einer Gegenfläche zusammenwirkender Konus. Zwischen dem Konus und der Gegenfläche wird dabei ein Strömungsquerschnitt gebildet, der sich insbesondere im Endstadium der Bewegung der Ankereinheit kurz vor dem Anschlag der Ankereinheit an dem Magnetkern verringert und somit die Dämpfung bewirkt. Die Ausbildung als Konus hat zudem den Vorteil, dass dadurch die Strömungsquerschnittsfläche gegenüber einer ebenen Ausbildung der Einrichtung vergrößert ist.

**[0006]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Konus in die Ankereinheit, insbesondere den Anker, eingelassen. Diese Ausgestaltung hat den weiteren Vorteil, dass dadurch die zu bewegende Masse der Ankereinheit verringert ist, wodurch einerseits die Magnetkraft zur Bewegung der Ankereinheit reduziert ist und andererseits die Dämpfung der Bewegung der Ankereinheit vereinfacht ist. Wenn auch der Konus bevorzugt in die Ankereinheit eingelassen ist, kann dieser im Rahmen der Erfindung alternativ auch in den Magnetkern eingelassen sein. Dies kann beispielsweise in Abhängigkeit von konstruktiven Gegebenheiten vorteilhaft sein.

**[0007]** In Weiterbildung der Erfindung wirkt der Konus mit der Gegenfläche in dem Magnetkern oder der Ankereinheit zusammen. Dadurch wird kein separates Bauteil benötigt, an dem die Gegenfläche angeordnet ist und wobei das Bauteil an dem Elektromagnet in geeigneter Weise zu befestigen wäre.

**[0008]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umgibt der Konus eine topfförmige Ausnehmung. Dabei weist der Magnetkern oder der Anker einen in die topfförmige Ausnehmung einführbaren Zylindervorsprung auf. Durch diese Ausgestaltung ist zwischen der topfförmigen Ausnehmung und dem Zylindervorsprung ein Strömungsquetschspalt geschaffen, durch den bei einer Einführbewegung des Zylindervorsprungs Medium in die Ausnehmung hinein strömen muss. Dieser Vorgang bewirkt ebenfalls eine weitere Dämpfung, wobei darüber hinaus der Quetschspalt so ausgebildet sein kann, dass sich in der Ausnehmung ein Druckpolster bildet, das die Einführbewegung des Zylindervorsprungs ebenfalls dämpft. Das Medium strömt dabei aus einem Druckpolsterraum entlang dem Durchströmungsquerschnitt in die topfförmige Ausnehmung, die über eine Strömungsverbindung mit einem darunterliegenden und sich vergrößernden unteren Ankerraum verbunden ist.

**[0009]** In Weiterbildung der Erfindung ist eine Endanlage des Ankers in dem Magnetkern von einer im Bereich des Konus und/oder der topfförmigen Aus-

nehmung angeordneter Restluftspaltscheibe gebildet. Dabei kann durch entsprechende Auswahl der Restluftspaltscheibe die von der Ankereinheit vollzogene Bewegung zwischen gegenüber liegenden Endlagen eingestellt werden.

**[0010]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Elektromagnet Teil eines Saugventils für eine Kraftstoffhochdruckpumpe. Grundsätzlich kann der Elektromagnet mit dem Fluidventil bei einer beliebigen Einrichtung verbaut sein, wobei aber die bevorzugte Anwendung an einer Kraftstoffhochdruckpumpe für eine Brennkraftmaschine erfolgt. Dabei wird mittels des von dem Elektromagneten betätigten Fluidventils Kraftstoff in einen Pumpenarbeitsraum der Kraftstoffhochdruckpumpe eingelassen. Dadurch, dass die Bewegung der Ankereinheit gedämpft ist, wird neben der Verschleißverringerung durch das unterbundene Anschlagen der Ankereinheit an dem Magnetkern insbesondere auch eine Geräuschreduzierung erreicht. Schließlich kann dadurch auch eine Erhöhung der Genauigkeit der Kraftstoffzumessung erreicht werden, da durch die Dämpfung ein Abprallen der Ankereinheit von dem Magnetkern und ein dadurch verursachtes erneutes Öffnen des Fluidventils ausgeschlossen ist. Das durch den Durchströmungsquerschnitt hindurch strömende Medium kann im Übrigen ein gasförmiges Medium, insbesondere Luft oder aber auch ein Fluid, insbesondere Kraftstoff sein. Beispielsweise bei einer flüssigkeitsdichten Abdichtung des Elektromagneten gegenüber dem Fluidventil kann der Elektromagnet mit Luft gefüllt sein, während bei einem nicht gegenüber dem Fluidventil abgedichteten Elektromagneten dieser mit Kraftstoff gefüllt ist. Dabei kann bei dieser Ausgestaltung der Kraftstoff sowohl als Dämpfungsfluid, als auch als Schmierfluid für die bewegten Teile des Elektromagneten herangezogen werden.

