

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
13. Dezember 2012 (13.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/167994 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057560
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. April 2012 (25.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 077 059.3 7. Juni 2011 (07.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RAPP, Holger** [DE/DE]; Birkenweg 22, 71254 Ditzingen (DE). **CLAUSS, Helmut** [DE/DE]; Göttenweg 6, 71735 Eberdingen (DE). **STOECKLEIN, Wolfgang** [DE/DE]; Haydnweg 2, 71332 Waiblingen (DE). **PAUER, Thomas** [DE/DE]; Grosse Aecker 10, 71691 Freiberg (DE). **WANG, Changyi** [DE/DE]; Johannes-Brahms-Strasse 5,

70806 Kornwestheim (DE). **RUECKLE, Markus** [DE/DE]; Obere Koerschmuehle Gewann 3, 70567 Stuttgart (DE). **SCHNELL, Matthias** [DE/DE]; Bruenner Str. 9, 73614 Schorndorf (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung : KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL

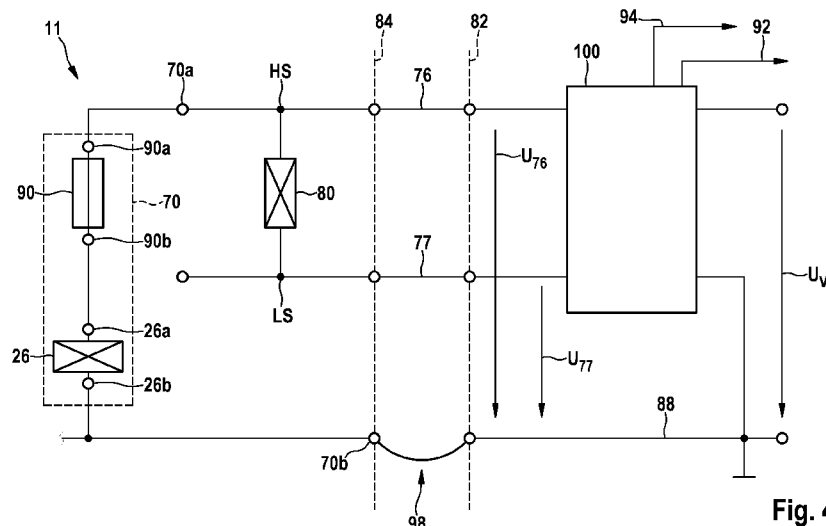


Fig. 4

(57) Abstract: A fuel injection valve (11) with an actuator (80) and a sensor device (70), and a method are described. A first connection (70a) of the sensor device (70) is connected to a connection (HS) of an actuator (80). A further connection (70b) of the sensor device (70) is connected to a reference potential (88). The sensor device (70) comprises a sensor (26) and an overflow protection device (90) connected in series with the sensor (26).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Kraftstoffeinspritzventil (11) mit einem Aktor (80) und einer Sensoreinrichtung (70) sowie ein Verfahren beschrieben. Ein erster Anschluss (70a) der Sensoreinrichtung (70) ist mit einem Anschluss (HS) eines Aktors (80) verbunden. Ein weiterer Anschluss (70b) der Sensoreinrichtung (70) ist mit einem Bezugspotential (88) verbunden. Die Sensoreinrichtung (70) umfasst einen Sensor (26) und eine in Serie zu dem Sensor (26) geschaltete Überstromschutzvorrichtung (90).



WO 2012/167994 A2



MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

5 Beschreibung

Titel

Kraftstoffeinspritzventil

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben des Kraftstoffeinspritzventils nach einem nebengeordneten Patentanspruch.

15

Schaltglieder, wie etwa Relais oder Magnetventile, die insbesondere als Einspritzventile einer Brennkraftmaschine verwendet werden, sind im Betrieb hohen Anforderungen ausgesetzt und werden daher häufig überwacht. Diese Überwachung geschieht beispielsweise durch eine Auswertung von Strömen und/oder Spannungen eines Aktors des Schaltglieds. Hierzu können insbesondere Sensoren dienen, die physikalische Größen erfassen und in elektrische Größen umsetzen. Die Übertragung dieser Größen an eine Steuereinheit oder dergleichen ist im Allgemeinen mit einem erhöhten Aufwand bezüglich der Anzahl elektrischer Leitungen verbunden.

20

25

Bei Magnetventilen für eine Benzin-Direkteinspritzung von Brennkraftmaschinen können elektrische Ansteuergrößen des Magnetkreises dazu verwendet werden, den Schließzeitpunkt einer Düsennadel des Einspritzventils zu ermitteln, wenn der Magnetkreis die Düsennadel direkt betätigt. Hierbei sind häufig zusätzliche Messleitungen oder dergleichen entbehrlich. Im Unterschied dazu – beispielsweise für Diesel-Einspritzung – gibt es Ausführungen von Einspritzventilen, bei denen der Magnetkreis zusätzlich ein Servoventil betätigt, welches nachfolgend eine Düsennadel betätigende Hochdruckhydraulik steuert. Der Schließzeitpunkt der Düsennadel kann dabei nicht aus der Bewegung eines Magnetankers des Magnetventils ermittelt werden.

30

35

Aus der DE 10 2010 063 681 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Messzustand hergestellt wird, in dem mindestens ein Anschluss des Aktors zumindest zeitweise von einem Bezugspotential und/oder von einer den Aktor ansteuernden Quelle im Wesentlichen entkoppelt wird. In dem Messzustand wird  
5 mindestens ein Signal mindestens eines Sensors einer Sensoreinrichtung aus mindestens einem elektrischen Potential an mindestens einem Anschluss des Aktors ermittelt. Vorteilhaft können Leitungen zum Aktor und der Sensoreinrichtung eingespart werden.

#### 10 Offenbarung der Erfindung

Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird durch ein Kraftstoffeinspritzventil nach dem Anspruch 1 sowie ein Verfahren und eine elektrische Schaltung nach nebengeordneten Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte  
15 Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die vorgesehene Überstromschutzeinrichtung in Serie zu einem Sensor wird vorteilhaft erreicht, dass ein angeschlossener Aktor im Kurzschlussfall des Sensors nicht mit dem Bezugspotential verbunden wird und damit bei einem  
20 Kurzschluss des Sensors weiterbetrieben werden kann. Eine schnelle Abschaltung des Sensors verhindert damit eine Störung der Aktorfunktion oder auch eine Beschädigung des Aktors und ermöglicht den weiteren fehlerfreien Betrieb des Aktors.

