

(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
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113882 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 1/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053099

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2012 (23.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 004 743.3
25. Februar 2011 (25.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HAHN-SCHICKARD-GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Wilhelm-Schickard-Straße 10, 78052 Villingen-Schwenningen (DE). **LASLO GMBH** [DE/DE]; Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 60, 75447 Sternenfels (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BECKER, Philipp** [DE/DE]; Oberer Dammweg 3, 78050 Villingen-Schwenningen (DE). **SPREEMANN, Dirk** [DE/DE]; Hof 16a, 79244 Münstertal (DE). **WILLMANN, Alexander** [DE/DE]; Sturmbühlstr. 162, 78054 Villingen-

Schwenningen (DE). **FOLKMER, Bernd** [DE/DE]; Braunecker Str. 70, 78362 Konstanz (DE). **WITTIG, Lothar** [DE/DE]; Heilbronnerstr. 43, 75447 Sternenfels (DE). **NACKENHORST, Rainer** [DE/DE]; Untermühlhauserstr. 5, 86929 Penzing (DE).

(74) Anwälte: **STÖCKELER, Ferdinand** et al.; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler & Partner, Postfach 246, 82043 Pullach (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, DE, 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: FLOW SENSOR AND METHOD FOR DETECTING A FLOW

(54) Bezeichnung : FLUSSENSOR UND VERFAHREN ZUM ERFASSEN EINES FLUSSES

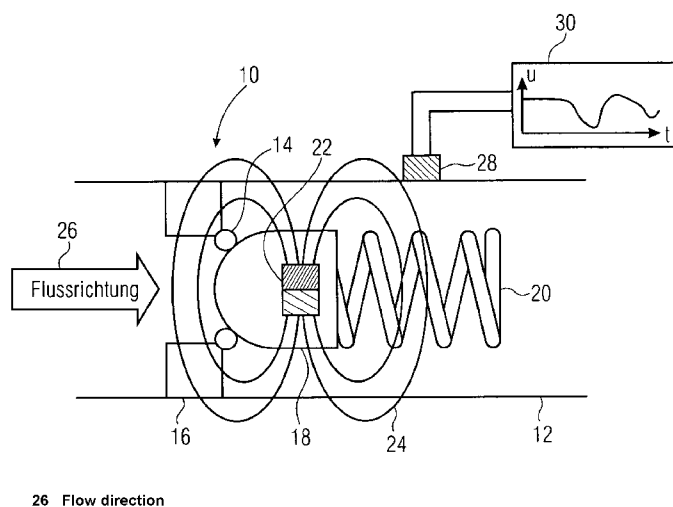


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a flow sensor comprising a check valve, which is arranged in a fluid line and has a valve seat and a closure element, and a magnetic field sensor. The closure element comprises a magnetic field generator or is mechanically coupled to a magnetic field generator such that a movement of the closure element relative to the valve seat results in a movement of the magnetic field generator relative to the magnetic field sensor. The magnetic field sensor is arranged so as to detect a movement of the magnetic field generator relative to the magnetic field sensor such that an output signal of the magnetic field sensor is a measure of the opening degree of the check valve.

(57) Zusammenfassung: Ein Flusssensor umfasst ein in einer Fluidleitung angeordnetes Rückschlagventil mit einem Ventilsitz und einem Verschlusselement, sowie einen Magnetfeldsensor. Das Verschlusselement weist einen Magnetfeldgeber auf oder ist mit einem Magnetfeldgeber mechanisch gekoppelt, so dass eine Bewegung des Verschlusselements relativ zu dem Ventilsitz eine Bewegung des Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zur Folge hat. Der Magnetfeldsensor ist angeordnet, um eine Bewegung des Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zu erfassen, so dass ein Ausgangssignal des

Magnetfeldsensors ein Maß für den Öffnungsgrad des Rückschlagventils ist.



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)*

Flusssensor und Verfahren zum Erfassen eines Flusses

Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet von Flusssensoren und Verfahren zum Erfassen eines Flusses, insbesondere solche Sensoren und Verfahren, die in der Lage sind, einen Durchfluss mit geringem Energiebedarf zu messen.

- 10 Um einen Durchfluss durch Leitungen, beispielsweise in Wassernetz-gebundenen Systemen, zu messen, sind verschiedene Möglichkeiten bekannt. Ein Verfahren ist das Differenzdruckverfahren, bei dem der Wirkdruck quadratisch mit dem Durchfluss ansteigt, weshalb der verwendete Drucksensor einen sehr großen Messbereich abdecken muss. Eine weitere Möglichkeit ist ein Volumenzähler, wobei dabei verwendete Turbinen- oder Mess-
- 15 flügelzähler einen relativ großen Schlupf besitzen, so dass die Messung geringer Durchflüsse nicht realisiert werden kann. Bei einer Schwebekörperdurchflussmessung muss die Einbauposition gewährleistet werden, da ein Widerstandskörper senkrecht von unten nach oben umströmt wird. Bei einer magnetisch-induktiven Durchflussmessung fließt eine leitende Flüssigkeit durch ein zeitlich veränderliches Magnetfeld, wobei die Erzeugung eines
- 20 solchen Magnetfelds zuviel Energie benötigt, so dass das System nicht energieautark realisiert werden kann. Bei einer Ultraschalldurchflussmessung misst man die Überlagerung der Schallgeschwindigkeit mit der Flussgeschwindigkeit, wobei die Ultraschallerzeugung sehr viel Energie benötigt. Bei einer thermischen Durchflussmessung benötigen die thermischen Heizer einen sehr hohen Energiebedarf, so dass auch solche Durchflussmesser
- 25 zuviel Energie benötigen, so dass entsprechende Systeme nicht energieautark realisiert werden können. Bei einer optischen Durchflussmessung verwendete optische Systeme müssen permanent mit Energie versorgt werden, so dass auch sie für energieautarke Systeme nicht geeignet sind.
- 30 Aus der WO 2009/083179 A1 ist eine Fluidikvorrichtung bekannt, bei der ein Fluidikelement beweglich in einer Fluidleitung angeordnet ist. Das Fluidikelement kann eine Durchströmungsöffnung aufweisen, in der ein Rückschlagventil angeordnet ist. Das Fluidikelement kann zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material bestehen, wobei ein Magnetfeldsensor vorgesehen sein kann, um aus einer Veränderung eines gemessenen
- 35 Magnetfelds auf einen Ort und/oder eine Bewegung des Fluidikelements zu schließen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Flusssensor und ein Verfahren zum Erfassen eines Flusses zu schaffen, die es ermöglichen, einen Fluss durch einen Fluidweg mit einem geringen Energieaufwand zu detektieren.

- 5 Diese Aufgabe wird durch einen Flusssensor nach Anspruch 1 und ein Verfahren zum Erfassen eines Flusses nach Anspruch 15 gelöst.

Ausführungsbeispiele der Erfindung schaffen einen Flusssensor mit folgenden Merkmalen:

- 10 einem in einer Fluidleitung angeordneten Rückschlagventil mit einem Ventilsitz und einem Verschlusselement; und

einem Magnetfeldsensor,

- 15 wobei das Verschlusselement einen Magnetfeldgeber aufweist oder mit einem Magnetfeldgeber mechanisch gekoppelt ist, so dass eine Bewegung des Verschlusselements relativ zu dem Ventilsitz eine Bewegung des Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zur Folge hat, und

- 20 wobei der Magnetfeldsensor angeordnet ist, um eine Bewegung des Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zu erfassen, so dass ein Ausgangssignal des Magnetfeldsensors ein Maß für den Öffnungsgrad des Rückschlagventils ist.

- Ausführungsbeispiele der Erfindung schaffen ein Verfahren zum Erfassen eines Flusses, mit folgenden Schritten:
- 25

- Erfassen eines Ausgangssignals eines Magnetfeldsensors, der angeordnet ist, um eine Bewegung eines Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zu erfassen, wobei ein Verschlusselement eines in einer Fluidleitung angeordneten Rückschlagventils den Magnetfeldgeber aufweist oder mit dem Magnetfeldgeber mechanisch gekoppelt ist, so dass eine Bewegung des Verschlusselements relativ zu einem Ventilsitz des Rückschlagventils eine Bewegung des Magnetfeldgebers relativ zu dem Magnetfeldsensor zur Folge hat, so dass das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors ein Maß für den Öffnungsgrad des Rückschlagventils ist; und
- 30

35

Ermitteln eines Flusses durch die Fluidleitung basierend auf dem erfassten Ausgangssignal des Magnetfeldsensors.

Gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung wird die relative Position eines Verschlusselements eines Rückschlagventils zu dem Ventilsitz des Rückschlagventils mittels eines Magnetfeldsensors magnetisch erfasst, wobei das Rückschlagventil in einer Fluidleitung angeordnet ist, so dass ein Leckagefluss an dem Rückschlagventil vorbei nicht stattfinden kann. Somit ermöglicht die vorliegende Erfindung sowohl die Erfassung von Durchflussmengen über einen großen Messbereiche. Ferner ist auf vorteilhafte Weise eine Durchflussmessung möglich, während gleichzeitig ein Fluss in eine Richtung entgegengesetzt zur Flussrichtung des zu messenden Flusses verhindert wird.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Magnetfeldsensor als ein xMR-Sensor insbesondere ein GMR-Sensor (GMR = giant magnetoresistive) ausgebildet sein. Wie bekannt ist, stellt der Ausdruck xMR dabei einen Sammelbegriff für magnetoresistive Effekte dar, wie beispielsweise den AMR-Effekt (AMR = anisotrop magnetoresistiv), den GMR-Effekt, den TMR-Effekt (TMR = tunnel magnetoresistive), den CMR-Effekt (CMR = colossal magnetoresistive) und den GME-Effekt (GME = giant magnetic inductance). Entsprechende Magnetfeldsensoren, die einen sehr geringen Leistungsbedarf aufweisen, können erfindungsgemäß eingesetzt werden.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung weist der Flusssensor einen Mikrocontroller auf, der mit dem Magnetfeldsensor gekoppelt ist und konfiguriert ist, um das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors zu empfangen und basierend darauf eine Durchflussmenge zu ermitteln. Der Mikrocontroller kann ferner ausgeführt sein, um ein die Durchflussmenge anzeigendes Signal auszugeben, beispielsweise anzuzeigen, oder drahtlos oder drahtgebunden zu einem Empfänger zu übertragen. Der Mikrocontroller kann bei Ausführungsbeispielen der Erfindung ausgelegt sein, um den Magnetfeldsensor zwischen einer Messphase und einer Ruhephase mit einem vorbestimmten Lastzyklus umzuschalten, wobei durch ein entsprechendes Einstellen des Lastzyklus der Energieverbrauch weiter reduziert werden kann.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung ist ferner ein Magnetfeldschalter vorgesehen, dessen Aufgabe darin besteht, das System, das den Mikrocontroller und den Magnetfeldsensor aufweist, zu wecken. Somit ist das System nur bei Bedarf aktiv, so dass der Energieverbrauch weiter reduziert werden kann. Der Magnetfeldschalter kann beispielsweise als ein GMR-Magnetfeldschalter implementiert sein.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Magnetfeldschalter selbst die Funktion eines Magnetfeldsensors übernehmen, der eine festgelegte Schwelle detektieren kann, so dass der Flusssensor als ein Schwellenschalter wirkt.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ermöglichen somit die Erfassung eines Flusses in einer Fluidleitung, beispielsweise eines Wasserflusses in einer Wasserleitung, mit einem sehr geringen Energiebedarf, wobei sowohl geringe Tropfmengen als auch große Durchflussmengen detektiert und gemessen werden können. Erfindungsgemäß müssen
5 keine verschiedenen Typen von Sensoren eingesetzt werden, um sowohl geringe Tropfmengen als auch große Durchflüsse von mehreren Litern pro Minute zu messen, wie dies bei aktuellen Systemen der Fall ist. Bei aktuellen Systemen ist dies notwendig, da die einzelnen Sensortypen meist nur einen geringen Messbereich mit der geforderten Genauigkeit
10 abdecken. Darüber hinaus nutzen herkömmliche Flusssensoren typischerweise physikalische Prinzipien zur Messung eines Flusses, beispielsweise eines Wasserflusses, die mit einem hohen Energiebedarf einhergehen. Die vorliegende Erfindung ermöglicht Flusssensoren und Verfahren zum Erfassen eines Flusses, die einen geringeren Energieverbrauch, einen geringeren Schlupf und einen größeren Messbereich aufweisen. Somit eignen sich
15 Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung für Anwendungen, für die bekannte Systeme aufgrund der genannten Nachteile ausgeschlossen sind. So eignen sich Ausführungsbeispiele der Erfindung für Sensoren, die in der Lage sind, den Wasserfluss in Wasserleitungen mit äußerst geringem Energieaufwand zu detektieren und zu messen, so dass der Einsatz von batteriebetriebenen Mess- und Regelsystemen möglich wird. Auch der Einsatz
20 von Energy Harvesting zur Energieversorgung von Überwachungssystemen (wie z.B. Condition Monitoring Systemen) wird durch den Einsatz solcher Systeme erstmalig ermöglicht.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Anmeldung werden nachfolgend Bezug nehmend
25 auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Flusssensors;

Fig. 2a) bis 2c) schematische Darstellungen, die ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Flusssensors in verschiedenen Zuständen zeigen;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Flusssensors;

Fig. 4a, 4b schematische Darstellungen zur Erläuterung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Flusssensors; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Magnetfeldschalters.

5 Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem ein Rückschlagventil 10 in eine Fluidleitung 12, beispielsweise eine Wasserleitung, eingebaut ist. Das Rückschlagventil weist einen Ventilsitz 14 in Form eines Dichtrings auf. Der Dichtring ist an geeigneten Befestigungsmitteln 16 in der Fluidleitung 12 angebracht. Das Rückschlagventil 10 weist ferner einen Schließkegel 18 auf, der federnd gegen den Ventilsitz 14 gelagert ist, wie in
10 Fig. 1 durch eine Feder 20 angedeutet ist. Der Schließkegel 18 weist einen Magnetfeldgeber 22 auf, wie in Fig. 1 schematisch gezeigt ist. Zu diesem Zweck kann der Schließkegel 18 entweder aus einem magnetischen Material bestehen oder ein Magnet kann an dem Schließkegel befestigt sein. Der Magnetfeldgeber 22 erzeugt ein Magnetfeld 24, wie durch entsprechende Feldlinien in Fig. 1 gezeigt ist.

15 Das Rückschlagventil 10 ist ausgebildet, um einen Fluidfluss nur in eine Richtung, die durch einen Pfeil 26 in Fig. 1 gezeigt ist, zuzulassen. Ein Fluidfluss in Richtung des Pfeils 26 erzeugt eine auf den Schließkegel 18 wirkende Kraft, so dass der Schließkegel 18 von dem Ventilsitz 14 abgehoben und das Ventil geöffnet wird. Der Öffnungsgrad des Ventils
20 hängt vom Durchfluss, also von der Flussmenge, ab.

In einer geeigneten Position relativ zu dem Rückschlagventil 10 und somit zu dem Magnetfeldgeber 22, ist ein Magnetfeldsensor 28 angeordnet. Der Magnetfeldsensor 28 ist an einer solchen Position relativ zu dem Rückschlagventil 10 angeordnet, dass sein Ausgangs-
25 signal von der Position des Schließkegels 18 abhängt, die wiederum von der Flussmenge des durch die Fluidleitung strömenden Fluids abhängt. Diese Abhängigkeit ist in einem Diagramm 30 in Fig. 1 angedeutet, das die Ausgangsspannung U des Magnetfeldsensors 28 über der Zeit t darstellt. Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung ist der Magnetfeldsensor durch einen GMR-Sensor gebildet.

30 Der Magnetfeldsensor ist somit derart relativ zu dem Schließkegel 18 und somit dem Magnetfeldgeber 22 angeordnet, dass eine Bewegung des Schließkegels 18 und somit des Magnetfeldgebers 22 zu einer Änderung des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors führt, so dass das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors ein Maß für den Öffnungsgrad des
35 Rückschlagventils ist. Durch eine Kalibrierung des Systems kann somit mit Hilfe des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors 28 direkt auf die Durchflussmenge durch das Rückschlagventil rückgeschlossen werden.

