



(10) **DE 20 2018 003 896 U1** 2018.10.18

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2018 003 896.2**

(51) Int Cl.: **G01F 1/708** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **16.08.2018**

(47) Eintragungstag: **12.09.2018**

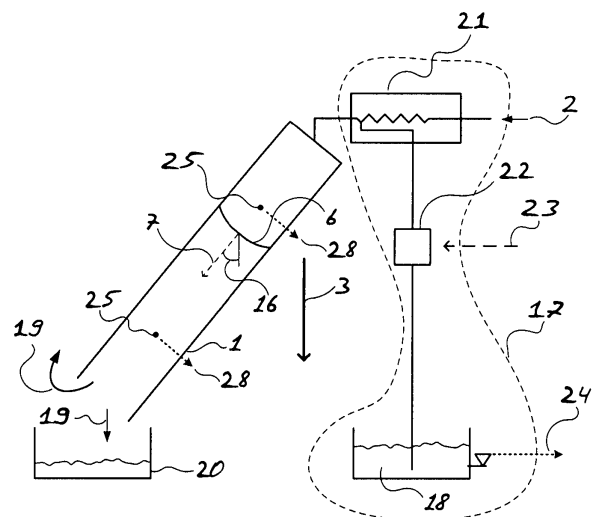
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **18.10.2018**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Datsevich, Sergey, 90429 Nürnberg, DE;
Datsevich, Vladimir, 90429 Nürnberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Gasdurchflussmesser**

(57) Hauptanspruch: Gasdurchflussmesser mit einem kalibrierten Rohr oder Messzylinder umfassend einen Container mit einer Tensidlösung, einen Generator für die Herstellung des durch das Rohr oder den Zylinder verschiebbaren Films und zwei Sensoreinrichtungen, die ein bestimmtes Volumen begrenzen und Zeilmomente erfassen, wenn der Film sie durchquert, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Teil des kalibrierten Rohrs oder Messzylinders (1) mit dem Filmgenerator (17) verbunden ist, sodass der Winkel (16) zwischen der Bewegungsrichtung (7) des generierten Films (6) und der Richtung der Schwerkraft (3) im Bereich zwischen minus 90° und plus 90° ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf den Seifenblasengasdurchflussmesser, der das Verschiebungsprinzip eines im Querschnitt innerhalb eines kalibrierten Messrohrs angeordneten Films ausnutzt, indem der Film durch den Gasstrom verschoben wird, dessen Durchflussrate bestimmt werden soll. Im Allgemeinen bestimmt man die volumetrische Flussrate durch dividieren des bekannten Volumens, das der Film überfährt, durch die Zeit, die für diese Überfahrt benötigt wird.

[0002] In vielen industriellen und experimentellen Anwendungen ist die genaue Messung des Volumensstroms eines Gases notwendig, z. B. bei Kalibrationen von Stromreglern, Durchführungen von Gaschromatografieanalysen und Laborversuchen, Gasprobenentnahmen bei verschiedenen analytischen Messungen, etc.

[0003] Der Stand der Technik von Vorrichtungen, die solche Aufgaben erfüllen können, umfasst üblicherweise ein vertikal fixiertes kalibriertes, durchsichtiges Rohr, in dessen unterem Teil sich ein Eingang für das zu messende Gas und ein Gummiball mit einer Seifenlösung für die Erzeugung eines Seifenfilms (**Fig. 1**) befinden. Wenn der Gummiball mit den Fingern sehr akkurat gedrückt wird, kann ein Film erzeugt werden, der mit dem Gasstrom nach oben durch das Rohr verschoben wird (LaHue M.D., Teck R.J. and Axelrod H.D., An Improved Design for Soap-Bubble Flowmeters, J. Chem. Educ. (1973), 50(12), S. 867). In solchen Geräten wird der Zeitabschnitt des durch ein bestimmtes Volumen reisenden Seifenfilms visuell mit einer Stoppuhr erfasst, was ein verhältnismäßig idealen Seifenfilm zur Voraussetzung hat.

[0004] Das Patent US5448919 stellt ein etwas progressiveres Gerät dar (**Fig. 2**). Prinzipiell reproduziert es die oben beschriebenen herkömmlichen Seifenblasengasdurchflussmessgeräte, jedoch mit zwei Unterschieden:

(i) Anstatt des Gummiballs mit einer Seifenlösung im unteren Teil des Geräts befindet sich dort ein Seifenlösungscontainer mit einem manuell betätigten und dadurch auf und ab bewegten Ring für die Filmerzeugung. Wenn der Ring in die Seifenlösung eingetaucht und dann nach oben zur unteren Rohröffnung geführt wird, sollte der am Ring geformte Seifenfilm mit dem Gasstrom ins Rohr eintreten.

