



(10) **DE 10 2011 077 059 A1** 2012.12.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 077 059.3**

(22) Anmeldetag: **07.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **13.12.2012**

(51) Int Cl.: **F02M 47/02 (2011.01)**

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

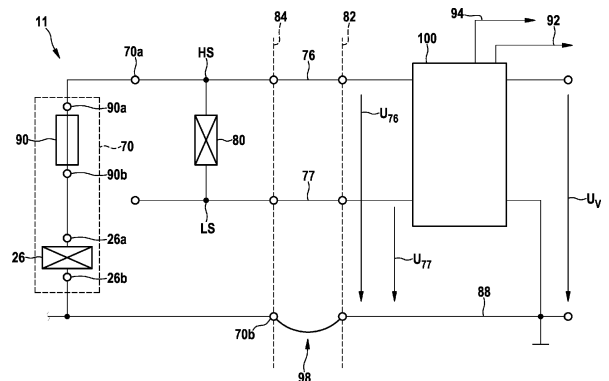
**Thomas, 71691, Freiberg, DE; Wang, Changyi, 70806, Kornwestheim, DE; Rueckle, Markus, 70567, Stuttgart, DE; Schnell, Matthias, 73614, Schorndorf, DE**

(72) Erfinder:  
**Rapp, Holger, 71254, Ditzingen, DE; Clauss, Helmut, 71735, Eberdingen, DE; Stoecklein, Wolfgang, 71332, Waiblingen, DE; Pauer,**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzventil**

(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 Überstromschutzeinrichtung (90).



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben des Kraftstoffeinspritzventils nach einem nebengeordneten Patentanspruch.

**[0002]** 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.

**[0003]** Bei Magnetventilen für eine Benzin-Direkteinspritzung von Brennkraftmaschinen können elektrische Ansteuergrößen des Magnetkreises dazu verwendet werden, den Schließzeitpunkt einer Düsenadel des Einspritzventils zu ermitteln, wenn der Magnetkreis die Düsenadel 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 Düsenadel betätigende Hochdruckhydraulik steuert. Der Schließzeitpunkt der Düsenadel kann dabei nicht aus der Bewegung eines Magnetankers des Magnetventils ermittelt werden.

**[0004]** 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 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.

## Offenbarung der Erfindung

**[0005]** 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 Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** 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 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.

**[0007]** 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.

**[0008]** 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.

**[0009]** Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**[0010]** [Fig. 1](#) eine teilweise Schnittdarstellung eines Servoventils eines Kraftstoffeinspritzventils mit einem magnetischen Schaltglied und einem Ventilstück;

**[0011]** [Fig. 2](#) ein Zeitdiagramm eines Steuerraumdrucks und eines Hubs eines als Ventildadel ausgebildeten Ventilelements des Servoventils von [Fig. 1](#);

**[0012]** [Fig. 3](#) ein vereinfachtes Schema eines Ausführungsbeispiels zum Anschluss eines Sensors und einer Spule in einem Gehäuse eines Kraftstoffeinspritzventils;

**[0013]** [Fig. 4](#) ein schematisches Schaltbild mit einem Kraftstoffeinspritzventil und einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung des Kraftstoffeinspritzventils;

**[0014]** [Fig. 5](#) eine erste Ausführungsform einer Überstromschutzeinrichtung; und

**[0015]** [Fig. 6](#) eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung.

**[0016]** Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

**[0017]** [Fig. 1](#) zeigt eine teilweise Schnittdarstellung eines Servoventils **10** eines weiter nicht genauer dargestellten Kraftstoffeinspritzventils **11** einer Brennkraftmaschine. Das Servoventil **10** ist im Wesentli-

chen 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 Steuerraum **20** und einem auf eine nicht dargestellte Ventilmadel des Kraftstoffeinspritzventils **11** wirkenden oder mit einer solchen Ventilmadel fest verbundenen Ventilkolben **22** dargestellt.

**[0018]** 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 [Fig. 1](#) lediglich beispielhaft dargestellt.

**[0019]** 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 [Fig. 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.

**[0020]** 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 Ventilmadel) 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 wel-

che der Steuerraum **20** mit 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.