**[0011]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Zeichnungsbeschreibung zu entnehmen, in der ein in den Figuren dargestelltes Ausführungsbeispiel näher beschrieben ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0012]** Es zeigen:

**[0013]** Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäß ausgestalteten und ein Fluidventil betätigenden Elektromagneten, wobei der Elektromagnet das Fluidventil in eine geöffnete Stellung bewegt hat,

**[0014]** Fig. 2 einen ähnlichen schematischen Längsschnitt wie bei Fig. 1, wobei eine Ankereinheit eines Elektromagneten eine Stellung kurz vor einem Anschlag an einem Magnetkern des Elektromagneten eingenommen hat und

**[0015]** Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch einen Elektromagneten und ein Fluidventil in einer geschlossenen Position des Fluidventils, bei dem eine Ankereinheit des Elektromagneten an einem Magnetkern beziehungsweise einer Restluftspaltscheibe anliegt.

#### Ausführungsform der Erfindung

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen Elektromagneten **1**, der mit einem Fluidventil **2** zusammenwirkt, wobei Fig. 1 die geöffnete Stellung des Fluidventils **2** wiedergibt. Das Fluidventil **2** weist einen Ventilteller **3** tragenden Ventilkolben **4** auf, wobei der Ventilkolben **4** in einem Ventilzylinder **5** unter gleichzeitiger Bildung eines Ventilsitzes **6** für den Ventilteller **3** geführt ist. Dem Ventilsitz **6** ist ein Ventilraum **7** benachbart, der über Bohrungen **8** mit einem umgebenden Ringraum **9** in einem Gehäuse verbunden ist. Der Ringraum **9** ist seinerseits über eine Zugangsbohrung **11** mit dem weiteren Kraftstoffsystem verbunden. Das Gehäuse ist beispielsweise in den Pumpenzylinderkopf **12** einer Kraftstoffhochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem eingebaut oder aber das Gehäuse ist der Pumpenzylinderkopf **12** selbst. In den Pumpenzylinderkopf **12** ist ein Pumpenarbeitsraum **13** der Kraftstoffhochdruckpumpe eingelassen, der bei der geöffneten dargestellten Position des Fluidventils **2** über die Zugangsbohrung **11**, den Ringraum **9**, die Bohrungen **8** und den Ventilraum **7** mit Kraftstoff befüllt wird.