(ii) Der Zeitabschnitt des wandernden Films wird automatisch durch zwei Lichtschranken erfasst.

[0005] Solche obengenannten, herkömmlichen Vorrichtungen sind durch viele Mängel gekennzeichnet, die es nicht erlauben, diese Geräte sowohl im statio-

nären als auch im beweglichen Zustand in einem vollautomatischen Modus zu verwenden.

[0006] Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass ein Film nicht bei jeder Betätigung des Gummiballs oder Ringes im Rohr erzeugt wird, weshalb hierzu mehrere Versuche notwendig sind, um einen passenden Film zu produzieren.

[0007] Zudem ist zu berücksichtigen, dass eine schnelle Bewegung der Seifenlösung durch den gequetschten Gummiball oder den beweglichen Ring eine Schaumbildung herbeiführt, die eine Nutzung des Gerätes für einen längeren Zeitraum verhindert. Besonders aufwendig ist es, einen Film bei einer vergleichbar hohen Durchflussrate zu erzeugen, sodass der Einsatz eines Rohrs mit einem größeren Durchmesser erforderlich wird.

[0008] Ebenso nachteilig ist, dass während sich der Film nach oben entgegen der Schwerkraft bewegt, der durch das Benetzen der Röhrenwand gebliebene Teil des Films nach unten fließt. Dies führt zu einem Abbau des Films und schließlich zu seiner Zerstörung.

[0009] Ein weiterer Nachteil betrifft die Messgenauigkeit. Aufgrund einer visuellen Bestimmung der Start- und Stoppzeiten einer Filmdurchquerung eines bestimmten Volumens im Rohr, kann der daraus resultierende Messfehler groß werden.

[0010] Die Zeiterfassung durch eine Lichtschranke kann der Forderung nach Reproduzierbarkeit und Genauigkeit nicht gerecht werden, die durch eine nicht ideale Form des Films verursacht wird. Wie schematisch in **Fig. 3** zu sehen ist, liegt der Grund dafür in der Bildung von Schaum von mehreren Millimetern bis zu Zentimetern am Rand des Films, der eine genaue Bestimmung der Position des Films beim Überqueren einer Lichtbrücke nicht erlaubt. Zudem ist das Phänomen einer nicht gleichmäßigen Benetzungsfähigkeit der Röhrenwand, die zu einer Schräglage, sowie einer gekrümmten Form des Films bei einer hohen Durchflussrate in Betracht zu ziehen, sodass ein genaues Ablesen der exakten Position des Films mithilfe von Lichtsensoren unmöglich wird.

[0011] Konventionelle Gasdurchflussmesser können an Bord eines Motor- oder Flugfahrzeugs, das sich mit einer vertikalen oder horizontalen Beschleunigung oder mit einem Winkel zum Horizont bewegt, ohne besondere Maßnahmen nicht verwendet werden, weil die Niveaulage der Seifenlösung nicht parallel zum Ring bzw. zur unteren Rohröffnung bleibt.

[0012] Da die Seifenlösung unter den Bedingungen der Mikrogravitation, z.B. an Bord von Raumstationen, im Seifencontainer nicht eingeschränkt werden kann und überall in der Vorrichtung verteilt wird, kön-

nen herkömmliche Gasdurchflussmesser ebenfalls für eine Verwendung nicht in Betracht gezogen werden.

[0013] Ferner können herkömmliche Gasdurchflussmesser ohne spezielle Maßnahmen unter erhöhtem Druck nicht eingesetzt werden.

[0014] Aus dem Stand der Technik ist keine effektiv arbeitende Vorrichtung bekannt, die vollautomatisch und absolut zuverlässig den Volumenstrom von Gasen mit hoher Präzision messen kann. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, auf eine einfache Art und Weise eine vollautomatische und absolut zuverlässige Messung der Durchflussrate mithilfe eines beweglichen, verschiebbaren Films unter Bedingungen des atmosphärischen oder erhöhten Drucks als auch bei einer Mikrogravitation oder an Bord eines Motor- oder Flugfahrzeugs zu ermöglichen.