Vorteilhaft wird bei dem Verfahren in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential oder dessen Verlauf der Kurzschluss des Sensors ermittelt. Dadurch wird vorteilhaft der Weiterbetrieb des Aktors auch ohne ein Signal des Sensors ermöglicht.

Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in den nachfolgenden Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine teilweise Schnittdarstellung eines Servoventils eines Kraftstoffeinspritzventils mit einem magnetischen Schaltglied und einem Ventilstück;

Figur 2 ein Zeitdiagramm eines Stellraumdrucks und eines Hubs eines als Ventilnadel ausgebildeten Ventilelements des Servoventils von Figur 1;

Figur 3 ein vereinfachtes Schema eines Ausführungsbeispiels zum Anschluss eines Sensors und einer Spule in einem Gehäuse eines Kraftstoffeinspritzventils;

Figur 4 ein schematisches Schaltbild mit einem Kraftstoffeinspritzventil und einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung des Kraftstoffeinspritzventils;

Figur 5 eine erste Ausführungsform einer Überstromschutzeinrichtung; und

Figur 6 eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung.

Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

Figur 1 zeigt eine teilweise Schnittdarstellung eines Servoventils 10 eines weiter nicht genauer dargestellten Kraftstoffeinspritzventils 11 einer Brennkraftmaschine. Das Servoventil 10 ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch um eine Längsachse 12 ausgeführt. In einem oberen Bereich der Zeichnung ist eine an einem (nicht dargestellten) Gehäuse fest verankerte Abstützplatte 14 dargestellt, in einem vertikal mittleren Bereich ist ein magnetisches Schaltglied 16 dargestellt, und in einem unteren Bereich ist ein gehäusefestes Ventilstück 18 mit einem hydraulischen Stellraum 20 und einem

auf eine nicht dargestellte Ventilnadel des Kraftstoffeinspritzventils 11 wirkenden oder mit einer solchen Ventilnadel fest verbundenen Ventilkolben 22 dargestellt.

Die Abstützplatte 14 weist im Bereich der Längsachse 12 einen Stützkolben 24 auf, mit dem ein kraftempfindlicher Wandler 26 wirkverbunden ist. Der kraftempfindliche Wandler 26 stützt sich wiederum in Richtung der Längsachse 12 an der Abstützplatte 14 ab. In der Zeichnung oberhalb des kraftschlüssigen Wandlers 26 sind zwei Öffnungen (ohne Bezugszeichen) angeordnet, durch welche Leitungen zur Kontaktierung der Anschlüsse 70a und 70b einer Sensoreinrichtung 70 geführt sind. Die Anordnung der beiden Öffnungen ist in der Figur 1 lediglich beispielhaft dargestellt.

Das magnetische Schaltglied 16 umfasst eine Spule 30, welche in einen Magnetkern 32 eingebettet ist, wobei der Magnetkern 32 von einer Tellerfeder 34 gegen einen ringförmigen Ankeranschlag 36 gedrückt wird. Der Ankeranschlag 36 wird seinerseits von der Tellerfeder 34 mittels des Magnetkerns 32 gegen einen Durchmessersprung (ohne Bezugszeichen) einer gehäusefesten Hülse 38 gedrückt. Entlang eines mittleren Bereichs der Längsachse 12 ist ein längs der Längsachse 12 spielbehaftet gelagerter aber radial gehaltener Ankerbolzen 40 angeordnet, auf dem ein Anker 42 in Richtung der Längsachse 12 verschiebbar angeordnet ist. Ein in Figur 1 unterer Endbereich 44 des Ankers 42 kann an einem einen Ventilsitz bildenden Dichtabschnitt 46 des Ventilstücks 18 aufliegen. Der Endbereich 44 bildet insoweit ein Ventilelement des Servoventils 10. Das magnetische Schaltglied 16 ist wie die übrigen Elemente des Servoventils 10 im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgeführt, dargestellt ist jedoch nur die in der Zeichnung rechte Hälfte einer Schnittansicht. Ein Führungsdurchmesser des Ankerbolzens 40 und ein Sitzdurchmesser im Bereich des Dichtabschnitts 46 sind in etwa gleich groß.

Das Ventilstück 18 umgrenzt den hydraulischen Steuerraum 20 und den Ventilkolben 22. Der Ventilkolben 22 ist in dem Ventilstück 18 in Richtung der Längsachse 12 verschiebbar und ist, wie bereits oben erwähnt, mit einem nicht dargestellten Ventilelement (Düsen- oder Ventilnadel) gekoppelt. In der Zeichnung oberhalb des Steuerraums 20 ist dieser über eine Ablaufdrossel 48 mit einem Ventilraum 50 verbunden. In der Zeichnung rechts des Steuerraums 20 ist eine Zulaufdrossel 52 angeordnet, durch welche der Steuerraum 20 mit

5 einem unter hohem Druck stehenden Fluid 54 gespeist werden kann. Das Fluid 54 wird beispielsweise von einem nicht gezeigten Common-Rail-Kraftstoffsystem zur Verfügung gestellt. Ein Fluidraum 56, in dem der Anker 42 und der Ankerbolzen 40 angeordnet sind, ist mit einem nicht gezeigten Niederdruckbereich verbunden.

