



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.10.2015 Patentblatt 2015/42

(51) Int Cl.:
H01F 7/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15160443.6**

(22) Anmeldetag: **24.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
 • **Sanders, Michael**
41564 Kaarst (DE)
 • **Köster, Andreas**
45149 Essen (DE)
 • **Dr. Tönnemann, Andres**
52066 Aachen (DE)

(30) Priorität: **09.04.2014 DE 102014105047**

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten Eberlein Rütten Partnerschaftsgesellschaft**
Burgunderstraße 29
40549 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)

(54) **Magnetventil und Verfahren zur Überwachung einer Stellposition eines Magnetventils**

(57) Magnetventil (1) für Fahrzeuge mit einem Gehäuse (10), einem von einem Fluid durchströmbar Fluidkanal (11), einem axial verschiebbaren Anker (12) zum Öffnen und Sperren des Fluidkanals (11) und einer auf einen Spulenträger (13) gewickelten Spule (14), in die ein Schaltstrom zum Verschieben des Ankers (12) aus

einer ersten Stellposition (121), insbesondere eine Sperposition, in eine zweite Stellposition (122), insbesondere eine Offenposition, anlegbar ist.

Die Spule (14) ist mit einem Kondensator (15) zu einem Reihenschwingkreis (101) verschaltbar.

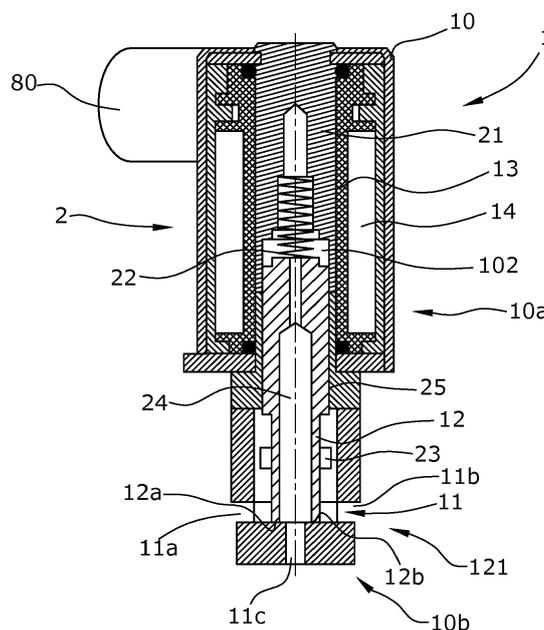


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetventil sowie ein Verfahren zur Überwachung einer Stellposition eines solchen Magnetventils.

[0002] Magnetventile sind in verschiedenen Ausführungen bekannt und werden unter anderem zur Steuerung und Regelung von Fluidströmen in Fahrzeugen verwendet. Insbesondere werden in Fahrzeugen hydraulische Steuerdrücke zum Betreiben von Fahrzeugaggregaten über Magnetventile gesteuert und geregelt. Die Arbeitsleistung eines Fahrzeugaggregats kann dabei von dem mittels des Magnetventils freigegebenen Steuerdruck abhängen, so dass das Fahrzeugaggregat über das Magnetventil direkt angesteuert bzw. geregelt werden kann. Die Ansteuerung oder Schaltung eines Magnetventils in einem Fahrzeug erfolgt üblicherweise über ein Motorsteuergerät und bewirkt ein Verschieben eines Ankers innerhalb des Magnetventils, so dass ein Fluidkanal geöffnet oder gesperrt wird. Der Anker kann insbesondere in eine 'Sperr-Position' oder in eine 'Offen-Position' schaltbar sein. Das Verschieben bzw. Positionieren des Ankers in eine Stellposition ist von entscheidender Bedeutung für die Dichtigkeit des Ventils und somit für die Funktion des Fahrzeugaggregats. So können kleinste Unregelmäßigkeiten in der Position des Magnetventils, insbesondere in der 'Sperrposition', zu einem Leckagestrom führen und dadurch negative Auswirkungen auf die Ansteuerung oder Arbeitsleistung des Fahrzeugaggregats haben.

[0003] Für einen sicheren Betrieb des Magnetventils bzw. des Fahrzeugaggregats ist daher eine Überwachung des Magnetventils, insbesondere der Stellposition des Ankers erforderlich. Eine solche Überwachung erfolgt bei bekannten Systemen über den zum Verschieben des Ankers erforderlichen elektrischen Erregerstrom oder mittels induktiver Positions- bzw. Endlagensensoren. Als Sensoren werden insbesondere sogenannte Hall-Sensoren oder magnetoresistive Sensoren genutzt.

[0004] Aus der DE 38 07 278 A1 ist eine Funktionsüberprüfung eines Magnetventils bekannt, bei der während eines Schaltvorgangs des Magnetventils der Erregerstrom in Abhängigkeit der Zeit erfasst wird. Mittels der erfassten Werte wird die zeitliche Veränderung des Erregerstroms rechnerisch ermittelt und mit definierten Soll-Werten verglichen. Dadurch können Beschleunigungen des Ankers ermittelt werden, die beispielsweise einen Verschiebebeginn, eine hakende Bewegung und/oder eine Endposition des Ankers wiedergeben können.

[0005] Die DE 43 13 273 C2 beschreibt eine Auswerteschaltung eines induktiven Wegsensors zur Erfassung der Position eines in einer Spule verschiebbar angeordneten Ankers unter Berücksichtigung von Temperatureinflüssen. Dabei wird bei einer Wegmessung in bekannter Weise die an dem Wegsensor anliegende Spannung in Abhängigkeit der Zeit erfasst. Hieraus wird die Induktivität des Wegsensors bzw. der vorliegende Weg rech-

nerisch ermittelt. In einem weiteren Schritt wird der Messwert des Wegsensors um eine zuvor ermittelte Sensortemperatur korrigiert.

[0006] Nachteilig an den bekannten Systemen ist, dass die Sensoren relativ komplex aufgebaut und teuer sind, so dass die Herstellungs- und Montagekosten der Magnetventile relativ hoch sind. Ferner bedarf es für die Weiterleitung und/oder Auswertung der erfassten Signale zusätzlicher Bauteile an dem Magnetventil, wodurch das Magnetventil relativ groß und schwer ist.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Magnetventil bereitzustellen, das eine relativ sichere und exakte Überwachung der stromlosen End-Stellposition des Ankers ermöglicht sowie relativ platzsparend und kostengünstig ist. Ferner soll ein Verfahren bereitgestellt werden, das eine schnelle, sichere und kostengünstige Überwachung der Stellposition des Ankers ermöglicht.