Die Figuren 2a) -2c) zeigen das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 28 für unterschiedliche Öffnungsgrade des Rückschlagventils. Gemäß Fig. 2a) findet kein Fluss statt, so dass das Rückschlagventil 10 geschlossen ist. Der Magnetfeldsensor 28 ist somit nur einem geringen Teil des von dem Magnetgeber 22 erzeugten Magnetfelds ausgesetzt, so dass das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 28 auf einem tiefen Pegel ist, wie durch die geringe Ausgangsspannung im Diagramm 30a in Fig. 2a) angezeigt ist. Gemäß Fig. 2b) findet ein erster geringer Fluss durch die Leitung 12 statt, so dass das Rückschlagventil 10 leicht geöffnet ist. Der Magnetfeldgeber 22 ist durch die Auslenkung des Rückschlagventils 18 zu dem Magnetfeldsensor 28 hin bewegt, so dass das Ausgangssignal desselben einen höheren Pegel aufweist, siehe Diagramm 30b. Gemäß Fig. 2c) schließlich findet ein zweiter hoher Fluss statt, so dass der Magnetfeldgeber durch die Auslenkung des Rückschlagventils 18 noch näher zu dem Magnetfeldsensor 28 hin bewegt wurde, so dass dieser dem erzeugten Magnetfeld 24 stärker ausgesetzt ist. Das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 28 weist einen entsprechend höheren Pegel auf, wie in Diagramm 30c gezeigt ist.

Nachdem der Leistungsbedarf eines Magnetfeldsensors, und insbesondere eines xMR-Sensors, beispielsweise eines GMR-Sensors, sehr gering ist, kann ein entsprechender Flusssensor mit einem sehr geringen Energiebedarf betrieben werden. Beispielsweise kann der Leistungsbedarf herkömmlicher GMR-Sensoren bei ca. 9 mW liegen. Somit ermöglichen entsprechende Ausführungsbeispiele der Erfindung eine Flusserfassung bei einem geringen Energiebedarf.

Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels der Erfindung, das für eine Verstärkung des Messeffekts ausgelegt ist. Fig. 3 zeigt eine Durchflusssensoranordnung mit einem ersten Anschlussstück 32, einem zweiten Anschlussstück 34 und einem Fluidkanal, der die Anschlussstücke verbindet. Der Fluidkanal ist in Fig. 3 durch eine Linie 36 angedeutet. In dem Fluidkanal ist ein Rückschlagventil 40 angeordnet, das einen Ventilsitz 42 und ein Verschlusselement in Form einer Kugel 44 aufweist. Die Kugel 44 kann durch Gravitationskraft gegen den Ventilsitz 42 vorgespannt sein. Die Kugel 44 ist an einem Hebelarm 46 angebracht, an dem ferner ein Magnetfeldgeber 48, beispielsweise in Form eines Magneten, angebracht ist. Der Hebelarm 46 ist an dem Ende, an dem die Kugel 44 angebracht ist, eingespannt, während der Magnetfeldgeber 48 an dem anderen Ende desselben angebracht ist. Findet nun ein Fluidfluss durch die Fluidleitung 36 statt, so wird die Kugel 44 in Richtung des Pfeils 50 nach oben bewegt. Diese Bewegung wird durch den Hebelarm 46 in eine größere Bewegung des Magneten 48 umgesetzt, wie durch einen Pfeil 52 in Fig. 3 gezeigt ist. Somit entspricht die Auslenkung des Magnetfeldgebers 48 gemäß dem Hebelgesetz einem Vielfachen der Bewegung der Kugel.

Diese entsprechend der Länge des Hebels vergrößerte Auslenkung kann durch einen Magnetfeldsensor 54, der gegenüber dem Magnetfeldgeber 48 angeordnet ist, erfasst werden.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann somit durch Vorsehen eines Hebels eine vergrößerte Auslenkung von Teilen eines Flusselements bewirkt werden, wobei diese vergrößerte Auslenkung durch einen Magnetfeldsensor erfasst werden kann, so dass die Messgenauigkeit erhöht werden kann.

Wie oben ausgeführt wurde, weisen Magnetfeldsensoren und insbesondere GMR-Sensoren einen sehr geringen Energiebedarf auf. Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung ist ein Mikrocontroller vorgesehen, der ausgelegt ist, um auf der Grundlage des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors auf einen Fluss durch die Fluidleitung rückzuschließen. Der Mikrocontroller kann dabei programmiert sein, um auf der Grundlage des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors auf eine Nachschlagtabelle zuzugreifen, in der verschiedenen Ausgangssignalen zugeordnete Durchflussmengen abgelegt sind, wobei die Daten der Nachschlagtabelle durch eine Kalibrierung des Systems erhalten werden können. Der Mikrocontroller kann ausgelegt sein, um den Magnetfeldsensor mit einem Duty-Cycle (Lastverhältnis) zu betreiben, der das Verhältnis zwischen aktiver Phase des Magnetfeldsensors und Ruhephase desselben beschreibt. In der aktiven Phase wird der Magnetfeldsensor mit Leistung versorgt und liefert Ausgangssignale, während er in der Ruhephase nicht mit Leistung versorgt wird und somit keine Energie verbraucht. Das Lastverhältnis kann geeignet gewählt werden, um einen Kompromiss zwischen Verhalten des Flusssensors und Energieverbrauch desselben zu liefern.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung wird das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors mittels eines Mikrocontrollers ausgewertet, der ausgelegt sein kann, um basierend auf dem Ausgangssignal des Magnetfeldsensors auf eine Nachschlagtabelle zuzugreifen, die auf Kalibrierungsdaten basiert. Die Nachschlagtabelle kann dabei auch weitere Parameter berücksichtigen, die einen Einfluss auf den gemessenen Durchfluss haben können, beispielsweise die bei der Messung vorliegende Temperatur. Zur Erfassung dieser weiteren Parameter können zusätzliche Sensoren, beispielsweise ein Temperatursensor, vorgesehen sein. Die Nachschlagtabelle kann für ein spezielles Fluid, dessen Durchfluss zu messen ist, kalibriert sein, beispielsweise Wasser. Alternativ kann die Nachschlagtabelle Daten für mehrere Fluide enthalten, wobei eine Möglichkeit vorgesehen sein kann, um zwischen den Fluiden auszuwählen.

Um den Energieverbrauch weiter zu reduzieren, kann bei Ausführungsbeispielen der Erfindung ein zusätzlicher Magnetfeldschalter vorgesehen sein, durch den das System nur

dann geweckt wird, wenn ein Fluss durch die Fluidleitung stattfindet. Der Magnetfeldschalter kann beispielsweise durch einen GMR-Schalter implementiert sein, wobei der Leistungsbedarf typischer GMR-Schalter bei 400 nW liegen kann. Der Magnetfeldschalter ist, wie auch der Magnetfeldsensor, an einer Position angebracht, an der er die Bewegung des Rückschlagventils beobachten kann, d. h. an der er die Relativbewegung zwischen Verschlusselement und Ventilsitz beobachten kann.

Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Flusssensors, bei dem eine Sensoreinheit 100 einen Magnetfeldschalter 102, einen Magnetfeldsensor 104 und einen Mikrocontroller 106 aufweist, ist in den Figuren 4a und 4b gezeigt. Der Mikrocontroller ist elektrisch mit dem Magnetfeldschalter 102 und dem Magnetfeldsensor 104 gekoppelt, wie durch Pfeile 108 in Fig. 4a angedeutet ist.