[0015] Diese Aufgabe wird durch einen Gasdurchflussmesser nach Anspruch 1 gelöst. Danach besteht der Gasdurchflussmesser aus einem kalibrierten Rohr bzw. Messzylinder, dessen oberer Teil mit einem Filmgenerator verbunden ist. Der Filmgenerator besitzt einen Gaseintritt, dessen Volumenstrom gemessen werden soll, und erzeugt einen Film im kalibrierten Rohr bzw. Messzylinder. Die Position des Films im kalibrierten Rohr bzw. Messzylinder und dadurch der Zeitabschnitt der Filmpassage werden mithilfe eines bzw. zwei Sensoren, die auf der Längsachse angeordnet sind, erfasst. Unter Schwerkraftbedingungen sollte das Rohr so orientiert sein, dass sich der Film in der Richtung der Schwerkraft, im Winkelbereich zur Gravitation zwischen -90° - $+90^\circ$, bewegt.

[0016] Zusätzlich dazu wird diese Aufgabe durch ein Bauteil nach Anspruch 2 gelöst, wobei der Filmgenerator aus dem Container (Behälter) mit einer Tensidlösung möglicherweise zusammen mit einem Markierungsstoff besteht, die mithilfe einer Förderungseinrichtung durch ein Signal in ein Rohrsystem des Filmgenerators zugeleitet wird.

[0017] Ferner wird diese Aufgabe durch ein Bauteil nach Anspruch 3 gelöst, wobei sich ein Teil des Rohrsystems des Filmgenerators zwischen den Platten eines mit einem hochspannenden Impuls betriebenen Kondensators befindet.

[0018] Zudem wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 4 gelöst. Danach ist die genaue Position des Zentrums des Films und dessen entsprechende Zeitmoment durch ein oder zwei Sensoren, die sich auf der Längsachse in dem kalibrierten Rohr bzw. Messzylinder befinden, definiert, indem die Tensidlösung selbst oder der Markierungsstoff durch einen oder zwei Sensoren erkannt wird.

[0019] Des Weiteren wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 5 gelöst. Danach wird ein solcher Markierungsstoff benutzt, der Ionen wie Metallionen, Oxonium, und Hydroxidion oder Kontrast- bzw. Fluoreszenzfarben enthält.

[0020] Hierzu ergänzend wird diese Aufgabe durch das Verfahren nach Anspruch 6 gelöst. Danach ist die Position des Films durch die Gegenwirkung der Tensidlösung oder eines Markierungsstoffs auf einen oder zwei Sensoren definiert.

[0021] Überdies wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 7 gelöst. Danach ist der Container (Behälter) mit einer Tensidlösung möglicherweise zusammen mit einem Markierungsstoff separat vom kalibrierten Rohr platziert und die verbrauchte Tensidlösung bzw. Tensidlösung zusammen mit einem Markierungsstoff in einem separaten Container gesammelt wird.

[0022] Außerdem wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 8 gelöst. Danach ist der Container mit einer Tensidlösung möglicherweise zusammen mit einem Markierungsstoff zur unteren Öffnung des Rohrs angeordnet, das eine Rückgewinnung der Tensidlösung und ein einfaches Ablassen des gemessenen Gases ermöglicht.

[0023] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Anspruch 9 dargestellt. Der untere Teil des kalibrierten Rohrs oder Messzylinders für den Zweck des Containers mit der Tensidlösung möglicherweise zusammen mit einem Markierungsstoff benutzt und mit einem Ablass des gemessenen Gases ausgerüstet ist.

[0024] Im Übrigen wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 10 gelöst. Danach wird die gesamte Vorrichtung durch einen entsprechenden Mikrocontroller gesteuert und erfasst, sodass alle notwendigen Messdaten zuerst dargestellt - vor allem die Durchflussrate - und wenn es notwendig ist zu den Standardbedingungen umgerechnet und exportiert werden. Danach wird eine Gerätediagnose bezüglich der Alterung der Tensidlösung und des Markierungsstoffes, als auch bezüglich des Zustandes aller Elemente durchgeführt und, falls eine Fehlfunktion festgestellt werden sollte, wird ein Alarmsignal ausgegeben.

[0025] Darüber hinaus wird diese Aufgabe durch die Verfahren nach Anspruch 11 gelöst. Danach gibt der Mikrocontroller ein Einheitssignal aus, um die Volumenstromrate zu regeln, falls die gesamte Vorrichtung in ein Prozess integriert ist.

[0026] Der erfindungsgemäße Gasdurchflussmesser zeichnet sich durch seinen besonders einfachen Aufbau aus. Es sind keine mechanisch betätigten Teile erforderlich, was das gesamte Design vereinfacht,

sodass der Gasdurchflussmesser elegant und kompakt aussieht.