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch ein Magnetventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

[0009] In bekannter Weise umfasst das Magnetventil ein Gehäuse mit einem Durchlass bzw. einer Kammer, die zur Ausbildung eines von einem Fluid durchströmbar Fluidkanals zumindest eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung aufweist. Dadurch kann ein Fluid durch die Einlassöffnung in den Fluidkanal einströmen und durch die Auslassöffnung aus dem Fluidkanal ausströmen. Innerhalb des Gehäuses ist ein vorzugsweise zylindrisch ausgebildeter und axial verschiebbar gelagerter Anker angeordnet. Der Anker ist zwischen einer ersten Stellposition, insbesondere einer Sperr-Position, und einer zweiten Stellposition, insbesondere einer Offen-Position verschiebbar. In der ersten Stellposition ist der Fluidkanal durch den Anker vollständig abgesperrt, so dass das Fluid den Fluidkanal nicht durchströmen kann. In der zweiten Stellposition ist der Fluidkanal zumindest teilweise offen geschaltet, so dass das Fluid das Magnetventil durchströmen kann. Der Anker ist von einer Ankerfeder, insbesondere einer Schraubenfeder oder Druckfeder, in die erste Stellposition vorgespannt, so dass die Sperr-Position die 'Fail-Safe-Position' ist. Zum Verschieben des Ankers entgegen der Federkraft der Ankerfeder aus der ersten Stellposition in die zweite Stellposition ist ein elektromagnetischer Antrieb mit einer bestrombaren Spule und einem darin angeordneten Eisenkern vorgesehen. Durch Anlegen eines elektrischen Schaltstroms in die Spule wird im Zentrum der Spule, insbesondere in dem darin angeordneten Eisenkern, eine magnetische Kraft erzeugt. Mittels dieser Magnetkraft kann der Anker entgegen der Federkraft in Richtung des Eisenkerns, das heißt in Richtung der zweiten Stellposition, bewegt bzw. verschoben werden. Zwischen dem Eisenkern und dem Anker ist ein Luftspalt ausgebildet, der einen magnetischen Widerstand darstellt. Je weiter der Anker von dem Eisenkern entfernt ist, das heißt je näher der Anker zu der Sperrposition angeordnet ist, desto größer ist der Wi-

derstand zwischen Eisenkern und Anker. Dementsprechend liegt in der ersten Sperrposition ein relativ hoher Widerstand zwischen Eisenkern und Anker vor und in der zweiten Sperrposition ein relativ kleiner. Dieser Effekt wird zur Überwachung der Stellposition des Ankers herangezogen.

[0010] Erfindungsgemäß ist die Spule mit zumindest einem Kondensator zu einem Reihenschwingkreis verschaltbar. Dadurch kann die Spule sowohl zum Schalten des Magnetventils als auch zum Überwachen der Stellposition des Ankers eingesetzt werden. Insbesondere kann die Spule entweder mit einem Schaltstrom zum Verschieben des Ankers oder mit einem Messstrom bzw. Messsignal zum Überwachen der Stellposition des Ankers des Magnetventils beaufschlagt werden. Das Messsignal ist im Vergleich zum Schaltstrom erheblich geringer, so dass durch das Messsignal eine Bewegung des Ankers erfindungsgemäß nicht ausgelöst wird. Das Messsignal ist ein hochfrequentes Wechselsignal und würde bei ausreichender Größe den Anker hin und her bewegen. Dafür ist aber vorliegend das Messsignal zu schwach und die Trägheit des Ankers zu hoch. Der Anker verbleibt somit bei Beaufschlagung der Spule mit einem Messsignal an seiner Position. Das Messsignal weist eine - beispielsweise von einem separat angeordneten Generator erzeugte - definierte Messfrequenz auf. Die Messfrequenz liegt vorzugsweise in der Nähe der Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises, das heißt, in einem an die Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises angrenzenden Bereich. Die Spule wird somit als Sensor zur Bestimmung bzw. Überwachung der Stellposition des Ankers verwendet. Durch das Verschalten der Spule mit einem Kondensator zu einem Reihenschwingkreis wird bei einem Anlegen eines Messsignals mit einer definierten Frequenz eine elektrische Schwingung in dem Reihenschwingkreis zwischen dem magnetischen Feld der Spule und dem elektrischen Feld des Kondensators erzeugt. Dadurch treten zwischen der Spule und dem Kondensator abwechselnd hohe Stromstärken und hohe elektrische Spannungen auf. Der somit an einem Widerstand ausgebildete Spannungsfall (oder auch Spannungsabfall genannt) wird hierbei gemessen und zur Ermittlung der Stellposition des Ankers herangezogen. Insbesondere verändert sich der Spannungsfall mit einer Veränderung des zwischen dem Eisenkern und dem Anker ausgebildeten Luftspalts, das heißt, des hierdurch ausgebildeten magnetischen Widerstands, des sogenannten induktiven Blindwiderstands. Je größer der Luftspalt zwischen dem Eisenkern und dem Anker ist, desto größer ist der induktive Blindwiderstand. Bei einem vordefinierten bzw. kalibrierten Spannungswert bei einem definierten magnetischen Widerstand des Luftspalts, das heißt bei einer definierten Stellposition des Ankers in Bezug auf den Eisenkern, beispielsweise die erste Stellposition des Ankers, kann somit eine Abweichung des definierten magnetischen Widerstands bzw. des Ankers von der definierten Stellposition, das heißt eine Fehlposition des Ankers, erfasst werden. Hierbei

tritt insbesondere bei der Messung der Impedanz des Reihenschwingkreises selbst bei einer geringen Abweichung der definierten Ankerposition bzw. der definierten Breite des Luftspalts bzw. des definierten magnetischen Widerstands ein deutlicher Ausschlag der Spannung auf. Insbesondere schlägt der Spannungsfall bzw. die Amplitude des Spannungsfalls, die ein Anzeichen für eine Fehlstellung des Ankers ist, im Vergleich zu einem Spannungsfall bei einer korrekten Stellposition des Ankers besonders deutlich aus. Dieser Effekt wird umso stärker, je näher die Frequenz des Messsignals bzw. die Messfrequenz im Bereich der Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises liegt, insbesondere wird dadurch die Spannungsamplitude bzw. der Spannungsamplitudenausschlag größer. Dadurch kann bei der Überwachung der Stellposition des Ankers über den induktiven und kapazitiven Blindwiderstand bzw. über die an der Spule anliegende Impedanz die Endlage des Magnetventils in relativ einfacher Weise sehr genau detektiert werden.