**[0021]** Solange die Spule **30** nicht bestromt ist, wird der Endbereich **44** durch eine nicht gezeigte Ventilfeeder 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) Ventilmadel 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 Ventilmadel mit dem Ventilkolben **22** in [Fig. 1](#) nach oben bewegen und öffnen kann. Die Kraftstoff-Einspritzung beginnt. Zum Schließen wird die Bestromung der Spule **30** beendet. Durch die Ventilfeeder 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 über die Zulaufdrossel **52** in den Steuerraum **20** nachströmt, werden der Ventilkolben **22** und mit ihm die Ventilmadel in [Fig. 1](#) nach unten in Schließrichtung bewegt. Die Kraftstoff-Einspritzung endet.

**[0022]** 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 ein Sensorsignal erzeugt wird. Das Sensorsignal kann mittels einer elektrischen Schaltung, wie sie nachfolgend in der [Fig. 4](#) beschrieben wird, erfasst werden.

**[0023]** 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.

**[0024]** [Fig. 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 Ventiltadel. In einem oberen Diagramm der [Fig. 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.

**[0025]** 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** deutlich sichtbare 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.

**[0026]** [Fig. 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 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.

**[0027]** Der Sensor **26** ermittelt entsprechend der Darstellung von [Fig. 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.

**[0028]** Die nachfolgend zu den [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) beschriebenen Ausführungsformen des Kraftstoffeinspritzventils **11** sind selbstverständlich nicht auf die vorstehend zu den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschriebenen Ausführungsformen des Servoventils sowie der dazu beschriebenen Verfahren beschränkt. Die Spule **30** wird daher nachstehend allgemein als Aktor **80** bezeichnet.

**[0029]** [Fig. 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.

**[0030]** 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 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.

**[0031]** In einer alternativen Ausführungsform ist der Anschluss **70a** der Sensoreinrichtung **70** nicht mit dem Anschluss HS des Aktors **80**, wie in [Fig. 4](#) verbunden, sondern der Anschluss **70a** der Sensoreinrichtung **70** ist mit dem Anschluss LS des Aktors **80** verbunden.

**[0032]** In der [Fig. 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 ei-

nen (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.

**[0033]** In der [Fig. 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.

**[0034]** 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 [Fig. 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.

**[0035]** 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 [Fig. 1](#) kann das Servoventil **10** seine Ruhestellung einnehmen.

**[0036]** 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.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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 Überstromschutzvorrichtung **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.

**[0039]** 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.

**[0040]** 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.

**[0041]** Die Überstromschutzvorrichtung **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 Überstromschutzvorrichtung **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.

**[0042]** 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**.

**[0043]** 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.

**[0044]** [Fig. 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**.

**[0045]** [Fig. 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.

**[0046]** Eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung **90** betrifft einen nicht dargestellten dünnen Draht, der im Kurzschlussfall mit einem überhöhten Strom belastet und damit zerstört wird.

**[0047]** Eine weitere Ausführungsform der Überstromschutzeinrichtung ist eine Schmelzsicherung, bei der ein Schmelzleiter durch Abschmelzen den Stromfluss im Kurzschlussfall unterbricht.

**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 102010063681 [\[0004\]](#)

### Patentansprüche

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.

9. Kraftstoffeinspritzventil (11) nach Anspruch 7, wobei sich die Überstromschutzeinrichtung (90) zwischen dem Sensor (26) und einem der Anschlüsse (HS; LS) des Aktors (80) befindet.

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 einem elek-

trischen 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.

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 (80) vorgegeben wird.