10 Solange die Spule 30 nicht bestromt ist, wird der Endbereich 44 durch eine nicht gezeigte Ventildfeder gegen den Dichtabschnitt 46 gedrückt, das Servoventil 10 ist also geschlossen. Aufgrund der Druckverhältnisse im Steuerraum 20 wird der Ventilkolben 22 in der Zeichnung nach unten gedrückt, so dass die (nicht dargestellte) Ventilnadel schließt. Wird die Spule 30 bestromt, so wird der Anker 42 durch magnetische Kraft in Richtung des Magnetkerns 32 gegen den Ankeranschlag 36 bewegt. Hierdurch strömt Fluid aus dem Steuerraum 20 zum Fluidraum 56 hin ab, so dass der Druck im Steuerraum 20 sinkt und sich die 15 Ventilnadel mit dem Ventilkolben 22 in Figur 1 nach oben bewegen und öffnen kann. Die Kraftstoff-Einspritzung beginnt. Zum Schließen wird die Bestromung der Spule 30 beendet. Durch die Ventildfeder wird der Endbereich 44 wieder gegen den Dichtabschnitt 46 gedrückt, das Servoventil 10 schließt also, und das Abströmen von Fluid aus dem Steuerraum 20 wird beendet. Da weiterhin Fluid 20 über die Zulaufdrossel 52 in den Steuerraum 20 nachströmt, werden der Ventilkolben 22 und mit ihm die Ventilnadel in Figur 1 nach unten in Schließrichtung bewegt. Die Kraftstoff-Einspritzung endet.

25 Der Schließzeitpunkt des Kraftstoffeinspritzventils 11 kann ermittelt werden, indem der Verlauf der Kraft, die der Ankerbolzen 40 gegen den kraftempfindlichen Wandler 26 ausübt, ausgewertet wird. Durch eine solche Kraft bzw. Kraftänderung wird in dem letzteren eine Spannung aufgebaut oder ein Stromimpuls erzeugt oder es erfolgt eine Änderung eines passiven Parameters des Sensors, beispielsweise seines Widerstands oder seiner Kapazität, wodurch 30 ein Sensorsignal erzeugt wird. Das Sensorsignal kann mittels einer elektrischen Schaltung, wie sie nachfolgend in der Figur 4 beschrieben wird, erfasst werden.

35 Der kraftempfindliche Wandler 26 kann auch als ein Sensor ausgeführt sein, welcher alternativ oder ergänzend eine Kraft und/oder einen Druck des Fluids 54 und/oder einen Körperschall der Abstützplatte 14 bzw. eines Gehäuses des Kraftstoffeinspritzventils 11 erfasst, so dass daraus ebenfalls die

Öffnungszeitpunkte und/oder Schließzeitpunkte des Servoventils 10 ermittelt werden können. Der kraftempfindliche Wandler 26 wird deshalb nachfolgend verallgemeinert als Sensor 26 bezeichnet.

Figur 2 zeigt einen zeitlichen Zusammenhang zwischen dem Druck 160 in dem Ventilraum 50, dem Druck 60 in dem Steuerraum 20 und dem Hub 62 des Ventilkolbens 22 bzw. der damit verbundenen Ventilnadel. In einem oberen Diagramm der Figur 2 sind an der Ordinate der Druck 60 in dem Steuerraum 20 sowie der Druck 160 in dem Ventilraum 50 aufgetragen, und in einem unteren Diagramm ist an der Ordinate der Hub 62 des Ventilkolbens 22 aufgetragen. Dabei ist der Druck 60 durch eine durchgezogene Linie, der Druck 160 durch eine strichlierte Linie dargestellt. Vorliegend bedeutet ein Hub 62 von null ein geschlossenes Einspritzventil. Beide Diagramme weisen auf der Abszisse einen zueinander gleichen Zeitmaßstab  $t$  auf.

Man erkennt, dass sowohl zu Beginn der Öffnungsbewegung des Ventilkolbens 22 in einem Zeitpunkt  $t_a$  als auch am Ende der Schließbewegung in einem Zeitpunkt  $t_b$  der Verlauf des Drucks 60 deutliche Veränderungen erfährt. Unmittelbar vor dem Öffnen zum Zeitpunkt  $t_a$  ergibt sich ein plötzlicher Druckabfall, beim Schließen zum Zeitpunkt  $t_b$  erfolgt ein plötzlicher Druckanstieg. Der Druck 160 im Ventilraum 50, der bei geschlossenem Servoventil 10 mit dem Druck 60 im Steuerraum 20 identisch ist, wirkt über den Ankerbolzen 40 auf den kraftempfindlichen Wandler 26, und kann somit in ein Sensorsignal umgewandelt werden, so dass die Veränderungen des Drucks 160 sich im Sensorsignal abbilden und somit für eine Ermittlung beispielsweise des Schließzeitpunktes ausgewertet werden können.

Figur 3 zeigt ein vereinfachtes schematisches Ausführungsbeispiel zum Anschluss der Sensoreinrichtung 70 und eines Aktors 80 in einem Gehäuse 64 des Kraftstoffeinspritzventils 11. Der Aktor 80 kann die vorgenannte Spule 30 umfassen, jedoch auch andere oder weitere Elemente. Die Anschlüsse HS und LS des Aktors 80 sind isoliert aus dem Gehäuse 64 des Kraftstoffeinspritzventils 11 heraus geführt. Der Anschluss 70a der Sensoreinrichtung 70 ist mit dem Anschluss HS des Aktors 80 elektrisch leitend verbunden, der weitere Anschluss 70b des Sensors 26 ist elektrisch leitend mit einem elektrisch leitenden Abschnitt 66 des Gehäuses 64 niederohmig verbunden. Das Gehäuse 64 wiederum ist mit



5 einem Bezugspotential 88, welche vorliegend ein Massepotential eines das Kraftstoffeinspritzventil 11 enthaltenden Kraftfahrzeugs ist, elektrisch leitend verbunden. Dies erfolgt mittels der mechanischen Befestigung des Kraftstoffeinspritzventils 11, welches beispielsweise in einen Motorblock eingeschraubt ist. Dies ist in der Zeichnung jedoch nicht dargestellt.

10 Der Sensor 26 ermittelt entsprechend der Darstellung von Figur 2 den Druck 160 in dem Ventilraum 50 des Servoventils 10. Über den Anschluss HS bzw. LS des Aktors 80 kann ein Signal des Sensors 26 ermittelt werden, indem ein elektrisches Potential am Anschluss HS bzw. LS des Aktors erfasst wird. Durch die Anordnung des Sensors 26 innerhalb des Gehäuses 64 ist die Signalermittlung besonders robust und unempfindlich gegen störende elektromagnetische Einkopplungen.