[0011] Vorzugsweise ist die Spule in dem Reihenschwingkreis mit einem separat ausgebildeten Generator verschaltbar. Dadurch kann von dem Generator ein zum Überwachen der Stellposition erforderliches Messsignal mit einer definierten Messfrequenz bereitgestellt werden. Der Generator erzeugt vorzugsweise eine gleichbleibende Signalfrequenz, die besonders bevorzugt im Bereich der Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises liegt. Dadurch kann ein besonders deutlicher Effekt bei der Messung der Impedanz erreicht werden, so dass auch geringe Abweichungen in einer Endlage des Ankers erfassbar sind. Der Generator kann zudem als ein Prozessor ausgebildet sein, der zur Signalauswertung und/oder Signalweitergabe dienen kann.

[0012] Vorzugsweise ist die Spule in dem Reihenschwingkreis mit einem separat ausgebildeten elektrischen Widerstand verschaltbar. Dadurch kann in dem Reihenschwingkreis der Spannungsfall in relativ einfacher Weise gemessen werden. Der Widerstand weist eine definierte elektrische Größe auf, so dass einerseits die Schwingung zwischen Spule und Kondensator nicht zu stark geschwächt wird und andererseits ein Ausschlag bei einem Spannungsfall erkennbar bleibt. Beispielsweise wird ein Widerstand mit 100ohm gewählt. Der Widerstand kann separat ausgebildet sein.

[0013] In einer Ausgestaltung der Erfindung sind der Kondensator und/oder der Generator des Reihenschwingkreises auf einer Platine in dem Magnetventil, insbesondere in einem Anschlussbereich des Magnetventils, angeordnet. Der Generator ist besonders bevorzugt als ein Mikroprozessor an dem Magnetventil angeordnet. Zudem kann auch der separate elektrische Widerstand des Reihenschwingkreises in dem Magnetventil angeordnet sein. Dadurch können sämtliche Komponenten des Reihenschwingkreises an dem Magnetventil angeordnet sein.

[0014] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sind der Kondensator und/oder der Generator in einem Steuergerät des Fahrzeuges angeordnet. Dadurch kann

das Magnetventil relativ klein aufgebaut sein. Üblicherweise ist in einem Steuergerät, wie ein On-Board-DiagnoseSystem, bereits ein Mikroprozessor vorhanden, der als Generator des Reihenschwingkreises genutzt werden kann. Gleiches kann auch für den Kondensator des Reihenschwingkreises gelten. Dadurch kann ein zusätzlicher Generator bzw. Kondensator entfallen, wodurch die Herstellungs- und Montagekosten weiter gesenkt werden können.

[0015] Vorzugsweise ist die Spule mit zumindest einer Schutzdiode und/oder einem spannungsabhängigen Widerstand, einem sogenannten Varistor, in Parallelschaltung angeordnet. Dadurch kann nach dem Abschalten des Stroms eine durch Selbstinduktion hervorgerufene Überspannung an der Spule verhindert werden.

[0016] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Spule als ein Spulenkörper ausgebildet, der eine Hauptwicklung, in die ein Schaltstrom zum Verschieben des Ankers anlegbar ist, und/oder eine Sensorwicklung aufweist, in die ein Messsignal zum Ermitteln der Stellposition des Ankers anlegbar ist. Die Spule kann aus lediglich einem Spulenkörper bestehen, der aus sowohl der Hauptwicklung als auch der Sensorwicklung besteht. Die Sensorwicklung kann hierbei auch als ein Teil der Hauptwicklung ausgebildet sein. Dadurch kann die Spule relativ platzsparend aufgebaut sein. Alternativ können die Hauptwicklung und die Sensorwicklung jeweils als eine separate Wicklung bzw. als ein separater Spulenkörper ausgebildet sein. In diesem Fall weist die Spule mehrere Spulenkörper auf. Die Spulenkörper können axial und/oder radial benachbart angeordnet sein. Dadurch sind beide Spulenkörper hinsichtlich der Anordnung unabhängig voneinander. Die Sensorwicklung ist gegenüber der Hauptwicklung wesentlich kleiner, insbesondere flacher, ausgebildet und kann innerhalb und/oder benachbart zu der Hauptwicklung angeordnet sein. Das heißt, die Sensorwicklung kann - gekoppelt mit der Hauptwicklung - in der Hauptwicklung integriert und/oder - entkoppelt von der Hauptwicklung - als eine separate Wicklung neben der Hauptwicklung ausgebildet sein. Zur Ermittlung der Stellposition des Ankers sind die Hauptwicklung und/oder die Sensorwicklung der Spule vorzugsweise zumindest mit einem Kondensator zu einem Reihenschwingkreis verschaltbar.

[0017] Besonders bevorzugt ist die Sensorwicklung radial außen an der Hauptwicklung angeordnet. Dadurch ist die eigentliche Funktion der Spule, nämlich die Erzeugung einer Magnetkraft zur Schaltung des Ankers bzw. des Ventils, durch die Anordnung der Sensorwicklung nicht beeinträchtigt. Insbesondere ist durch die Anordnung der Sensorwicklung der zum Aufbau eines Magnetfeldes erforderliche geringe Abstand zwischen der Hauptwicklung und dem Eisenkern nicht beeinflusst. Dadurch kann der zur Schaltung erforderliche Schaltstrom unverändert bzw. relativ gering sein.

[0018] Um bei einer Bestimmung der Ankerposition ohne Schaltung des Ankers eine Messung der Stellposition des Ankers vornehmen zu können, sind die Haupt-

wicklung und die Sensorwicklung der Spule vorzugsweise unabhängig voneinander bestrombar. Dadurch kann die Spule unabhängig von dem Schaltstrom mit dem Messsignal beaufschlagt werden. Dadurch kann die Messgenauigkeit erhöht und somit die Bestimmung der Ankerposition deutlich verbessert werden. Bei der Ermittlung der Ankerposition ist die Hauptwicklung vollständig stromlos geschaltet. Die Messung der Ankerposition über die Sensorwicklung kann somit vollständig unabhängig von der Hauptwicklung erfolgen.