**[0017]** Diese Befüllung erfolgt bei einer Abwärtsbewegung eines unterhalb des Pumpenarbeitsraums **13** in einer Zylinderbohrung eines vorzugsweise einstückig mit dem Pumpenzylinderkopf **12** ausgebildeten Pumpenzylinders **10** der Kraftstoffhochdruckpumpe bewegbaren Pumpenkolbens **20**. Dieser Pumpenkolben **20** wird von einer Nockenwelle oder Exzenterwelle der Kraftstoffhochdruckpumpe periodisch auf und ab bewegt, wobei der Pumpenkolben **20** bei einer Aufwärtsbewegung und dann den Pumpenarbeitsraum **13** von dem Ventilraum **7** absperrenden Fluidventil **2** (siehe auch Fig. 3) in dem Pumpenarbeitsraum **13** befindlichen Kraftstoff über einen Hochdruckauslass **14** mit einem eingesetzten Rückschlagventil in eine weiterführende Hochdruckleitung fördert, die mit einem Hochdruckspeicher des Kraftstoffeinspritzsystems verschaltet ist. Aus dem Hochdruckspeicher kann der dort unter einem Druck von bis zu 3.000 bar gespeicherte Kraftstoff von Kraftstoffinjektoren zur Einspritzung in zugeordnete Brennräume der Brennkraftmaschine entnommen werden. Der Zugangsbohrung **11** wird der Kraftstoff von einem Kraftstoffniederdrucksystem als Bestandteil des Kraftstoffeinspritzsystems beispielsweise aus einem Tank zugeführt.

**[0018]** Gegenüberliegend zu dem Ventilteller **3** ist an dem Ventilkolben **4** ein Federteller **15** befestigt, zwischen dem und dem Ventilzylinder **5** eine Ventilfe-

der **16** eingespannt ist. Die Ventildfeder **16** weist eine geringe Federsteifigkeit auf und drückt (ungeachtet sonstiger einwirkender Kräfte) den Federteller **3** zur Anlage in den Ventilsitz **6**. Oberhalb des Ventilkolbens **4** ist der Elektromagnet **1** angeordnet, der eine in einem Magnetgehäuse **17** angeordnete Spule **18** aufweist. Das Magnetgehäuse **17** ist in eine ZylinderAusnehmung in dem Ventilgehäuse **10** eingesetzt. Weiterhin weist der Elektromagnet **1** eine Ankereinheit **19** auf, die aus zumindest einem in der Figur dargestellten Anker besteht. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Ankereinheit **19** zusätzlich einen den Anker tragenden Ankerbolzen aufweist. Dabei kann dann der Ankerbolzen (anstelle der Ankereinheit **19**) in geeigneter Art und Weise in dem Magnetgehäuse **17** gelagert sein. Die Ankereinheit **19** ist in einer in dem Magnetgehäuse **17** angeordneten Führung längsbeweglich geführt. Der Ankerbolzen kann aber auch ohne eigene Führung verbaut sein und der Anker durch eine den Anker umgebende Buchse **21** aus einem magnetisch isolierenden Werkstoff in dem Magnetgehäuse **17** geführt sein. Weiterhin ist in einem den Anker **19** aufnehmenden Anker Raum **22** zumindest eine obere Restluftspaltscheibe **23** verbaut, die ebenfalls aus einem magnetisch isolierenden Werkstoff hergestellt ist und die nach oben gerichtet axiale Bewegung der Ankereinheit **19** und somit insbesondere des Ankers begrenzt.

**[0019]** Der Anker – oder bei Vorhandensein der Ankerbolzen – der Ankereinheit **19** und der Ventilkolben **4** weisen ebenflächig zueinander ausgebildete Kontaktflächen auf, über die eine von dem Elektromagneten **1** über die Ankereinheit **19** ausgeübte Öffnungsbewegung auf den Ventilkolben **4** übertragen wird. In dem Ankerraum **22** und einem darüber angeordneten Druckfederraum **24** ist eine Druckfeder **25** mit hoher Federsteifigkeit angeordnet, die im unbestromten Zustand der Spule **18** die Ankereinheit **19** auf den Ventilkolben **4** und somit unter Überwindung der Federkraft der Ventildfeder **16** den Ventilkolben **3** zur Einstellung der offenen Position des Ventiltellers **3** in Richtung zu dem Pumpenarbeitsraum **13** drückt.

**[0020]** Im bestromten Zustand der Spule **18** wird ein elektromagnetisches Feld umfänglich der Spule **18** erzeugt, das die Ankereinheit **19** – wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt – bis zur Anlage an der oberen Restluftspaltscheibe **23a** nach oben bewegt. Dadurch kann die Ventildfeder **16** den Federteller **15** und damit den Ventilkolben **4** und den Ventilteller **3** nach oben bis zu einem in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellten Anliegen des Ventiltellers **3** in dem Ventilsitz **6** bewegen.