15 Die nachfolgend zu den Figuren 4 bis 6 beschriebenen Ausführungsformen des Kraftstoffeinspritzventils 11 sind selbstverständlich nicht auf die vorstehend zu den Figuren 1 bis 3 beschriebenen Ausführungsformen des Servoventils sowie der dazu beschriebenen Verfahren beschränkt. Die Spule 30 wird daher nachstehend allgemein als Aktor 80 bezeichnet.

20 Figur 4 zeigt ein schematisches Schaltbild mit dem Kraftstoffeinspritzventil 11 und einer elektrischen Schaltung 100 zur Ansteuerung des Kraftstoffeinspritzventils 11. Das Kraftstoffeinspritzventil 11 umfasst den Aktor 80 und die Sensoreinrichtung 70. Die Sensoreinrichtung 70 umfasst den Sensor 26 mit Anschlüssen 26a und 26b und eine in Serie zu dem Sensor 26 geschaltete Überstromschutzeinrichtung 90 mit Anschlüssen 90a und 90b. Der Anschluss 90b der Überstromschutzeinrichtung 90 ist mit dem Anschluss 26a des Sensors verbunden.

30 Alternativ zu der gezeigten Sensoreinrichtung 70 kann die Position des Sensors 26 und der Überstromschutzeinrichtung 90 vertauscht sein, wobei der Sensor 26 mit seinem Anschluss 26a direkt mit dem Anschluss 70a der Sensoreinrichtung 70 verbunden ist und die Überstromschutzeinrichtung 90 mit ihrem Anschluss 90b mit dem Anschluss 70b der Sensoreinrichtung 70 und damit mit dem  
35 Bezugspotential 88 verbunden ist. Intern sind in diesem Fall der Anschluss 26b des Sensors 26 und der Anschluss 90a der Überstromschutzeinrichtung 90

miteinander verbunden. Selbstverständlich können sich zwischen der Sensoreinrichtung 70 und den Anschlüssen HS oder LS und zwischen der Sensoreinrichtung 70 und dem Bezugspotential 88 weitere Bauelemente wie Widerstände, Spulen oder Kapazitäten befinden. Auch zwischen der Überstromschutzeinrichtung 90 und dem Sensor 26 können sich weitere Bauelemente befinden.

In einer alternativen Ausführungsform ist der Anschluss 70a der Sensoreinrichtung 70 nicht mit dem Anschluss HS des Aktors 80, wie in Figur 4 verbunden, sondern der Anschluss 70a der Sensoreinrichtung 70 ist mit dem Anschluss LS des Aktors 80 verbunden.

In der Figur 4 links von einer senkrechten gestrichelten Linie 84 befindet sich das Kraftstoffeinspritzventil 11. Die Sensoreinrichtung 70 ist mit dem Anschluss 70a an den Anschluss HS des Aktors 80 angeschlossen, und mit dem Anschluss 70b an das Bezugspotential 88 angeschlossen. Der Bereich zwischen der senkrecht gestrichelten Linie 84 und einer senkrecht gestrichelten Linie 82 repräsentiert einen (nicht explizit gezeichneten) Kabelbaum, der unter anderem Ansteuerleitungen 76 und 77 umfasst. Ein Pfeil 98 symbolisiert die Verbindung des Bezugspotentials 88 beziehungsweise der Fahrzeugmasse zwischen dem Kraftstoffeinspritzventil 11 und einer Masse der elektrischen Schaltung 100. Diese Verbindung erfolgt parallel über die Karosserie des Fahrzeugs und über eine Masseleitung innerhalb des Kabelbaums.

In der Figur 4 rechts von einer Linie 82 befindet sich die elektrische Schaltung 100. Die elektrische Schaltung 100 dient dazu, den Aktor 80 anzusteuern sowie ein Signal des Sensors 26 beispielsweise über ein Potential  $U_{76}$  und/oder ein Potential  $U_{77}$  zu erfassen.

In einer ersten Phase wird der Aktor 80 mittels der elektrischen Schaltung 100 bestromt. Dies geschieht dadurch, dass die elektrische Schaltung den Aktor 80 an eine ansteuernde Quelle anschaltet, das heißt, niederohmig mit der Quelle verbindet. In Verbindung mit Figur 1 wird die Spule 30 daher bestromt und das Servoventil 10 kann in eine Arbeitsstellung gebracht werden. Selbstverständlich lässt sich das dargestellte Prinzip auch auf andere Aktoren übertragen.

In einer zweiten Phase wird der Aktor 80 mittels der elektrischen Schaltung 100 von der ansteuernden Quelle entkoppelt. Der Strom in dem Aktor 80 wird zu Null, und in Verbindung mit Figur 1 kann das Servoventil 10 seine Ruhestellung einnehmen.

In einer dritten Phase wird ein Messzustand hergestellt, in dem eine nicht weiter erläuterte Auswerteschaltung innerhalb der elektrischen Schaltung 100 aktiviert wird. Dies kann auch unabhängig davon erfolgen, ob und wie weit die Restenergie des Aktors 80 in der vorangegangenen zweiten Phase tatsächlich abgeklungen ist. Der Übergang von der zweiten zur dritten Phase kann also nach Bedarf willkürlich gewählt werden. Alternativ kann die nicht weiter erläuterte Auswerteschaltung innerhalb der elektrischen Schaltung 100 auch ständig aktiv sein.

Die nicht näher erläuterte Auswerteschaltung in der elektrischen Schaltung 100 erfasst die Potentiale  $U_{76}$  und/oder  $U_{77}$  der Ansteuerleitungen 76 und/oder 77 gegen das Bezugspotential 88, um ein durch die Sensoreinrichtung 70 beziehungsweise den Sensor 26 erzeugtes Spannungssignal oder Stromsignal zu ermitteln. Es kann auch genügen, allein das Potential  $U_{76}$  oder allein das Potential  $U_{77}$  auszuwerten. In Abhängigkeit von der vorstehenden Auswertung des Potentials  $U_{76}$  und/oder des Potentials  $U_{77}$  erzeugt die elektrische Schaltung 100 ein Signal 92, das in Abhängigkeit von dem Signal des Sensors 26 gebildet wird und das das Signal des Sensors 26 in dem Messzustand abbildet.