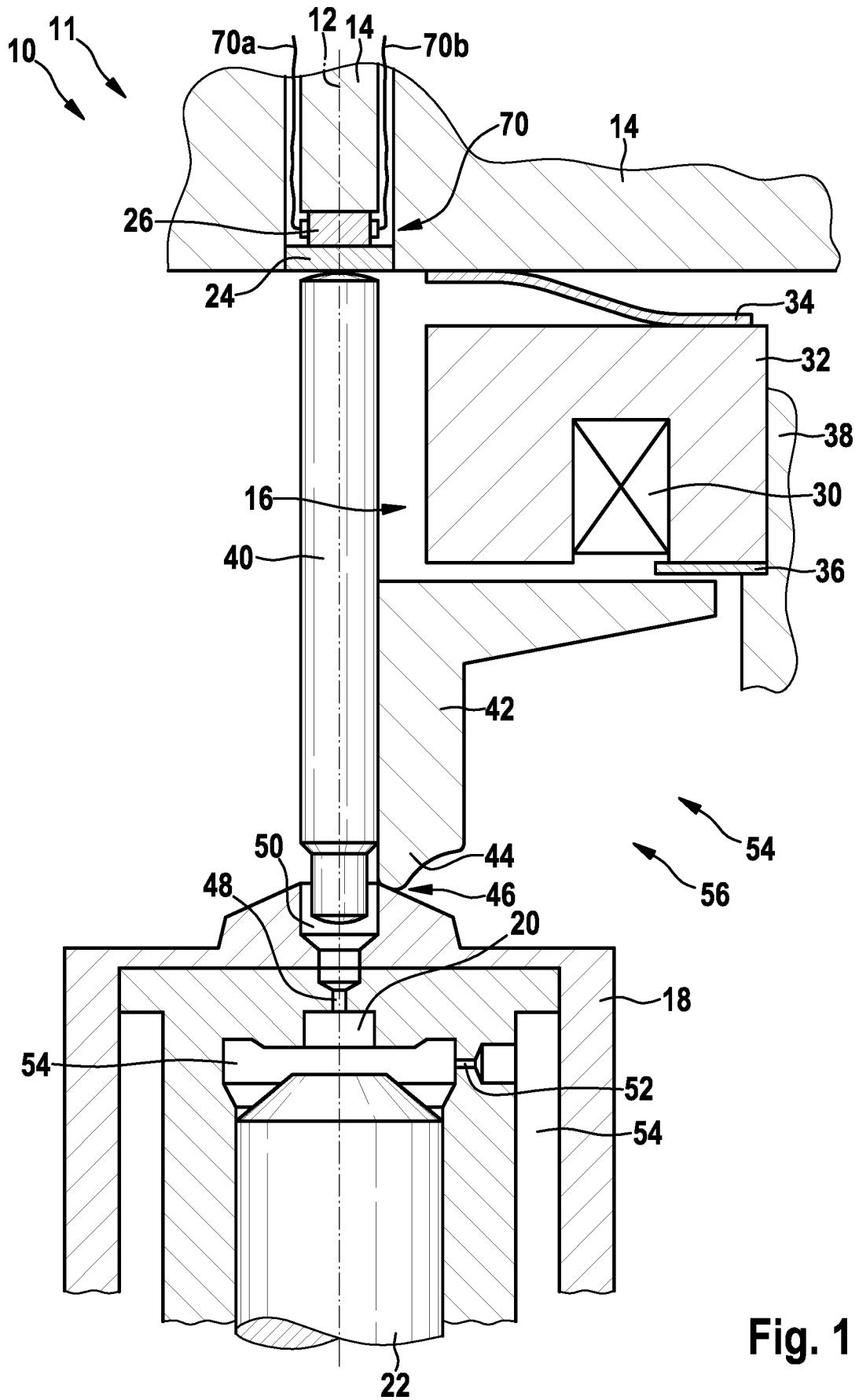
12. Verfahren nach dem Anspruch 10 oder 11, wobei in einem Normalbetrieb der Aktor (80) in der ersten Phase in Abhängigkeit von dem in der dritten Phase bzw. einer der zuvor durchgeführten dritten Phasen ermittelten Potential ( $U_{76}$ ,  $U_{77}$ ) angesteuert wird, und dass im Falle eines Kurzschlusses 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.

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.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