[0019] Vorzugsweise weist das Magnetventil einen Mikrokontroller oder Mikroprozessor auf. Besonders bevorzugt sind die Hauptwicklung und/oder die Sensorwicklung zur Signalverarbeitung, insbesondere zur Signalzeugung und Signalauswertung, mit einem Mikrokontroller verschaltbar, insbesondere mit einem sogenannten PIC-Mikrokontroller. Der Mikrokontroller kann innerhalb des Magnetventils angeordnet sein. Alternativ kann der Mikrokontroller in einem Steuergerät des Fahrzeuges angeordnet sein. Besonders bevorzugt bildet der Mikroprozessor den Generator des Reihenschwingkreises.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Überwachen einer Stellposition eines solchen Magnetventils umfasst die folgenden Schritte:

Zum Schalten des Magnetventils in eine erste Stellposition, insbesondere eine Sperr-Position, in der ein Durchlass eines Fluidstroms durch einen Fluidkanal des Magnetventils vollständig gesperrt ist, wird die Spule stromlos geschaltet. Dadurch wird der Anker vorzugsweise mittels einer Federkraft einer Ankerfeder in die erste Stellposition verschoben. Der Anker kann dauerhaft von der Ankerfeder in Richtung der Sperrposition vorgespannt sein, so dass der Durchlass in dem Magnetventil beispielsweise bei einem Stromausfall von dem Anker geschlossen wird.

Dadurch ist das Magnetventil fail-safe.

Zum Schalten des Steuerventils in eine zweite Stellposition, insbesondere in eine Offen-Position, in der der Durchlass durch den Fluidkanal des Magnetventils zumindest teilweise geöffnet ist, wird ein Schaltstrom in der Spule angelegt. Dadurch kann der Anker mittels einer erzeugten Magnetkraft entgegen der mechanischen Kraft der Ankerfeder in eine zweite Stellposition verschoben werden. Die optional angeordnete Sensorwicklung kann hierbei unbestromt bzw. stromlos geschaltet bleiben.

[0021] Zum Ermitteln einer Stellposition des Ankers wird die Spule zumindest mit einem Kondensator zu einem Reihenschwingkreis verschaltet. Vorzugsweise umfasst der Reihenschwingkreis zusätzlich einen Widerstand und einen Generator. Ein Messsignal mit einer definierten Messfrequenz wird in der Spule angelegt und die an dem Reihenschwingkreis anliegende, insbesondere abfallende Spannung erfasst. Mittels des definierten Messsignals und dem erfassten Spannungsfall wird

die Impedanz ermittelt. Dies kann rein rechnerisch erfolgen. Mittels der Impedanz kann über zuvor definierte Vergleichswerte die exakte Stellposition des Ankers ermittelt bzw. überprüft werden. Dies erfolgt durch eine Abhängigkeit der Impedanz von dem Luftspalt zwischen Anker und Eisenkern bzw. von der Stellposition des Ankers. Der induktive Anteil der Impedanz ändert sich mit dem Verschieben bzw. Hub des Ankers aufgrund der Veränderung des zwischen dem Anker und dem Eisenkern der Spule ausgebildeten Luftspalts. Je weiter der Anker aus der ersten Stellposition in Richtung der zweiten Stellposition bewegt wird, desto kleiner wird der Luftspalt zwischen Anker und Eisenkern. Je kleiner der Luftspalt wird, desto größer wird der induktive Anteil der Impedanz. Das zur Ermittlung der Impedanz bzw. der Stellposition des Ankers erforderliche Messsignal ist dabei wesentlich geringer als der zum Bewegen des Ankers erforderliche Schaltstrom. Die Ermittlung der Stellposition erfolgt erst, wenn kein Schaltstrom an der Spule anliegt. Zum Erreichen eines größtmöglichen Effekts erfolgt die Messung besonders bevorzugt in einem Frequenzbereich des Messsignals, der in der Nähe der Resonanz des Reihenschwingkreises liegt. Dadurch wird ermöglicht, dass bereits kleine Änderungen der Stellposition des Ankers bzw. kleine Änderungen der Induktivität eine große Änderung der gemessenen Impedanz hervorrufen. Der Kondensator kann dabei konstant bleiben.

[0022] Vorzugsweise wird das Messsignal zum Ermitteln der Stellposition des Ankers lediglich in der Sensorwicklung der Spule angelegt, insbesondere bei Anordnung einer von der Hauptwicklung entkoppelt bzw. separat ausgebildeten Sensorwicklung. Hierbei kann die Hauptwicklung der Spule zum Schalten des Magnetventils in eine erste Stellposition vollständig stromlos geschaltet oder zum Schalten des Magnetventils in eine zweite Stellposition mit einem Schaltstrom beaufschlagt. Zum Ermitteln der Stellposition des Ankers wird das Messsignal in der separaten Sensorwicklung der Spule angelegt. Die Ermittlung der Stellposition und das Verschieben des Ankers können somit unabhängig voneinander erfolgen.

[0023] Nachfolgend wird die Erfindung anhand drei bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine erste Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Magnetventils mit ausgelagertem Kondensator und Generator in einer schematischen Schnittdarstellung,

Figur 2 zeigt eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Magnetventils mit integriertem Kondensator und Generator in einer schematischen Schnittdarstellung,

Figur 3 zeigt einen Reihenschwingkreis zur Messung der Impedanz in einem erfindungsgemäßen Magnetventil,

Figur 4 zeigt einen weiteren Reihenschwingkreis zur Messung der Impedanz in einem erfindungsgemäßen Magnetventil,

5 Figur 5 zeigt einen Ausschnitt einer dritten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Magnetventils in einer schematischen Schnittdarstellung, insbesondere die Spule mit einer Hauptwicklung und einer entkoppelten Sensorwicklung, und

10 Figur 6 zeigt einen weiteren Reihenschwingkreis zur Messung der Impedanz in dem Magnetventil mit Entkopplung der Sensorspule.

15 **[0024]** In der Figur 1 ist ein Magnetventil 1 in einer bevorzugten Ausführungsform schematisch dargestellt. Das erfindungsgemäße Magnetventil 1 weist ein Gehäuse 10 auf, das im Wesentlichen einen Fluidkanal 11, einen Anker 12 zum Sperren des Fluidkanals 11 und eine elektromagnetische Antriebseinheit 2 umfasst. Der Fluidkanal 11 ist von einem Fluid durchströmbar, das durch die Einlassöffnung 11a, 11b in den Fluidkanal 11 einströmen und durch die Auslassöffnung 11c aus dem Fluidkanal 11 ausströmen kann. Über den Anker 12 kann der Fluidkanal 11 gesperrt oder geöffnet werden. Die elektromagnetische Antriebseinheit 2 besteht im Wesentlichen aus einer Spule 14 und einem Eisenkern 21 und dient der Schaltung des Magnetventils 1. Um den elektromagnetischen Antrieb 2 ansteuern zu können, weist das Gehäuse 10 eine Anschlussvorrichtung 80 zur Verbindung mit einem an sich bekannten und nicht dargestellten Steuerungsmodul auf.