Liegt nun ein Kurzschluss des Sensors 26 vor, das heißt, die Anschlüsse 26a und 26b des Sensors werden im Wesentlichen direkt miteinander verbunden oder der Anschluss 26a des Sensors 26 wird mit dem Bezugspotential 88 oder mit dem Anschluss LS des Aktors 80 verbunden, so sorgt die Überstromschutzeinrichtung 90 dafür, dass der Sensor 26 vom Aktor 80 getrennt wird. Hierbei wird der Anschluss 70a der Sensoreinrichtung 70 vom Sensor 26 getrennt. Damit entspricht in der dritten Phase das elektrische Potential  $U_{76}$  im Falle des Kurzschlusses des Sensors 26, das heißt bei abgetrenntem Sensor 26, im Wesentlichen dem Potential, welches bei abgetrennter Sensoreinrichtung 70 von der elektrischen Schaltung 100 bzw. vom Aktor 80 wird. Dieses elektrische Potential  $U_{76}$ , das bei abgetrennter Sensoreinrichtung in der elektrischen Schaltung 100 vorliegt, weist einen anderen zeitlichen Verlauf auf als das bei

funktionierendem und mit dem Aktor 80 verbundenen Sensor 26 vorliegende Potential bei nicht-vorliegendem Kurzschluss des Sensors 26. Von der elektrischen Schaltung 100 wird in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential  $U_{76}$  oder von dem Verlauf des elektrischen Potentials  $U_{76}$  der Kurzschluss des Sensors 26 ermittelt. In Abhängigkeit von dem ermittelten Kurzschluss wird ein Fehlersignal 94 erzeugt. Im Falle eines Kurzschlusses des Sensors 26 wird die erste Phase zur Ansteuerung des Aktors 80 unabhängig von dem in der dritten Phase ermittelten Verlauf des Potentials  $U_{76}$  durchgeführt.

In einem Normalbetrieb wird der Aktor 80 in der ersten Phase in Abhängigkeit von dem in der dritten Phase bzw. in einer der zuvor durchgeführten dritten Phasen ermittelten Potential  $U_{76}$ ,  $U_{77}$ , insbesondere in Abhängigkeit von einem aus dem Potential  $U_{76}$ ,  $U_{77}$  ermittelten Schließzeitpunkt einer nicht dargestellten Ventilmadel, angesteuert. Im Falle eines Kurzschlusses des Sensors 26, d.h. in einem Kurzschlussbetrieb, wird der Aktor 80 in der ersten Phase unabhängig von dem zuvor in der dritten Phase bzw. in einer der dritten Phasen ermittelten Potential 26 angesteuert.

Die vorstehenden Ausführungen bezüglich des Potentials  $U_{76}$  lassen sich auf die Ausführungsform, bei der das Potential  $U_{77}$  ausgewertet wird, entsprechend übertragen. Die vorstehenden Ausführungen sowie deren Übertragung auf das Potential  $U_{77}$  gelten unabhängig davon, ob die Sensoreinrichtung 70 mit ihrem Anschluss 70a mit dem Anschluss HS oder dem Anschluss LS des Aktors 80 verbunden ist.

Die Überstromschutzeinrichtung 90 ist derart ausgebildet, dass in dem Normalbetrieb die über den Sensor 26 fließenden Ströme keine Abtrennung des Sensors 26 von dem Aktor 80 zur Folge haben. Bei einem Kurzschlussfall fließen erhöhte Ströme über den Sensor 26 bzw. über den entstandenen Kurzschlusspfad und die Überstromschutzeinrichtung 90. Die Überstromschutzeinrichtung 90 sorgt dann für ein Abtrennen des Sensors 26 von dem Aktor 80. Im Kurzschlussfall des Sensors 26 unterbricht die Überstromschutzeinrichtung 90 den Stromfluss zwischen dem Aktor 80 und dem Sensor 26 allgemein dann, wenn die Stromstärke einen bestimmten Wert während einer bestimmten Zeitdauer überschreitet.

In dem Normalbetrieb des Schaltglieds 16 wird der Aktor 80 in der ersten Phase in Abhängigkeit von dem in der dritten Phase ermittelten Potential  $U_{76}$  angesteuert. Im Falle eines Kurzschlusses wird die Ansteuerung des Aktors in der ersten Phase unabhängig von dem in der dritten Phase ermittelten Potential  $U_{76}$  durchgeführt. Die Überstromschutzeinrichtung 90 befindet sich entweder zwischen dem Gehäuse 64 und dem Sensor 26 oder zwischen dem Sensor 26 und dem Aktor 80 bzw. dem Anschluss HS, LS des Aktors 80.

Von der elektrischen Schaltung 100 wird in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential  $U_{76}$ ,  $U_{77}$  oder dem Verlauf des elektrischen Potentials  $U_{76}$ ,  $U_{77}$  der Kurzschluss des Sensors 26 in der dritten Phase ermittelt. In der dritten Phase entspricht das elektrische Potential  $U_{76}$ ,  $U_{77}$  im Falle des Kurzschlusses des Sensors 26 im Wesentlichen dem Potential  $U_{76}$ ,  $U_{77}$ , welches bei abgetrennter Sensoreinrichtung 26 von der elektrischen Schaltung 100 bzw. vom Aktor 80 vorgegeben wird.

Figur 5 zeigt eine erste Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung 90. Die Überstromschutzeinrichtung 90 ist als ein dünner Leiterbahnabschnitt 102 einer Leiterbahn ausgeführt. Die Leiterbahn befindet sich auf einer Leiterplatte. Die Leiterbahn erstreckt sich längs in einer Richtung 104. Der dünne Leiterbahnabschnitt 102 zeichnet sich durch eine reduzierte Breite 106 über eine bestimmte Länge der Leiterbahn entlang der Richtung 104 aus. Im Falle eines Kurzschlusses des Sensors 26 erhöht sich der Strom durch den dünnen Leiterbahnabschnitt 102. Die entstehende Erwärmung und Überhitzung führt zur Zerstörung des Leiterbahnabschnitts 102 und damit der Überstromschutzeinrichtung 90.