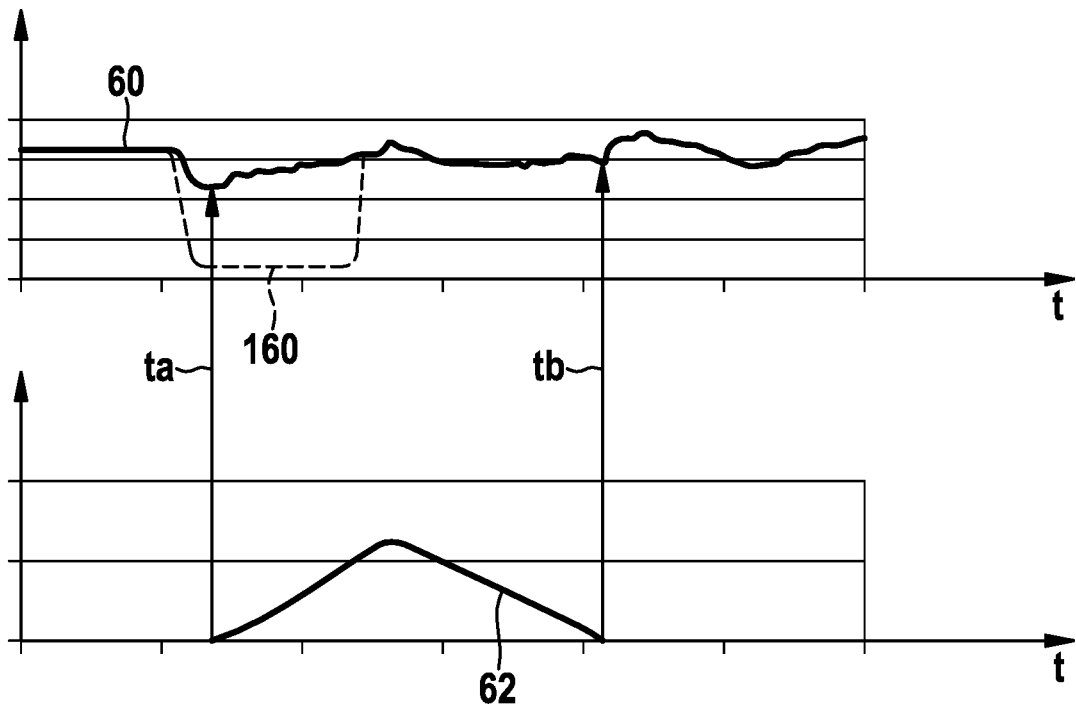


Fig. 2

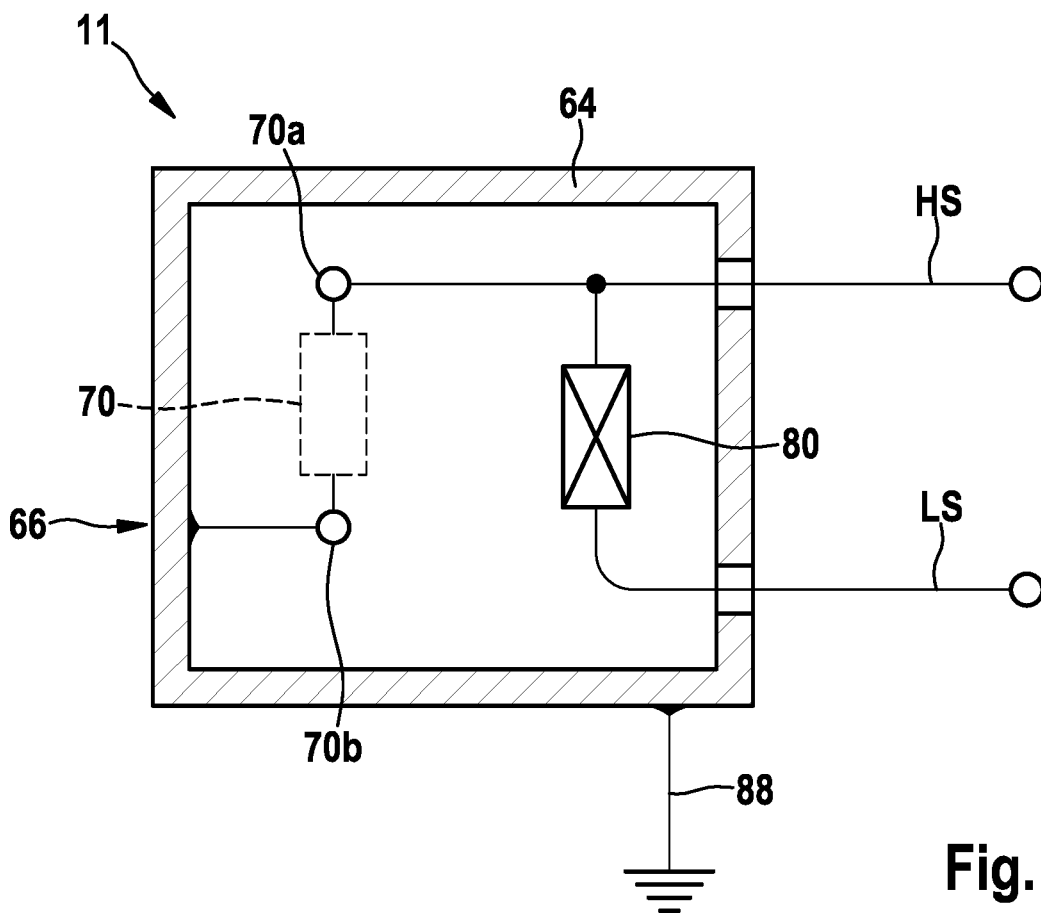