20 **[0025]** In der in Figur 1 dargestellten ersten Schaltposition 121 ist der Anker 12 durch eine Ankerfeder 22 gegenüber dem Eisenkern 21 in Richtung der ersten Schaltposition 121 vorgespannt. Die Ankerfeder 22 ist in einem Teil des Eisenkerns 21 geführt. Zwischen dem Anker 12 und dem Eisenkern 21 ist ein relativ großer Luftspalt 102 ausgebildet, der je nach Stellposition 121, 122 des Ankers 12 größer oder kleiner ausgebildet sein kann.

25 **[0026]** Durch Ansteuerung des elektromagnetischen Antriebs 2 bzw. durch Anlegen eines Schaltstroms in die Spule 14 wird innerhalb der Spule 14, insbesondere in dem Eisenkern 21, ein magnetisches Feld erzeugt. Die dadurch in dem Eisenkern 21 erzeugte Magnetkraft wirkt auf den Anker 12 ein, in dem der Anker 12 durch die Magnetkraft entgegen der Federkraft der Ankerfeder 22 in Richtung des Eisenkerns 21, das heißt in die zweite Schaltposition 122, gedrängt bzw. gezogen wird. Dementsprechend verringert sich bei Schalten des Magnetventils 1 in die zweite Schaltposition 122 der Abstand zwischen Eisenkern 21 und Anker 12, das heißt der Luftspalt 102 verkleinert sich.

30 **[0027]** Der zwischen dem Eisenkern 21 und dem Anker 12 ausgebildete Luftspalt 102 weist somit je nach Stellposition 121, 122 des Ankers 12 eine definierte Breite auf. Hierüber erfolgt die Ermittlung bzw. Überwachung der Stellposition 121, 122 des Ankers 12 relativ zu dem

Eisenkern 21. Der sich Luftspalt 102 stellt insbesondere einen elektrischen Widerstand dar, der sich bei Veränderung des Luftspalts 102 ebenfalls ändert. Insbesondere kann der Wert des elektrischen Widerstands mit der Breite des Luftspalts 102 korrespondieren.

[0028] Bei einer Verschaltung der Spule 14 zu einem Reihenschwingkreis 101 und einer Messung der Impedanz in dem Reihenschwingkreis 101 kann der mit einer Breite des Luftspalts 102 korrespondierende elektrische Widerstand erfasst werden. Insbesondere sinkt der elektrische Widerstand bzw. steigt der induktive Anteil der Impedanz bei Verkleinerung des Luftspalts 102, das heißt, bei Verschieben des Ankers 12 in Richtung der Offen-Position 122 bzw. in Richtung des Eisenkerns 21.

[0029] Die zur Verschaltung der Spule 14 zu einem Reihenschwingkreis 101 erforderlichen Elektronik-Komponenten, nämlich ein Kondensator 15, ein Generator 16 sowie ein Widerstand 20, sind in dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel nicht an dem Magnetventil 1, sondern in einem nicht dargestellten Motorsteuergerät des nicht dargestellten Fahrzeuges angeordnet bzw. integriert.

[0030] In der Figur 2 ist ein Magnetventil 1 in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform schematisch dargestellt. Das in Figur 2 dargestellte Magnetventil 1 weist im Vergleich zu dem in Figur 1 gezeigten Magnetventil 1 zusätzlich sämtliche Elektronik-Komponenten zur Verschaltung der Spule 14 zu einem Reihenschwingkreis 101 auf. Dazu sind in dem Bereich der Anschlussvorrichtung 80 des Magnetventils 1 zumindest ein Kondensator 15, ein Generator 16 sowie ein Widerstand 20 angeordnet. Der Kondensator 15, Generator 16 und Widerstand 20 sind insbesondere auf einer Platine 19 angeordnet und über eine Leitung mit der Spule 14 verbunden.

[0031] In den Figuren 3 und 4 ist jeweils eine Messanordnung 100 gezeigt, in der die Spule 14 des Magnetventils 1 zum Bestimmen der Stellposition des Ankers 12 zu einem Reihenschwingkreis 101 verschaltet ist.

[0032] In der Figur 3 sind die Spule 14, der Kondensator 15, der Generator 16 und der elektrische Widerstand 20 zu einem Reihenschwingkreis 101 verschaltet. Das mit dem Generator 16 erzeugte und an der Spule 14 anliegende Messsignal kann dadurch mit dem Kondensator 15 mit einer bestimmten Frequenz in eine Schwingung versetzt werden. Diese Messfrequenz liegt vorzugsweise im Bereich der Resonanz des Reihenschwingkreises 101. Dadurch bewirken kleine Änderungen des Luftspalts 102 bereits deutliche Änderungen der im Reihenschwingkreis 101 erfassten Spannung bzw. der ermittelten Impedanz.

[0033] Zum Messen einer vorherrschenden Spannung ist ein Spannungsmessgerät 17 vorgesehen, mit dem die Spule 14 in Parallelschaltung angeordnet ist. Dadurch kann die an der Spule 14 anliegende Spannung in relativ einfacher Weise erfasst werden. Das Spannungsmessgerät 17 ist vorzugsweise mit dem Mikrokontroller verbunden bzw. ist der Mikrokontroller.

[0034] Die Figur 4 zeigt ebenfalls einen Reihen-

schwingkreis 101 umfassend die Spule 14, den Kondensator 15, den Generator 16 und den elektrischen Widerstand 20, wobei in dem Reihenschwingkreis 101 in Figur 4 zusätzlich zwei Schutzdioden 18 angeordnet sind. Die Schutzdioden 18 verhindern, dass nach dem Abschalten des Stroms in der Spule 14 eine durch Selbstinduktion erzeugte Überspannung in dem Reihenschwingkreis 101 auftritt. In dem linken Teil der Figur 4 ist der zwischen Anker 12 und Eisenkern 21 befindliche Luftspalt 102 schematisch dargestellt, wobei der Luftspalt 102 bei Verschieben des Ankers 12 vergrößert oder verkleinert wird.