**[0021]** Um eine Dämpfung des Anschlags der Ankereinheit **19** an dem Magnetkern **17** zu erreichen, ist in den Anker **19** ein Konus **26** eingearbeitet, der mit einer Gegenfläche **27** (siehe auch **Fig. 2**) an dem Magnetkern **17** vor dem Anschlagen des Ankers **19** an

dem Magnetkern **17** beziehungsweise der Restluftspaltscheibe **23** zusammenwirkt. Dadurch wird der in **Fig. 2** dargestellte Durchströmungsquerschnitt **28** gebildet, der eine Dämpfung der Anschlagbewegung des Ankers **19** bewirkt. Für den Fall, dass der Elektromagnet **1** gegenüber dem Fluidventil **2** flüssigkeitsdicht abgetrennt ist, kann sich Luft in dem Elektromagneten **1** befinden und folglich strömt Luft durch den Durchströmungsquerschnitt **28**. Für den Fall, dass das Fluidventil **2** nicht gegenüber dem Elektromagneten **1** abgedichtet ist, ist der Ankerraum **22** beispielsweise mit Kraftstoff befüllt und durch den Durchströmungsquerschnitt **28** strömt Kraftstoff zur Dämpfung der Anschlagbewegung. Die Luft oder der Kraftstoff strömt dabei aus einem Druckpolsterraum **31** entlang dem Durchströmungsquerschnitt **28** in die topfförmige Ausnehmung **29**, die über eine Strömungsverbindung **32** mit dem darunterliegenden und sich vergrößernden unteren Ankerraum **22** verbunden ist.

**[0022]** Der Konus **26** umgibt weiterhin eine topfförmige Ausnehmung **29**, die ebenfalls in die Ankereinheit **19** eingelassen ist. In die topfförmige Ausnehmung **29** ist ein an dem Magnetkern **17** angeordneter Zylindervorsprung **30**, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, einführbar, der ebenfalls eine Dämpfung der Anschlagbewegung des Ankers **19** bewirkt, indem die Strömungsverbindung **32** von dem Durchströmungsquerschnitt und dem oberen Ankerraum **22** abgesperrt wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102011052526 A1 [0002]

### Patentansprüche

1. Elektromagnet (1) eines elektromagnetisch betätigten Fluidventils (2), wobei der Elektromagnet (1) einen eine Spule (18) aufnehmenden Magnetkern (17) sowie eine Ankereinheit (19) aufweist, die axial zu der Spule (18) in dem Magnetkern (17) beweglich ist, und ferner eine Einrichtung zur Dämpfung eines Anschlags der Ankereinheit (19) an dem Magnetkern (17) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung einen sich bei einer Bewegung der Ankereinheit (19) verringernden Durchströmungsquerschnitt (28) für ein Medium aufweist.

2. Elektromagnet (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung ein mit einer Gegenfläche (27) zusammenwirkender Konus (26) ist.

3. Elektromagnet (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Konus (26) in die Ankereinheit (19) eingelassen ist.

4. Elektromagnet (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Konus (26) in den Magnetkern (17) eingelassen ist.

5. Elektromagnet (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gegenfläche (27) in dem Magnetkern (17) oder der Ankereinheit (19) angeordnet ist.

6. Elektromagnet (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Konus (26) eine topfförmige Ausnehmung (29) umgibt.

7. Elektromagnet (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetkern (17) oder die Ankereinheit (19) einen in die topfförmige Ausnehmung (29) einführbaren Zylindervorsprung (30) aufweist.

8. Elektromagnet (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Endanlage der Ankereinheit (19) in dem Magnetkern (17) von einer im Bereich des Konus (26) und/oder der topfförmigen Ausnehmung (29) angeordneten Restluftspaltscheibe (23) gebildet ist.