In Fig. 4a ist das Rückschlagventil 10 in einem geschlossenen Zustand gezeigt. In diesem Zustand befinden sich der Magnetfeldsensor 104 und der Mikrocontroller 106 in einem Schlafmodus. Unter Schlafmodus eines Magnetfeldsensors ist dabei ein solcher Modus zu verstehen, bei dem der Magnetfeldsensor nicht mit Energie versorgt wird und somit keine Energie verbraucht. Unter Schlafmodus des Mikrocontrollers ist dabei ein Modus zu verstehen, bei dem der Energieverbrauch des Mikrocontrollers gegenüber einem aktiven Modus reduziert ist, indem Komponenten des Mikrocontrollers ausgeschaltet sind, d. h. nicht mit Energie versorgt werden. Beispielsweise kann während des Schlafmodus des Mikrocontrollers lediglich ein Zeitgeber aktiv sein. Derartige Schlafmodi von Mikrocontrollern sind bekannt, wobei Mikrocontroller beispielsweise durch eine Signalfanke an einem Interrupt-Eingang aus dem Schlafmodus geweckt werden können. Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann somit ein Interrupt-Eingang des Mikrocontrollers 106 mit einem Ausgang des Magnetfeldschalters 102 verbunden sein, so dass der Mikrocontroller durch eine Signalfanke im Ausgangssignal des Magnetfeldschalters 102 aus dem Schlafmodus in den aktiven Modus geweckt werden kann. Der Mikrocontroller ist ausgelegt, um nach dem Versetzen desselben in den aktiven Modus den Magnetfeldsensor zu aktivieren, um den Fluss durch die Leitung 12 zu messen.

Somit befinden sich der Mikrocontroller 106 und der Magnetfeldsensor 104 bei dem in Fig. 4a gezeigten geschlossenen Zustand des Rückschlagventils 110 im Schlafmodus, in dem der Magnetfeldsensor komplett deaktiviert sein kann. Der Magnetfeldschalter 102 ist aktiv und überwacht die Position des Ventils. Sobald sich das Ventil bewegt, wird diese Bewegung von dem Magnetfeldschalter 102 erkannt. Genauer gesagt erfasst der Magnetfeldschalter 102 eine Änderung des durch eine Bewegung des Magnetfeldgebers 22 bewirkten Magnetfeldes und schaltet, wenn das durch den Magnetgeber 22 verursachte Mag-

netfeld einen vorbestimmten Wert annimmt oder überquert. Dadurch wird in dem Ausgangssignal des Magnetfeldschalters 22 eine Signalflanke erzeugt, die über einen Interrupt den Mikrocontroller 106 startet. Dadurch wird der Mikrocontroller 106 in einen aktiven Modus versetzt und aktiviert seinerseits den Magnetfeldsensor 104. Dadurch ergibt sich
5 das in Fig. 4b gezeigte Szenario, bei dem der Mikrocontroller 106 und der Magnetfeldsensor 104 aktiv sind. In diesem Zustand führt der Magnetfeldsensor Messungen durch, um die genaue Position des Ventils, insbesondere des Verschlusselements 18, zu bestimmen. Insofern entspricht die Funktionalität des Magnetfeldsensors der oben Bezug nehmend auf die Figuren 1 und 2 beschriebenen Funktionalität. Mit Hilfe der Informationen über die
10 Position des Verschlusselements und damit des Öffnungsgrades des Ventils kann die Durchflussmenge bestimmt werden, beispielsweise durch Berechnung oder durch Zugriff auf eine Nachschlagtabelle.

Wenn sich das Ventil wieder schließt, kann dies auf der Grundlage des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors 104 erkannt werden. Daraufhin können der Mikrocontroller 106 und der Magnetfeldsensor 104 wieder in den Schlafmodus versetzt werden. Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Magnetfeldschalter in einen Schlafmodus, in dem er nicht mit Energie versorgt wird, versetzt werden, wenn der Mikrocontroller und der Magnetfeldsensor in dem aktiven Modus sind. Bei solchen Ausführungsbeispielen wird der
20 Magnetfeldschalter dann wieder in einen aktiven Modus versetzt, wenn der Mikrocontroller und der Magnetfeldsensor in den Schlafmodus versetzt werden.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Mikrocontroller auch durch eine weitere Flanke in dem Ausgangssignal des Magnetfeldschalters 102 aus dem aktiven Modus
25 wieder in den Schlafmodus versetzt werden, wobei eine solche Signalflanke in dem Ausgangssignal des Magnetfeldschalters 102 erzeugt werden kann, wenn das durch den Magnetgeber verursachte Magnetfeld wieder den vorbestimmten Wert annimmt oder überquert.

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann ein weiterer Magnetfeldschalter vorgesehen sein, der konfiguriert ist, um in einem Ausgangssignal desselben eine digitale Signalflanke zu erzeugen, wenn das durch den Magnetgeber verursachte Magnetfeld einen zweiten vorbestimmten Wert annimmt. Der zweite vorbestimmte Wert kann beispielsweise einer bestimmten Öffnungsposition des Ventils, beispielsweise einer Öffnungsendposition des Ventils, zugeordnet sein. Der weitere Magnetfeldschalter kann mit dem Mikrocontroller gekoppelt sein, derart, dass der Mikrocontroller bei Auftreten der Signalflanke im Ausgangssignal des zweiten Magnetfeldschalters in den Schlafmodus versetzt wird. Somit ermöglichen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung das Einstellen eines definierten Messbereichs.

- Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann die Schaltschwelle des Magnetfeldschalters so eingestellt sein, dass, während das Rückschlagventil geschlossen ist, die Schwelle gerade nicht überschritten wird. Sobald ein Fluidfluss, beispielsweise ein Wasserfluss, einsetzt, bewegt sich das Rückschlagventil und das digitale Ausgangssignal des Magnetfeldschalters wechselt von einem binären Wert auf einen anderen, beispielsweise von 0 auf 1 oder umgekehrt. Dieser Flankenwechsel wird genutzt, um den Mikrocontroller und somit auch den Magnetfeldsensor mit Hilfe eines Interrupts zu wecken und zu aktivieren. Der Magnetfeldsensor beginnt die Stellung des Ventils genau zu messen und sobald die Messung beendet ist, werden der Magnetfeldsensor und der Mikrocontroller wieder in den Schlafmodus versetzt. Der Magnetfeldsensor benötigt also nur dann Energie, wenn wirklich ein Fluidfluss stattfindet. In der Zeit, in der kein Fluss stattfindet, ist der Magnetfeldsensor komplett inaktiv.
- Bei Ausführungsbeispielen kann die Schaltschwelle so eingestellt werden, dass das System erst dann aktiviert wird, wenn eine Schwelle, die die untere Grenze eines bestimmten Messbereichs darstellt, erreicht ist. Wie oben ausgeführt wurde, kann, um den Messbereich nach oben zu beschränken, ein weiterer Magnetfeldsensor genutzt werden.
- Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann ein Magnetfeldschalter selbst als Magnetfeldsensor wirken, wobei der Magnetfeldschalter die Aufgabe der Detektion einer vorher festgelegten Schwelle übernimmt. Mit einem solchen Aufbau können Schwellenschalter realisiert werden, die ab einer vorher eingestellten Flussmenge schalten. Ein zusätzlicher Magnetfeldsensor, der eine genaue qualitative Messung des Magnetfelds vornimmt, ist bei solchen Ausführungsbeispielen nicht vorgesehen.

Ein funktionelles Blockdiagramm eines Magnetfeldschalters, wie er bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen kann, ist in Fig. 5 gezeigt. Der Magnetfeldschalter umfasst einen Oszillator und Zeitgeber 110, ein Sensorelement 112, einen Komparator 114, ein Latch 116 und einen Schalter 118, beispielsweise in Form eines Feldeffekttransistors. Der Ausgang des Oszillators und Zeitgebers 110 ist mit dem Sensorelement 112 und dem Komparator 114 gekoppelt, um einen geeigneten Messzyklus anzuwenden, wie durch Pulse 120 in Fig. 5 angedeutet ist. Ferner ist in Fig. 5 eine Versorgungsspannung V_{DD} gezeigt. Das Sensorelement 112 kann beispielsweise als Wheatstone-Brücke ausgebildet sein, wobei das Ausgangssignal des Komparators 26 abhängig von dem durch das Sensorelement 112 erfassten Magnetfeld einen hohen oder tiefen Pegel aufweist. Der Ausgang des Komparators 114 ist mit einem Eingang des Latch 116 gekoppelt, dessen Ausgang wiederum mit einem Steueranschluss des Schalters 118 gekoppelt ist. Abhängig

vom Ausgangssignal des Latch 116 lässt der Schalter 118 einen Ausgang 122 des Magnetfeldschalters 102 auf einem hohen logischen Pegel oder zieht ihn auf einen tiefen logischen Pegel. Am Ausgang 122 wird somit ein digitales Ausgangssignal ausgegeben, das einen logisch hohen oder logisch tiefen Pegel annehmen kann.