Figur 6 zeigt eine andere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung 90 mit zwei antiparallel geschalteten Dioden 108 und 110. Im Falle eines Kurzschlusses des Sensors 26 werden die Dioden 108 und 110 überlastet und öffnen sich. Die beiden Dioden 108 und 110 können als gemeinsames oder als separate Halbleiterbauelemente ausgeführt sein.

Eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung 90 betrifft einen nicht dargestellten dünnen Draht, der im Kurzschlussfall mit einem überhöhten Strom belastet und damit zerstört wird.

Eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung ist eine Schmelzsicherung, bei der ein Schmelzleiter durch Abschmelzen den Stromfluss im Kurzschlussfall unterbricht.

## 5 Ansprüche

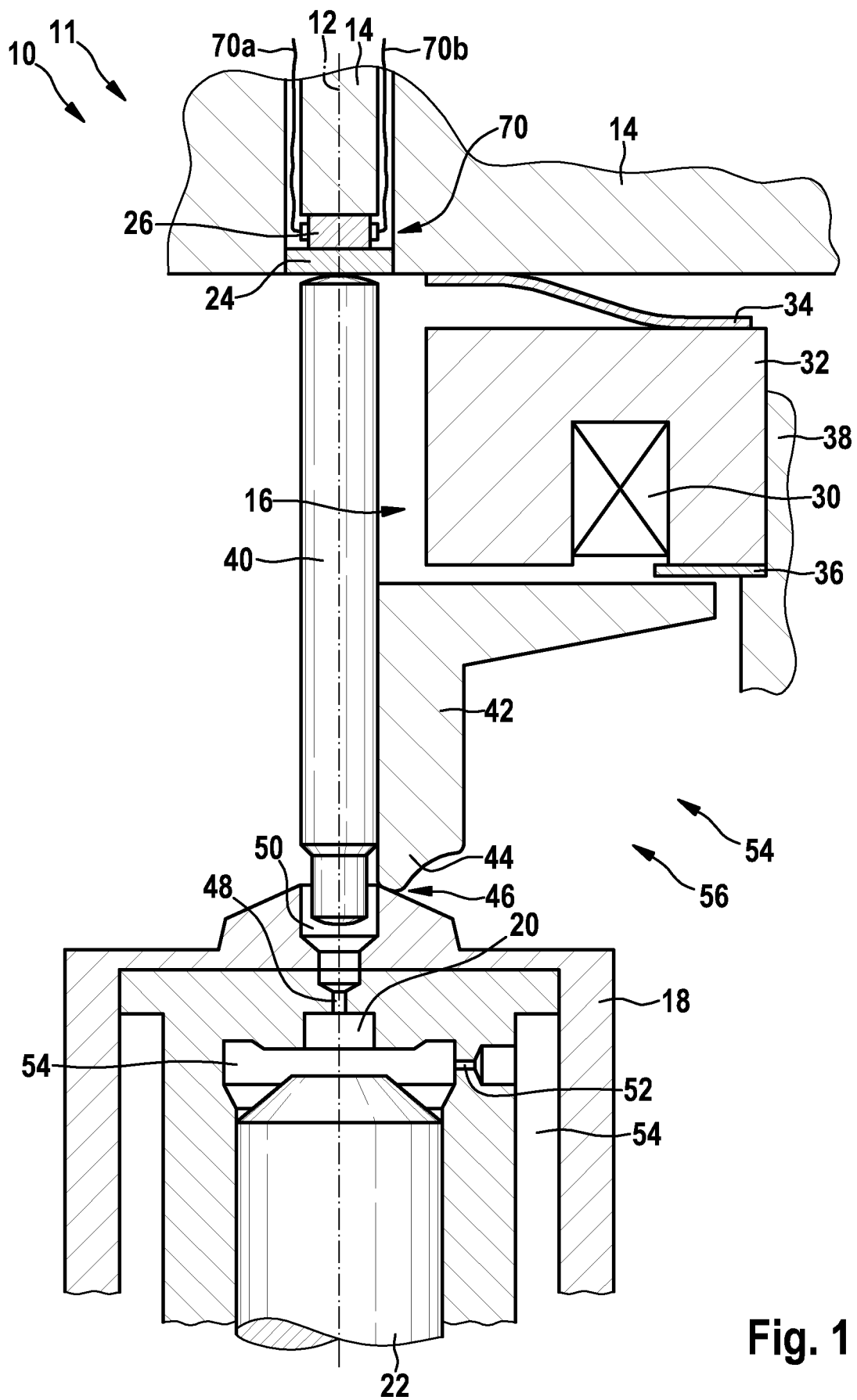
1. Kraftstoffeinspritzventil (11) mit einem Aktor (80) und einer Sensoreinrichtung (70), wobei ein erster Anschluss (70a) der Sensoreinrichtung (70) mit einem Anschluss (HS; LS) eines Aktors (80) verbunden ist, wobei ein weiterer Anschluss (70b) der Sensoreinrichtung (70) mit einem Bezugspotential (88) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (70) einen Sensor (26) und eine in Serie zu dem Sensor (26) geschaltete Überstromschutzeinrichtung (90) umfasst.
2. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach dem Anspruch 1, wobei die Überstromschutzeinrichtung (90) als dünner Draht ausgeführt ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach dem Anspruch 1, wobei die Überstromschutzeinrichtung (90) als dünner Leiterbahnabschnitt (102) einer Leiterbahn ausgeführt ist.
4. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach dem Anspruch 1, wobei die Überstromschutzeinrichtung (90) als Schmelzsicherung ausgeführt ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach dem Anspruch 1, wobei die Überstromschutzeinrichtung (90) als Halbleiterbauelement ausgeführt ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach dem Anspruch 5, wobei das Halbleiterbauelement zwei antiparallel geschaltete Dioden (108, 109) umfasst.
7. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der weitere Anschluss (70b) der Sensoreinrichtung (70) elektrisch leitend mit einem elektrisch leitenden Abschnitt (66) eines Gehäuses (64) des Kraftstoffeinspritzventils (11) verbunden ist.

8. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach Anspruch 7, wobei sich die Überstromschutzeinrichtung (90) zwischen dem leitenden Abschnitt (66) und dem Sensor (26) befindet.
- 5 9. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach Anspruch 7, wobei sich die Überstromschutzeinrichtung (90) zwischen dem Sensor (26) und einem der Anschlüsse (HS; LS) des Aktor (80) befindet.
- 10 10. Verfahren zum Betreiben des Kraftstoffeinspritzventils (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei bei dem Verfahren in einer ersten Phase der Aktor (80) von einer Quelle angesteuert wird, wobei in einer zweiten Phase der Aktor (80) von dem Bezugspotential (88) und/oder von der ansteuernden Quelle im Wesentlichen entkoppelt wird, und wobei in einer dritten Phase ein Signal des Sensors (26) der Sensoreinrichtung (70) aus  
15 einem elektrischen Potential ( $U_{76}, U_{77}$ ) zwischen dem Anschluss (HS; LS) des Aktors (80) und dem Bezugspotential (88) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass von der elektrischen Schaltung (100) in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential ( $U_{76}, U_{77}$ ) oder dem Verlauf des elektrischen Potentials ( $U_{76}, U_{77}$ ) der Kurzschluss des Sensors (26) ermittelt wird.  
20
11. Verfahren nach dem Anspruch 10, wobei in der dritten Phase das elektrische Potential ( $U_{76}, U_{77}$ ) im Falle des Kurzschlusses des Sensors (26) im Wesentlichen dem Potential ( $U_{76}, U_{77}$ ) entspricht, welches bei abgetrennter Sensoreinrichtung (26) von der elektrischen Schaltung (100) und dem Aktor  
25 (80) vorgegeben wird.
12. Verfahren nach dem Anspruch 10 oder 11, wobei in einem Normalbetrieb der Aktor (80) in der ersten Phase in Abhängigkeit von dem in der dritten Phase bzw. einer der zuvor durchgeführten dritten Phasen ermittelten  
30 Potential ( $U_{76}, U_{77}$ ) angesteuert wird, und dass im Falle eines Kurzschlusses des Sensors (26), d.h. in einem Kurzschlussbetrieb, der Aktor (80) in der ersten Phase unabhängig von dem zuvor in der dritten Phase bzw. in einer der dritten Phasen ermittelten Potential (26) angesteuert wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei in Abhängigkeit von dem ermittelten Kurzschluss ein Fehlersignal (94) erzeugt wird.



14. Elektrische Schaltung (100) zum Betreiben eines Aktors (80) mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13.