[0035] In der Figur 5 ist eine Ausführungsform des elektromagnetischen Antriebs 2 des Magnetventils 1 näher dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Spule 14 zum Schalten des Magnetventils 1 eine Hauptwicklung 14a und zum Ermitteln der Stellposition des Ankers 12 eine Sensorwicklung 14b auf. Die Sensorwicklung 14b ist radial außen an der Hauptwicklung 14a angeordnet und ist im Vergleich zu der Hauptwicklung 14a wesentlich kleiner ausgebildet. Die Hauptwicklung 14a und/oder die Sensorwicklung 14b umgeben den Anker 12 zumindest teilweise und können aus dem gleichen Material aufgebaut sein. Zur Ermittlung der Stellposition des Ankers 12 ist die Sensorwicklung 14b in einer zu einem Reihenschwingkreis 101 verschalteten Messanordnung 100, wie in Figur 6 dargestellt, angeordnet. Die Hauptwicklung 14a ist hierbei nicht mit dem Reihenschwingkreis 101 verschaltet. Dazu sind die Hauptwicklung 14a und die Sensorwicklung 14b in Parallelschaltung angeordnet.

[0036] In Figur 6 ist eine zu der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform des Magnetventils 1 korrespondierende, zu einem Reihenschwingkreis 101 verschaltete Messanordnung 100 dargestellt. Dabei weist die Spule 14 zum Schalten des Magnetventils 1 eine Hauptwicklung 14a und zum Ermitteln der Stellposition 121, 122 eine Sensorwicklung 14b auf. Die Hauptwicklung 14a und die Sensorwicklung 14b sind unabhängig voneinander bestrombar. Über den Generator 16 kann die Sensorwicklung 14b mit einem Strom beaufschlagt werden, über die Spannungsanzeige 17 wird die in dem Reihenschwingkreis 101 anliegende Spannung gemessen.

[0037] Um bei der Messung einen möglichst großen Effekt zu erzeugen, wird in dem Schwingkreis in der Nähe der Resonanzfrequenz des Schwingkreises gemessen. Dadurch bewirken bereits kleine Änderungen der Induktivität große Änderungen der Impedanz. Der Kondensator bleibt dabei konstant.

50 Referenzliste

[0038]

1	Magnetventil
55 2	elektromagnetische Antriebseinheit
10	Gehäuse
10a	Oberteil
10b	Unterteil

11	Durchlass / Fluidkanal
11a	Einlassöffnung
11b	Einlassöffnung
11c	Auslassöffnung
12	Anker
12a	Ventilglied
12b	Ventilsitz
13	Spulenträger
14	Spule, Spulenkörper
14a	Hauptwicklung
14b	Sensorwicklung
15	Kondensator
16	Generator
17	Spannungsmessgerät
18	Schutzdiode
19	Platine
20	Widerstand
21	Eisenkern
22	Ankerfeder
23	Lagerbuchse
24	Ausgleichsbohrung
25	Führung
80	Anschlussvorrichtung
100	Messanordnung
101	Reihenschwingkreis
102	Luftspalt
121	erste Stellposition, Sperrposition
122	zweite Stellposition, Offenposition

Patentansprüche

1. Magnetventil (1) für Fahrzeuge, mit einem Gehäuse (10), einem von einem Fluid durchströmbar Fluidkanal (11), einem axial verschiebbaren Anker (12) zum Öffnen und Sperren des Fluidkanals (11) und einer auf einen Spulenträger (13) gewickelten Spule (14), in die ein Schaltstrom zum Verschieben des Ankers (12) aus einer ersten Stellposition (121), insbesondere eine Sperrposition, in eine zweite Stellposition (122), insbesondere eine Offenposition, anlegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (14) mit einem Kondensator (15) zu einem Reihenschwingkreis (101) verschaltbar ist.
2. Magnetventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (14) in dem Reihenschwingkreis (101) mit einem Generator (16) verschaltbar ist.
3. Magnetventil (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (14) in dem Reihenschwingkreis (101) mit einem Widerstand (20) verschaltbar ist.
4. Magnetventil (1) nach einem der voranstehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (15) und/oder ein Generator (16) des Reihenschwingkreises (101) an dem Magnetventil (1) angeordnet sind.

5. Magnetventil (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (15) und/oder ein Generator (16) des Reihenschwingkreises (101) in einem Steuergerät des Fahrzeuges angeordnet sind.
6. Magnetventil (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (14) in dem Reihenschwingkreis (101) mit zumindest einer Schutzdiode (18) in Parallelschaltung angeordnet ist.
7. Magnetventil (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (14) als zumindest ein Spulenkörper ausgebildet ist, der eine Hauptwicklung (14a) und/oder eine Sensorwicklung (14b) bildet.
8. Magnetventil (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptwicklung (14a) und die Sensorwicklung (14b) unabhängig voneinander bestrombar sind.
9. Magnetventil (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Magnetventil (1) zur Signalverarbeitung einen Mikrocontroller aufweist.
10. Verfahren zum Überprüfen einer Stellposition (121, 122) eines Ankers (12) eines Magnetventils (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem
 - zum Schalten des Magnetventils (1) in eine erste Stellposition (121), insbesondere eine Sperr-Position, in der der Fluidkanal (11) des Magnetventils (1) durch den Anker (12) vollständig gesperrt ist, die Spule (14) stromlos geschaltet wird,
 - zum Schalten des Magnetventils (1) in eine zweite Stellposition (122), insbesondere eine Offen-Position, in der der Fluidkanal (11) des Magnetventils (1) durch den Anker (12) zumindest teilweise geöffnet ist, ein Schaltstrom in der Spule (14) angelegt wird, und
 - zum Überprüfen der Stellposition (121, 122) des Ankers (12)
 - die Spule (14) mit einem Kondensator (15) und einem Generator (16) zu einem Reihenschwingkreis (101) verschaltet wird,
 - ein Messsignal mit einer definierten Messfrequenz in der Spule (14) angelegt wird,
 - der an einem Widerstand (20) anliegende Spannungsfall erfasst wird,

- über das Messsignal und den erfassten Spannungsfall die Impedanz ermittelt wird, und
- mittels der ermittelten Impedanz die Stellposition (121, 122) des Ankers (12) ermittelt wird.