5

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Magnetfeldschalter als GMR-Magnetfeldschalter ausgebildet sein, indem das Sensorelement 112 als GMR-Sensorelement ausgebildet ist. Bei derartigen Magnetfeldschaltern ist keine Offset-Korrektur notwendig, da sich das magnetoresistive Material, das in dem GMR-Sensorelement verwendet ist, nicht irreversibel aufmagnetisiert. Beispiele eines derartigen Sensors ziehen im Betriebsmodus durchschnittlich lediglich einen Strom von ca. 0,12 μ A.

10

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung wurden oben Bezug nehmend auf ein Rückschlagventil beschrieben, bei dem ein Schließkegel oder eine Kugel eine Ventilöffnung, die durch einen Ventilsitz gebildet ist, freigibt oder verschließt. Alternative Ausführungsbeispiele der Erfindung können andere Rückschlagventile verwenden, beispielsweise Klappenventile oder dergleichen, solange das bewegliche Verschlusselement derart mit einem Magnetfeldgeber mechanisch gekoppelt ist, dass eine Bewegung des Verschlusselements in eine Bewegung des Magnetfeldgebers umgesetzt wird, so dass durch einen entsprechenden Magnetfeldsensor eine Stellung des Verschlusselements relativ zum Ventilsitz erfasst werden kann.

15

20

Bei Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Magnetfeldgeber durch einen Permanentmagneten gebildet sein. Bei alternativen Ausführungsbeispielen kann der Magnetfeldgeber aus einem magnetisierbaren Material bestehen, so dass durch den Magnetfeldgeber ein extern, beispielsweise durch einen externen Permanentmagneten, erzeugtes Magnetfeld geändert werden kann, wobei diese Änderung wiederum durch den Magnetfeldsensor erfassbar ist.

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung beziehen sich somit auf einen Flusssensor, bei dem ein Durchlassventil derart in einer Fluidleitung angeordnet ist, dass kein Fluss an dem Rückschlagventil vorbei stattfinden kann. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich ferner auf entsprechende Verfahren zum Erfassen eines Flusses durch eine Fluidleitung, die durch entsprechende Flusssensoren ausführbar sind.

30

35

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ermöglichen somit die Realisierung einer Sensorik zur Flusserfassung, die mit bisherigen Technologien nicht möglich waren, insbesondere die Implementierung von energieautarken oder batteriebetriebenen Systemen.

Beispielsweise können Ausführungsbeispiele der Erfindung zur Implementierung von Wasserwächtern eingesetzt werden, bei denen Energie mit Hilfe eines Turbinengenerators selbst erzeugt wird, so dass das System mit äußerst wenig Energie funktionieren muss, so dass keine handelsübliche Sensorik zur Flussdetektion eingesetzt werden kann. Ausführungsbeispiele der Erfindung ermöglichen die Erfassung sowohl sehr geringer Flussmengen im Tropfenbereich als auch sehr großer Durchflüsse von mehreren Litern pro Minute. Mögliche Einsatzgebiete für Ausführungsbeispiele der Erfindung umfassen eine Messung und Regelung des Durchflusses und/oder die Erfassung von Leckage in Leitungen von Wasserverbrauchern, wie z.B. Bewässerungssystemen, Waschmaschinen, Spülmaschinen, Getränkeautomaten, Wasserspendern, Kaffeemaschinen und dergleichen.

Patentansprüche

1. Flusssensor mit folgenden Merkmalen:

5 einem in einer Fluidleitung (12) angeordneten Rückschlagventil (10) mit einem Ventilsitz (14; 42) und einem Verschlusselement (18; 44) und

einem Magnetfeldsensor (28; 54; 104),

10 wobei das Verschlusselement (18; 44) einen Magnetfeldgeber (22) aufweist oder mit einem Magnetfeldgeber (48) mechanisch gekoppelt ist, so dass eine Bewegung des Verschlusselements (18; 44) relativ zu dem Ventilsitz (14, 42) eine Bewegung des Magnetfeldgebers (22; 48) relativ zu dem Magnetfeldsensor (28; 54; 104) zur Folge hat, und

15 wobei der Magnetfeldsensor (28; 54; 104) angeordnet ist, um eine Bewegung des Magnetfeldgebers (22; 48) relativ zu dem Magnetfeldsensor (28; 54; 104) zu erfassen, so dass ein Ausgangssignal des Magnetfeldsensors (28; 54; 104) ein Maß für den Öffnungsgrad des Rückschlagventils ist.

20

2. Flusssensor nach Anspruch 1, bei dem der Ventilsitz (14; 42) stationär an der Fluidleitung befestigt ist.

25 3. Flusssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Magnetfeldsensor (28; 54; 104) ein xMR-Sensor, insbesondere ein GMR-Sensor, ist.

30 4. Flusssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der ferner einen Mikrocontroller (106) aufweist, der mit dem Magnetfeldsensor (28; 54; 104) gekoppelt ist und konfiguriert ist, um das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors (28; 54; 104) zu empfangen und basierend darauf eine Durchflussmenge zu ermitteln.

5. Flusssensor nach Anspruch 4, bei dem der Mikrocontroller (106) ausgelegt ist, um die Durchflussmenge basierend auf in einer Nachschlagtabelle abgelegten Kalibrierungsdaten zu ermitteln.

35

6. Flusssensor nach Anspruch 5, der ferner einen Magnetfeldschalter (102) aufweist, der relativ zu dem Magnetfeldgeber (22; 48) angeordnet ist und konfiguriert ist, um in einem Ausgangssignal desselben eine digitale Signalfanke zu erzeugen, wenn

das durch den Magnetgeber (22; 48) verursachte Magnetfeld einen vorbestimmten Wert annimmt oder überquert, wobei der Mikrocontroller (106) mit dem Magnetfeldschalter (102) gekoppelt ist und konfiguriert ist, um ansprechend auf die digitale Signalfanke aus einem Schlafmodus geweckt und in einen aktiven Modus versetzt zu werden.

5

7. Flusssensor nach Anspruch 6, bei dem der Mikrocontroller (106) konfiguriert ist, um den Magnetfeldsensor (104) zu aktivieren, wenn er in den aktiven Modus versetzt wird.

10

8. Flusssensor nach Anspruch 6 oder 7, bei dem der Mikrocontroller (106) konfiguriert ist, um nach einer Ermittlung der Durchflussmenge auf den Empfang des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors (104) hin oder nach einer vorbestimmten Zeitdauer wieder in den Schlafmodus versetzt zu werden.

15

9. Flusssensor nach Anspruch 6 oder 7, bei dem der Mikrocontroller konfiguriert ist, um in den Schlafmodus versetzt zu werden, wenn das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors (104) anzeigt, dass das Magnetfeld, das durch den Magnetfeldgeber erzeugt wird, einen vorbestimmten Wert annimmt oder überquert.

20

10. Flusssensor nach Anspruch 8 oder 9, bei dem der Mikrocontroller (106) konfiguriert ist, um den Magnetfeldsensor (104) zu deaktivieren, wenn er in den Schlafmodus versetzt wird.

25

11. Flusssensor nach einem der Ansprüche 6 bis 10, der einen weiteren Magnetfeldschalter aufweist, der relativ zu dem Magnetfeldgeber (22; 48) angeordnet ist und konfiguriert ist, um in einem Ausgangssignal desselben eine digitale Signalfanke zu erzeugen, wenn das durch den Magnetfeldgeber (22; 48) verursachte Magnetfeld einen zweiten vorbestimmten Wert annimmt oder überquert, wobei der Mikrocontroller (106) mit dem weiteren Magnetfeldschalter gekoppelt und konfiguriert ist, um ansprechend auf die digitale Signalfanke in dem Ausgangssignal des weiteren Magnetfeldschalters in den Schlafmodus versetzt zu werden, so dass der vorbestimmte Wert und der zweite vorbestimmte Wert einen Messbereich festlegen.