1 / 4



**Fig. 1**

2 / 4

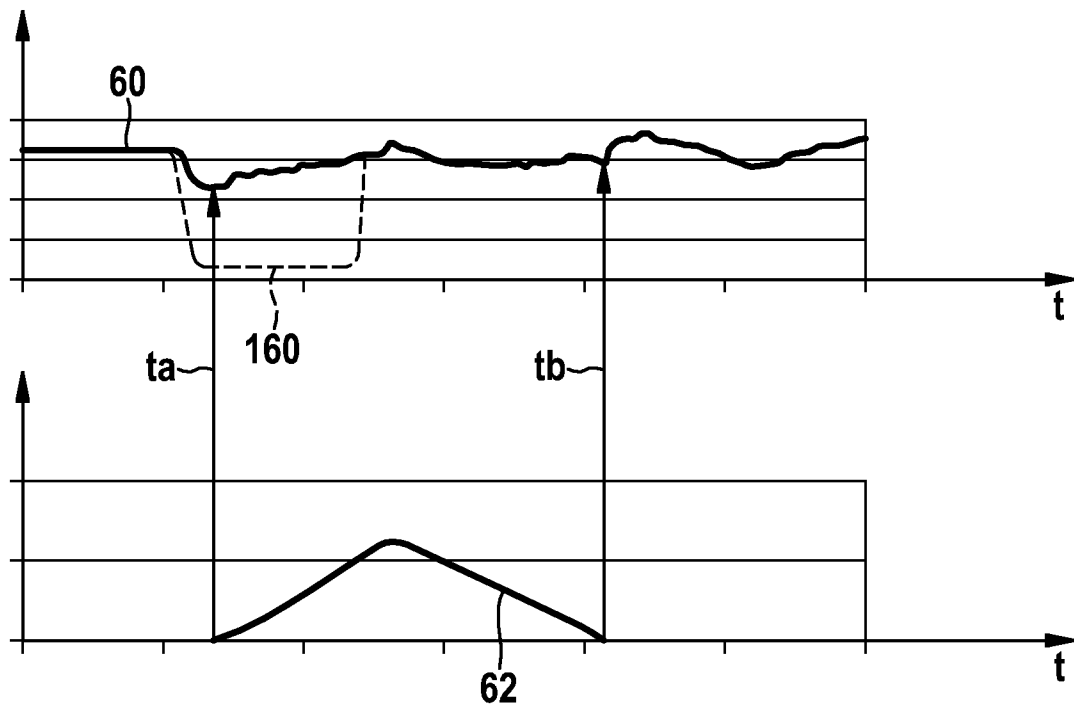


Fig. 2

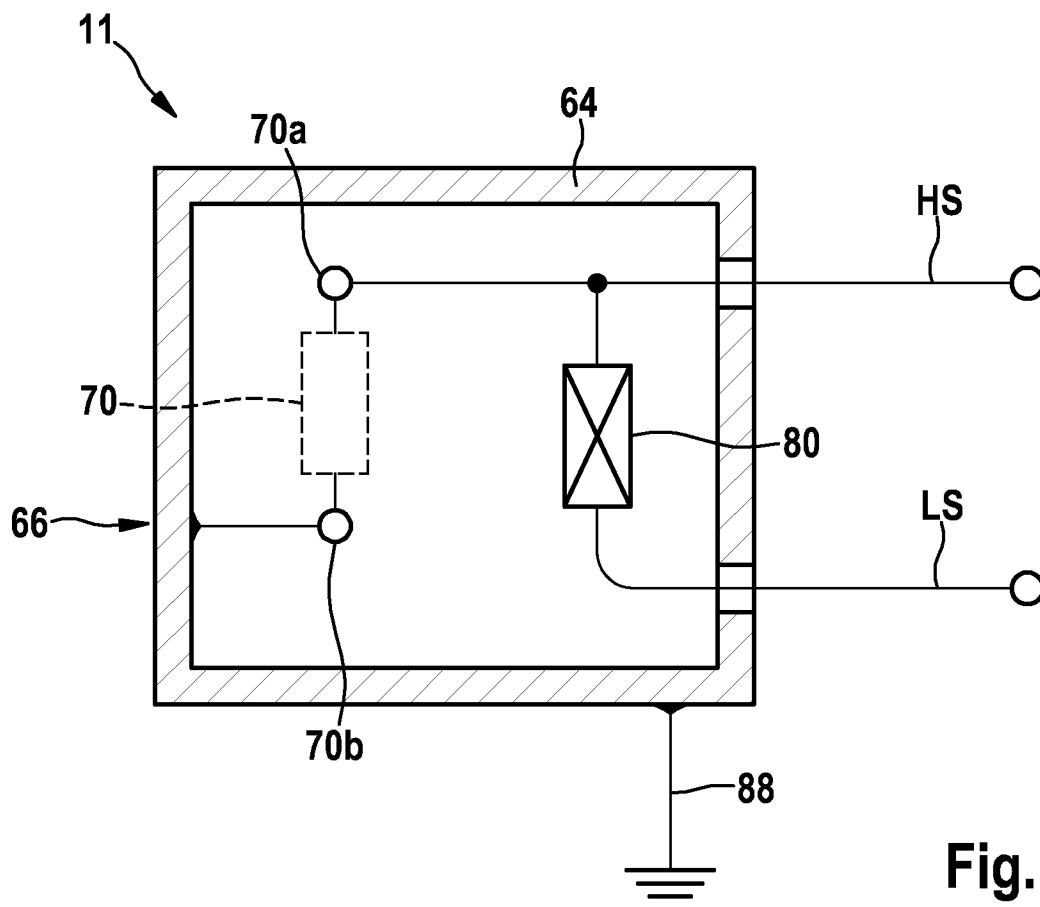
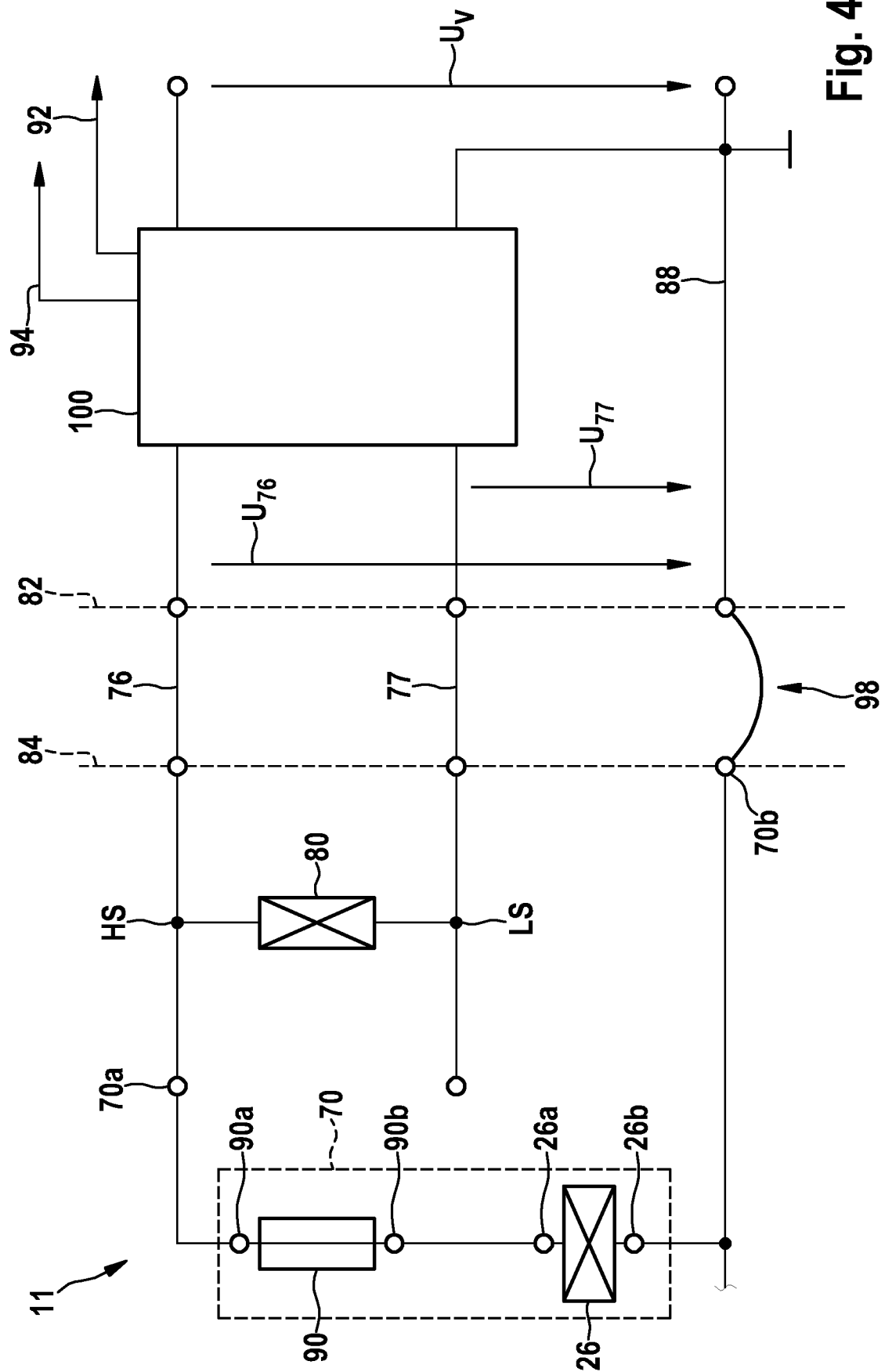


Fig. 3



**Fig. 4**