5

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Ermitteln der Stellposition (121, 122) des Ankers (12) das Messsignal in einer Sensorwicklung (14b) der Spule (14) angelegt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

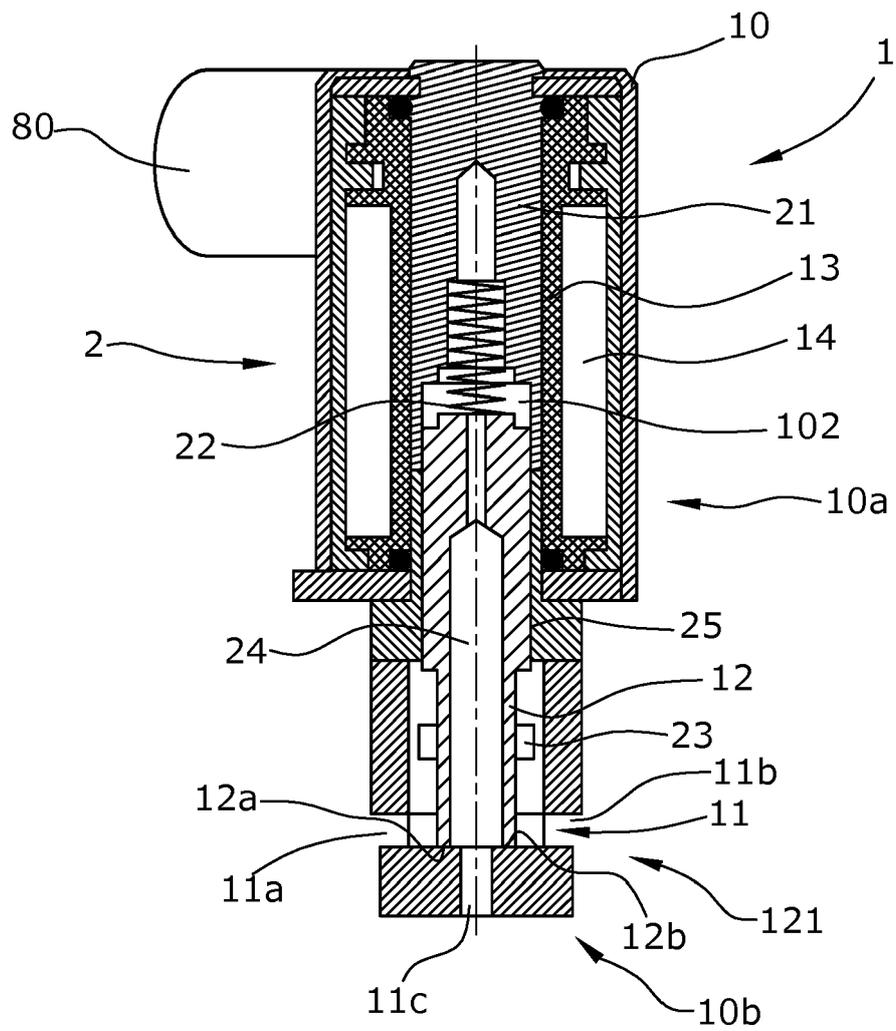


Fig.1

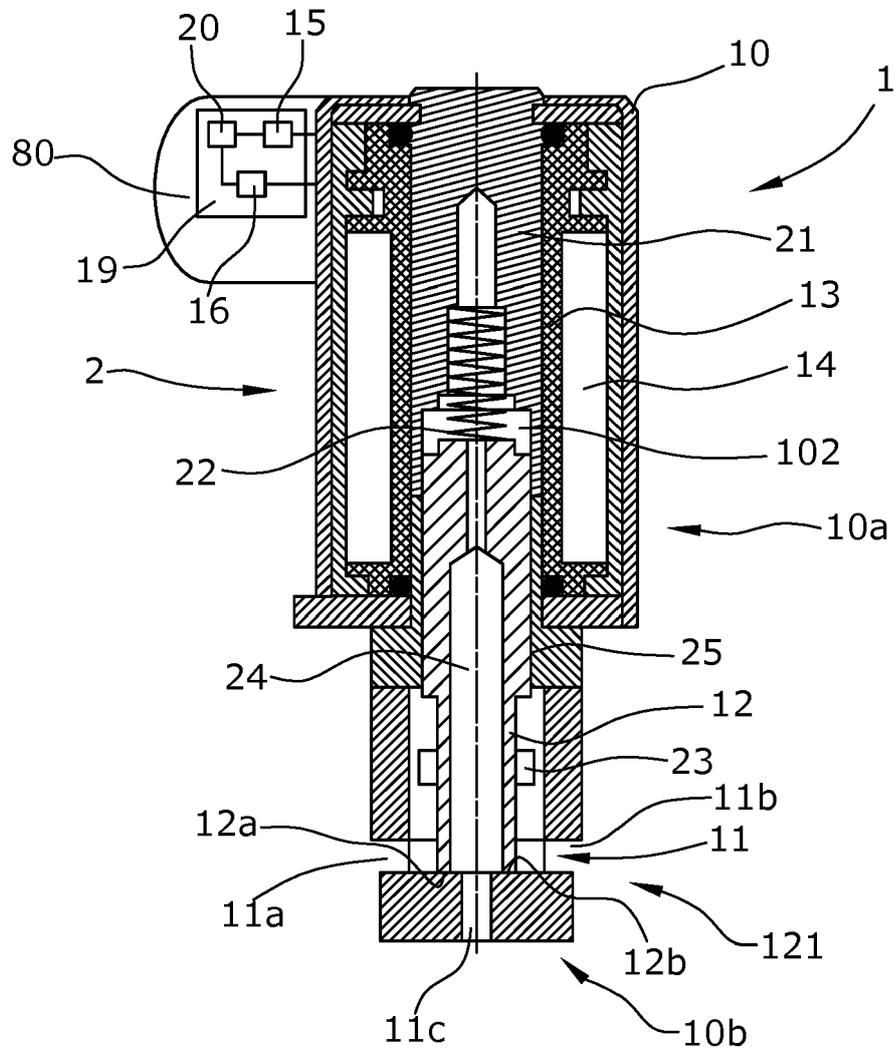