30

12. Flusssensor nach Anspruch 4, bei dem der Mikrocontroller konfiguriert ist, um den Magnetfeldsensor (28; 54) zwischen einer Messphase und einer Ruhephase mit einem vorbestimmten Lastzyklus umzuschalten.

35

13. Flusssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Magnetfeldsensor einen Magnetfeldschalter, insbesondere einen GMR-Schalter, aufweist, der ausgelegt ist, um zu schalten und eine digitale Signalfanke auszugeben, wenn das Verschlusselement eine vorbestimmte Position annimmt oder überquert.
- 5
14. Flusssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Verschlusselement einen Hebel (46) aufweist, der zwischen einem Verschlussabschnitt (44) des Verschlusselements und dem Magnetfeldgeber (48) angeordnet ist, wobei der Hebel (46) ausgelegt ist, um eine Bewegung des Verschlussabschnitts (44) in eine
- 10 Bewegung des Magnetfeldgebers (48) umzusetzen, die größer als die Bewegung des Verschlussabschnitts (44) ist.
15. Verfahren zum Erfassen eines Flusses, mit folgenden Schritten:
- 15 Erfassen eines Ausgangssignals eines Magnetfeldsensors (28; 54; 104), der angeordnet ist, um eine Bewegung eines Magnetfeldgebers (22; 48) relativ zu dem Magnetfeldsensor zu erfassen, wobei ein Verschlusselement (18; 44) eines in einer Fluidleitung (12) angeordneten Rückschlagventils (10; 40) den Magnetfeldgeber (22) aufweist oder mit dem Magnetfeldgeber (48) mechanisch gekoppelt ist, so dass
- 20 eine Bewegung des Verschlusselements (18; 44) relativ zu einem Ventilsitz (14; 42) des Rückschlagventils (10, 40) eine Bewegung des Magnetfeldgebers (22; 48) relativ zu dem Magnetfeldsensor (28; 54; 104) zur Folge hat, so dass das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors ein Maß für den Öffnungsgrad des Rückschlagventils (10; 40) ist; und
- 25 Ermitteln eines Flusses durch die Fluidleitung (12) basierend auf dem erfassten Ausgangssignal des Magnetfeldsensors.