9. Elektromagnet (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Medium ein gasförmiges Medium oder ein Fluid ist.

10. Elektromagnet (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektromagnet (1) und das Fluidventil (2) Teil eines elektromagnetisch betätigten Saugventils für eine Kraftstoffhochdruckpumpe sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

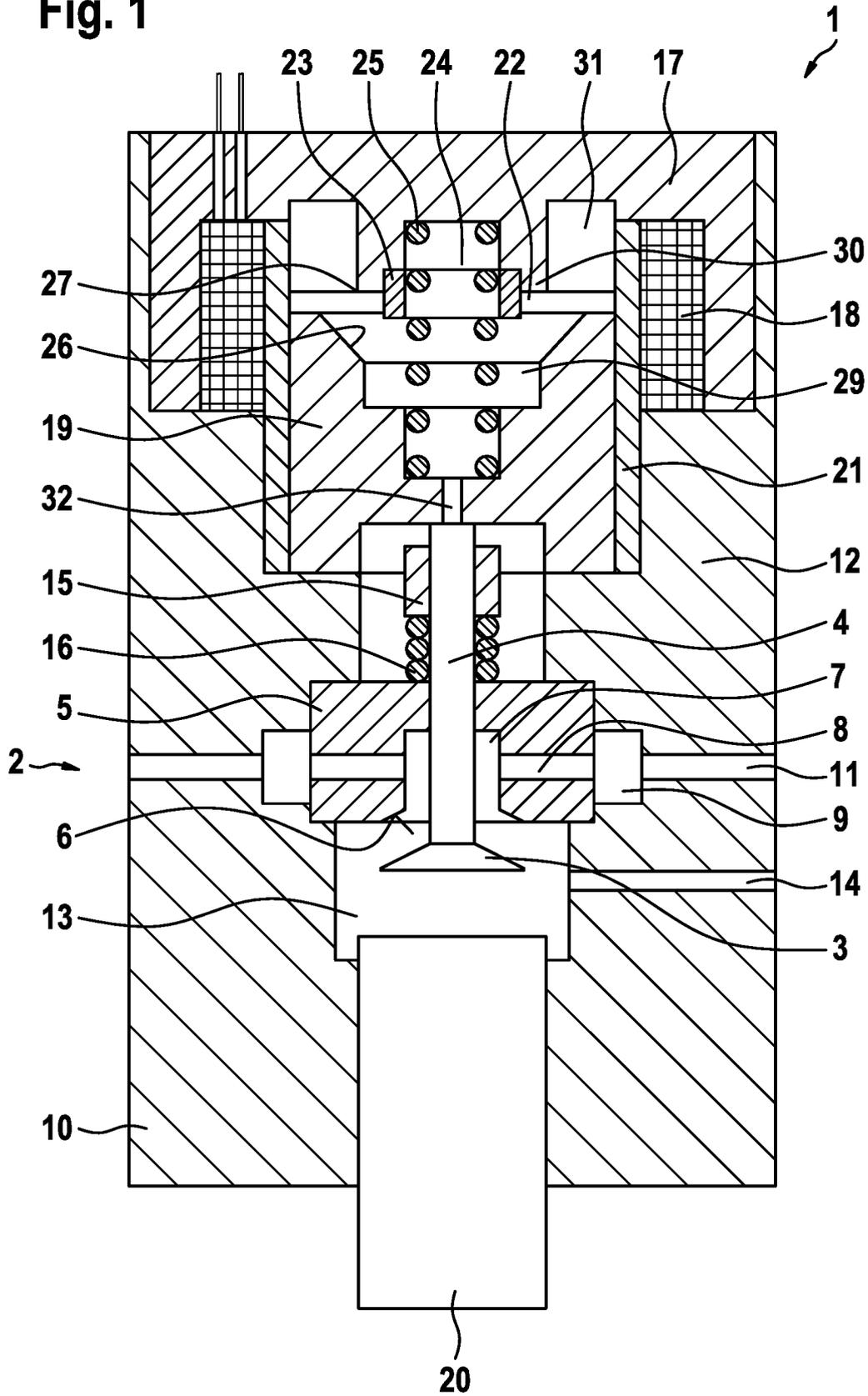


Fig. 2

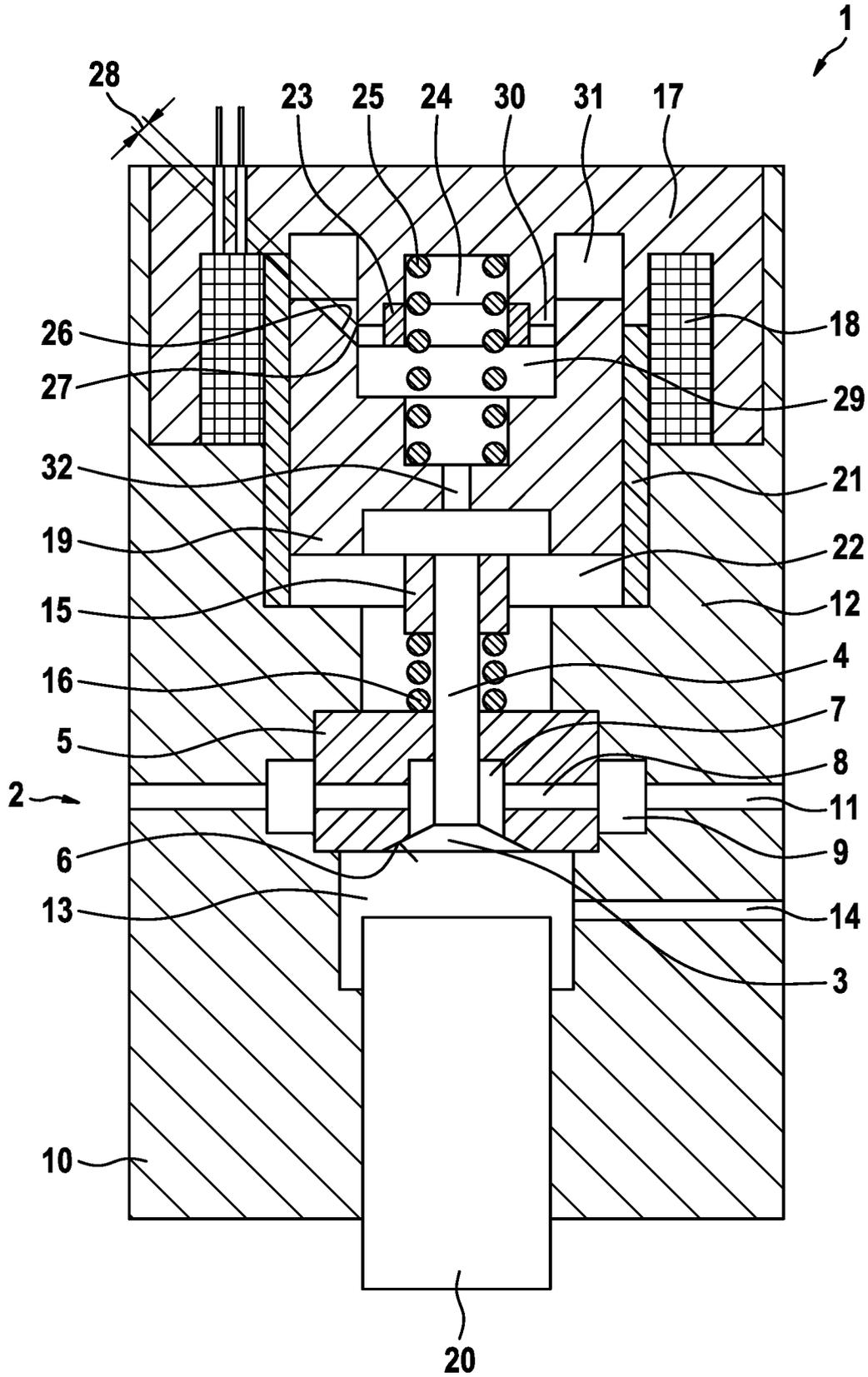


Fig. 3