Fig. 3

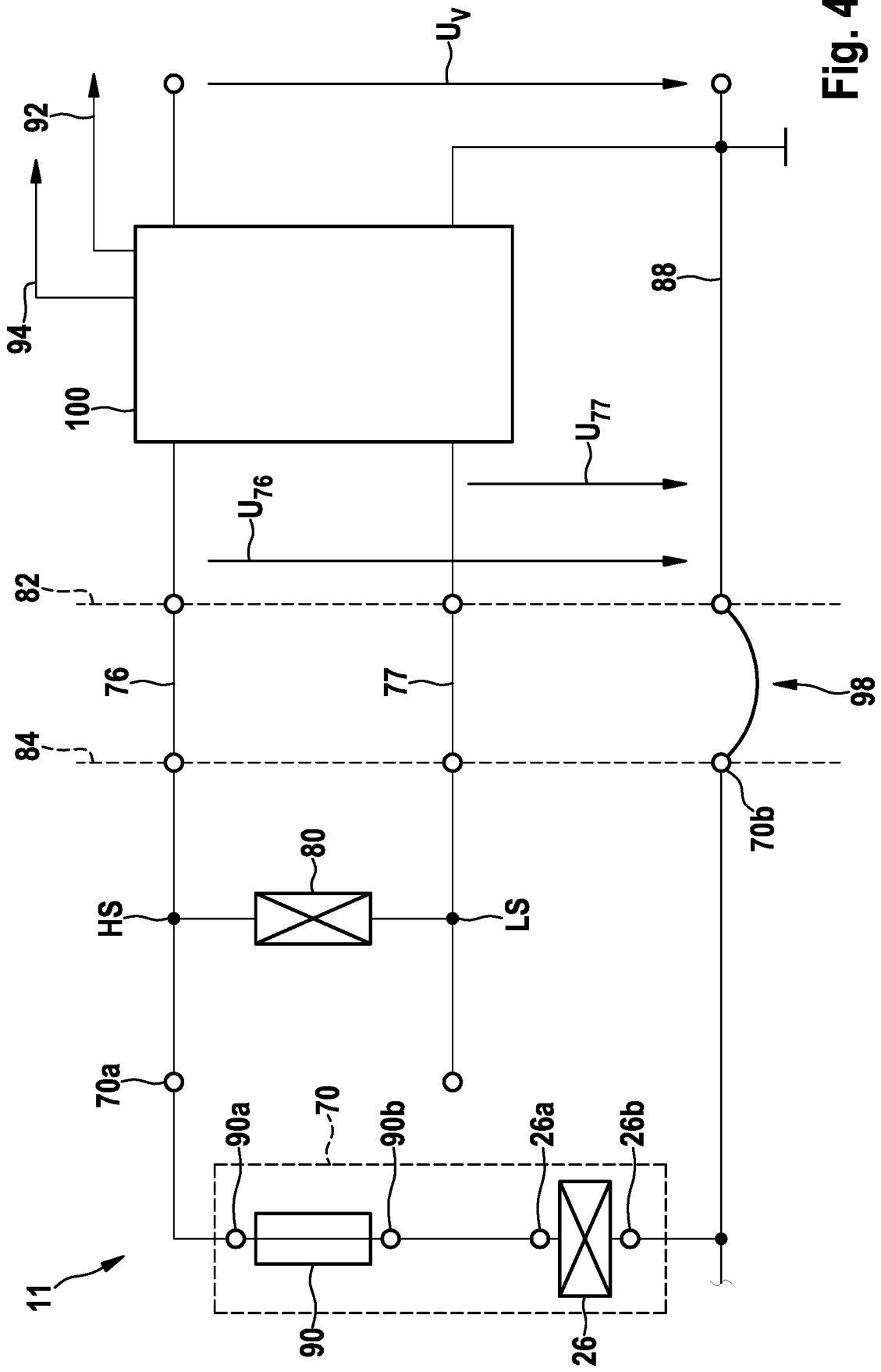


Fig. 4