1/6

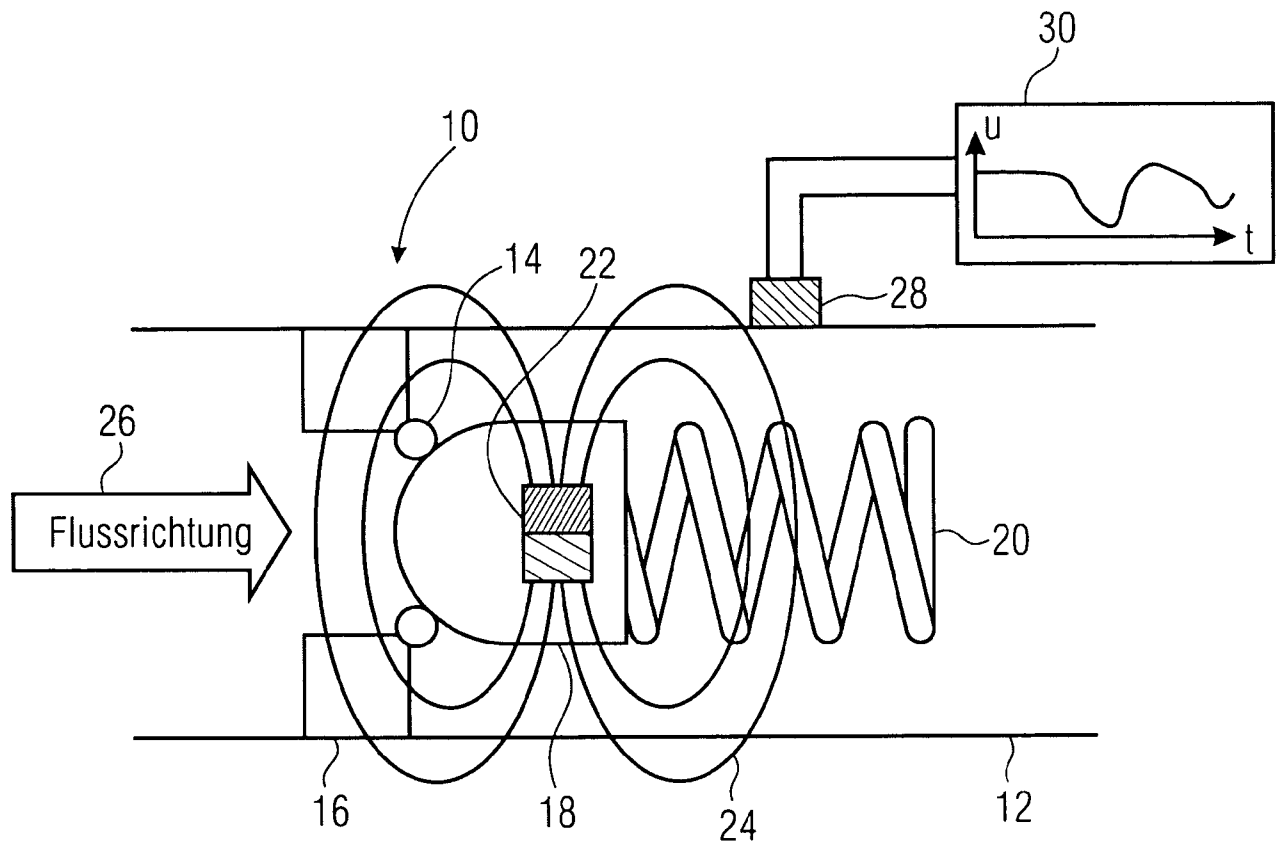


FIG 1

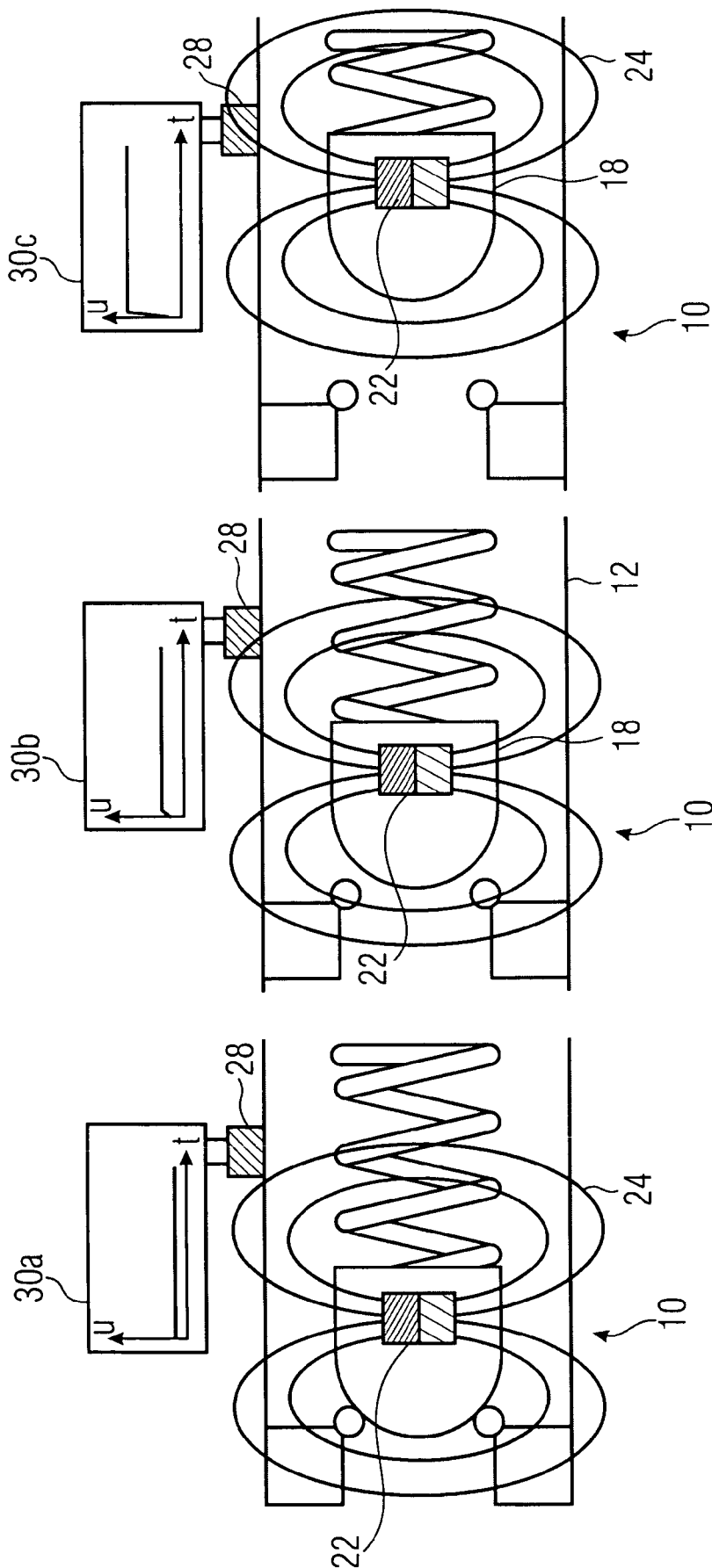


FIG 2C

FIG 2B

FIG 2A

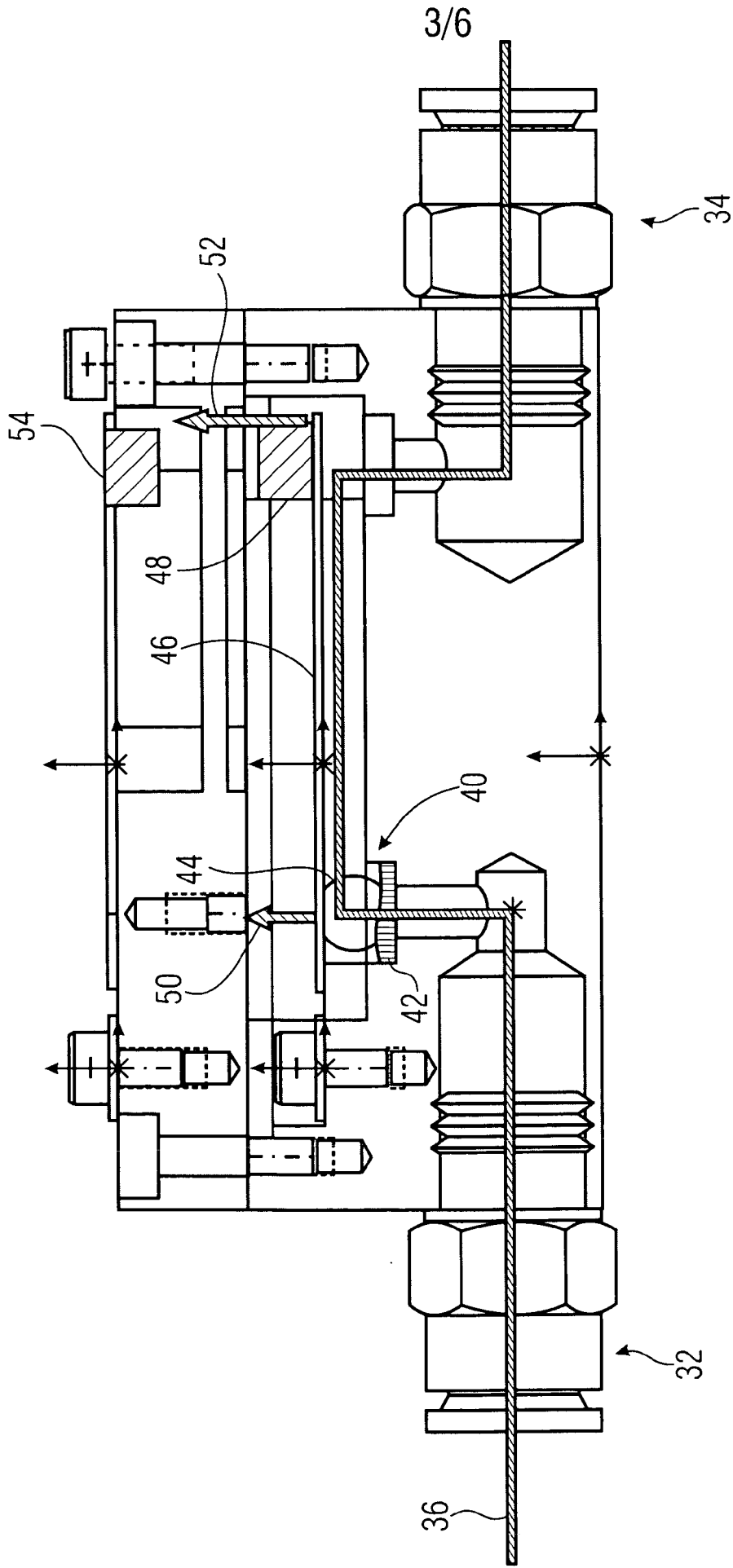