Fig.2

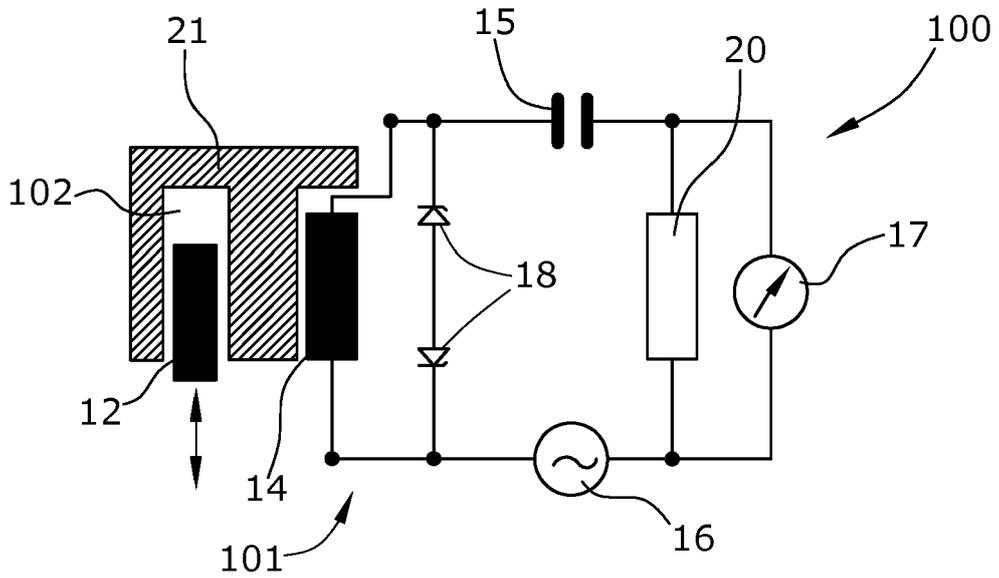
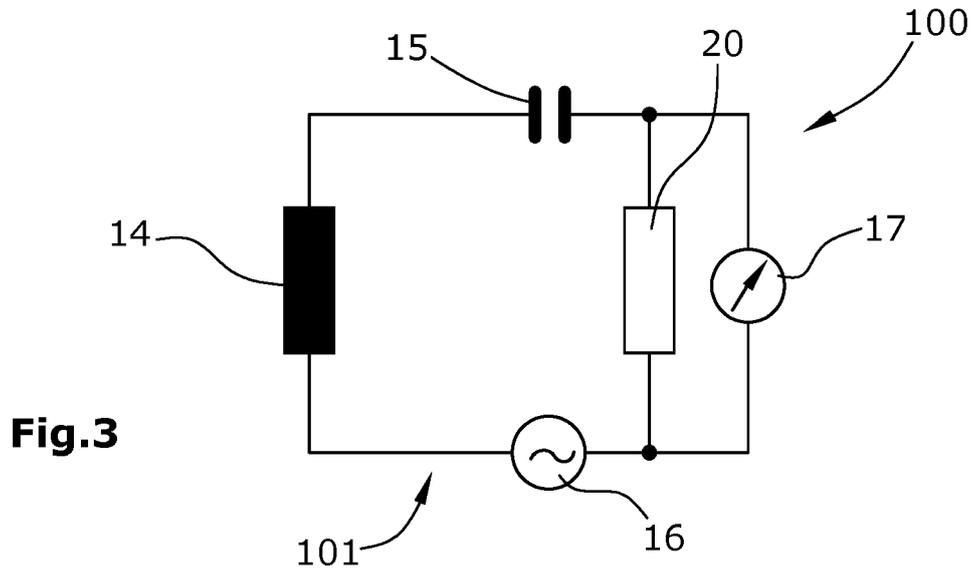


Fig.4

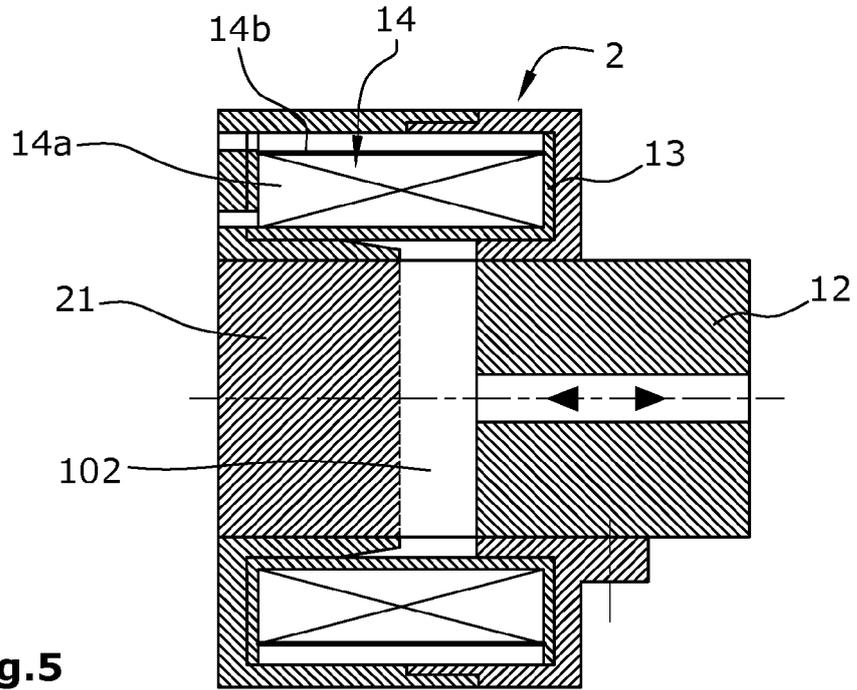


Fig. 5

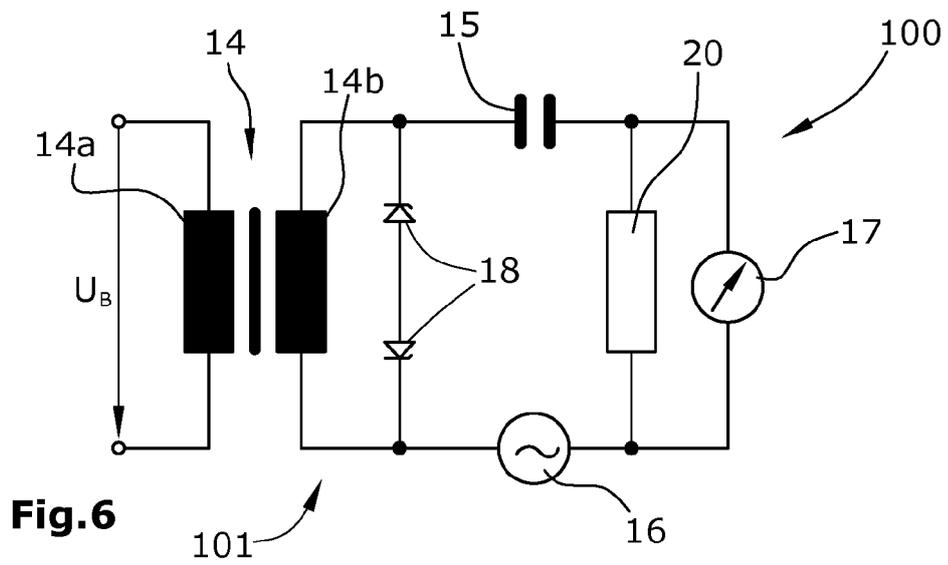


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3807278 A1 [0004]
- DE 4313273 C2 [0005]