FIG 3

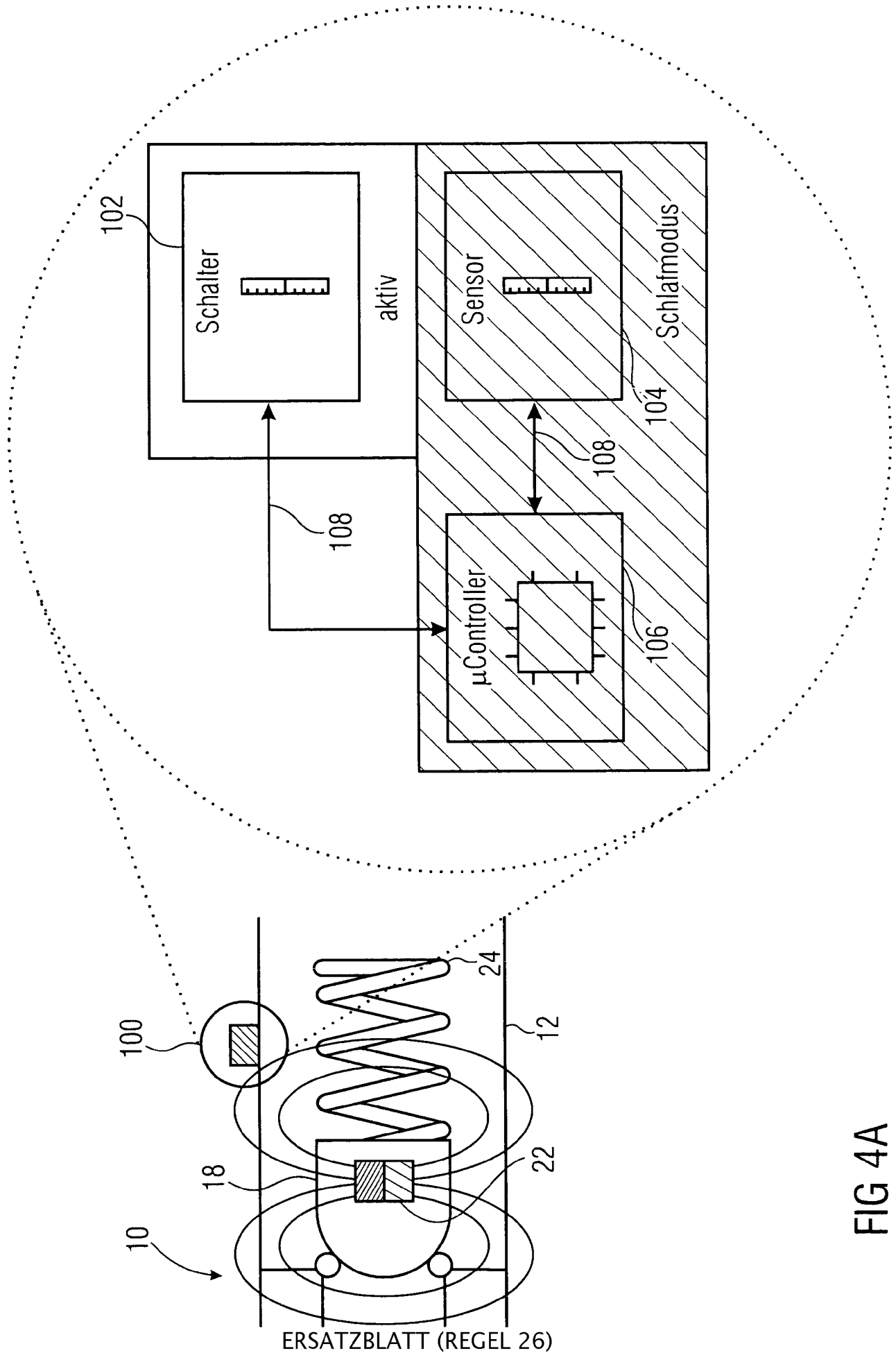


FIG 4A

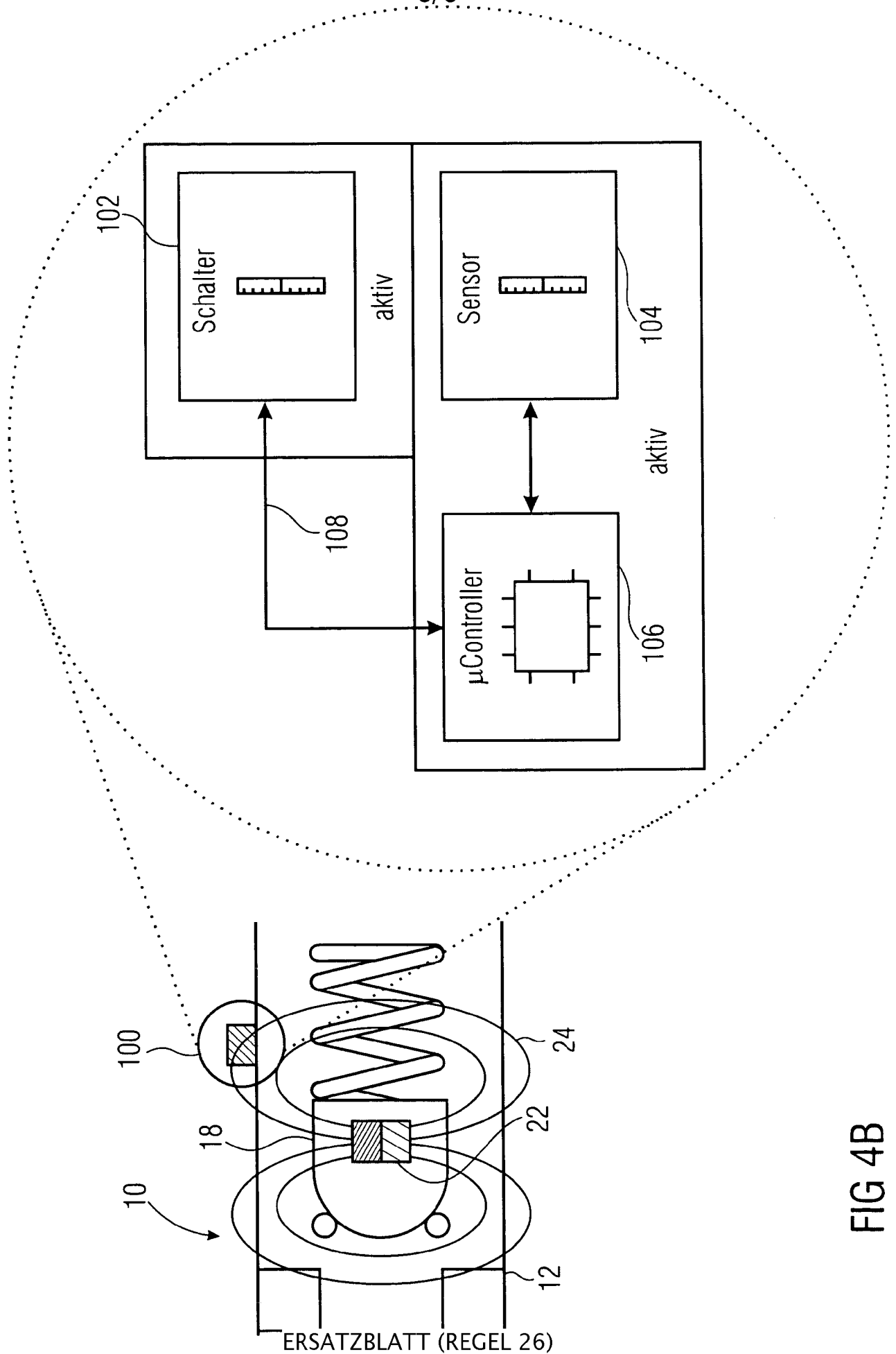


FIG 4B

6/6

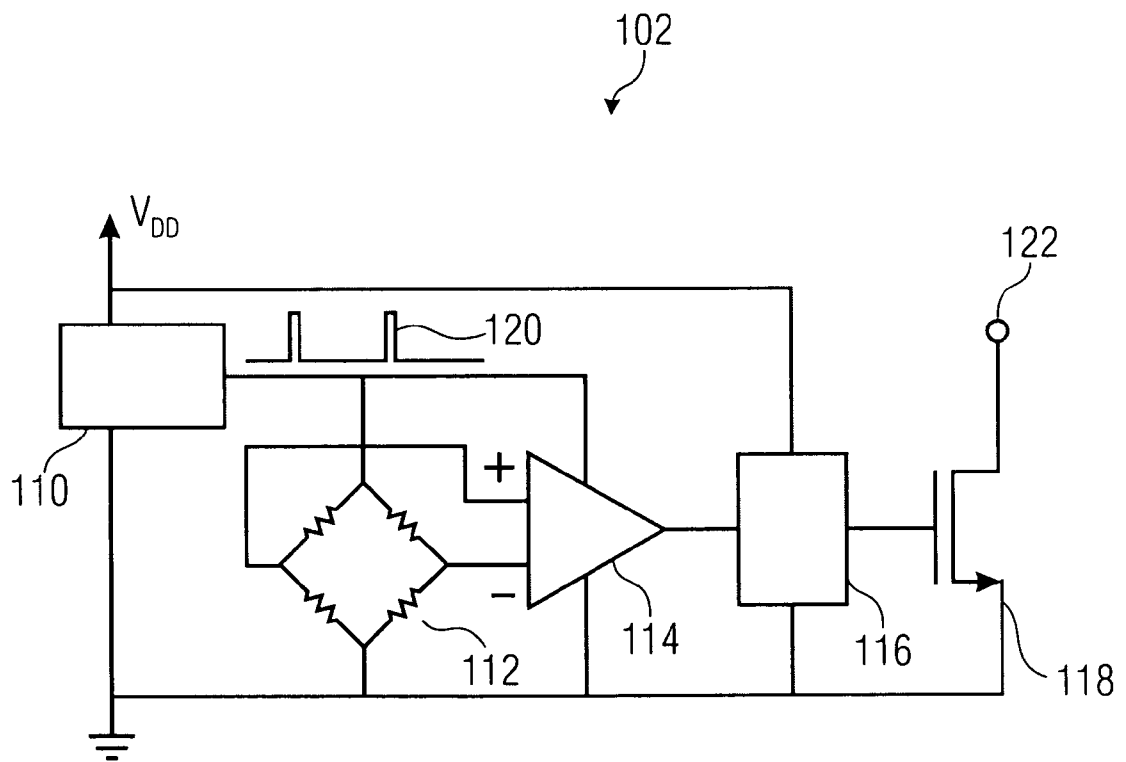


FIG 5