[0027] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen Seifenblasengasdurchflussmesser mit einem Gummiball (Stand der Technik),

Fig. 2 einen Seifenblasengasdurchflussmesser mit einer mechanisch betätigten Ausrüstung für die Filmerzeugung (Stand der Technik),

Fig. 3 eine illustrative Darstellung des Seifenfilms im Rohr des Seifenblasengasdurchflussmessers (Stand der Technik),

Fig. 4 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers,

Fig. 6 eine dritte vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers,

Fig. 7 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers mit den Platten eines mit einem hochspannenden Impuls betriebenen Kondensators,

Fig. 8 eine schematische Illustration zum Messprinzip eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers,

Fig. 9 das Schema eines erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers mit einer Steuerung.

[0028] Sämtliche Figuren zeigen die Erfindung zum großen Teil nur schematisch und mit ihren wesentlichen Bestandteilen.

[0029] In den **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6** sind drei Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Durchflussmessers abgebildet.

[0030] Das Gas, dessen Volumenstrom gemessen werden soll, ist zum Eintritt 2 des Durchflussmessers angeschlossen und wird zum Rohrsystem 21 des Filmgenerators 17 geleitet.

[0031] Mit einem Signal 23 zur Förderungseinrichtung 22 des Filmgenerators 17 wird eine verhältnismäßig kleine Portion der Tensidlösung und - sofern notwendig - zusammen mit einem Markierungsstoff aus dem Container 18 in das Rohrsystem 21 gebracht.

[0032] Als Fördereinrichtung 22 kann jede geeignete Vorrichtung zur Flüssigkeitszufuhr wie z.B. eine Kolben-, Peristaltik- oder Dosierpumpe verwendet werden. Die Dauer des Steuersignals 23 ist von den Ei-

genschaften der Förderungseinrichtung 22 und des Rohrsystems 21 abhängig.

[0033] Der Gasstrom zusammen mit einer Portion der Tensidlösung bildet im Rest des Rohrsystems 21 ein sogenanntes „Liquid slug“ nach dem Tylorströmungsmuster. Der Gasstrom zusammen mit dem „Liquid slug“ wird zum oberen Teil des kalibrierten Rohrs bzw. Messzylinders 1 angeliefert, wo der bewegliche Film 6 automatisch im Rohr 1 hergestellt wird.

[0034] Eine Besonderheit des erfindungsgemäßen Gasdurchflussmessers, wenn er unter den Bedingungen der Schwerkraft angewandt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass sich der Film 6 in die Richtung der Schwerkraft 3 bewegt. Der Winkel zwischen der Bewegungsrichtung des Films 6 und Richtung der Schwerkraft kann im Bereich zwischen -90° und $+90^\circ$ liegen.

[0035] Dank einer solchen Anordnung fließt der durch das Benetzen der Röhrenwand gebliebene Teil des Films auch in richtung der Schwerkraft, was den Abbau des Films 6 verhindert und eine stabile, unzerbrechliche Durchsetzung des Films 6 unabhängig von der Länge des kalibrierten Rohrs bzw. Messzylinders 1 ermöglicht.

[0036] Außerdem können die in der **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten Vorrichtungen an Bord eines Motor- oder Flugfahrzeugs unabhängig von seiner Bewegungsrichtung und Beschleunigung verwendet werden, weil die Filmbildung nicht von der Niveaulage abhängig ist.

[0037] Wenn der Film 6 den auf der Längsachse angeordneten Sensor 25 überfährt, wird die genaue Position des Films 6 erkannt und das Sensorsignal 28 ausgelöst, sodass der entsprechende Zeitmoment durch den Mikrocontroller erfasst wird. Alle möglichen Methoden zur Bestimmung dieser Position des Films können benutzt werden, z.B. mithilfe einer Mikrokamera, eines Ultraschall- bzw. Lasersensors, eines optoelektronischen Sensors, der auf ein Markierungsstoff reagiert, und einer Mikrosonde, die die Präsenz von Ionen im Film, die sich entweder in der Tensidlösung oder im Markierungsstoff befinden, registriert.

[0038] In dieser Erfindung wird die letztere Ausgestaltung (**Fig. 6**) als eine vorteilhafte Methode betrachtet, weil sie ein einfaches und preiswertes Design ermöglicht.

[0039] Die Platzierung der Sensoren 25 auf der Längsachse des kalibrierten Rohrs bzw. Messzylinders 1 erlaubt es das Verschiebungsvolumen unabhängig von der Filmkonfiguration (vgl. 13, 14 und 15 in **Fig. 3**) zu ermitteln. Wie **Fig. 8** illustriert, wird das Zentrum des Films 6 mit den Sensoren 25 registriert

und entsprechend das verschobene Volumen immer mit einer höheren Genauigkeit definiert.

[0040] Optional kann jede in **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten Ausführungsformen mit einem Level-Sensor ausgerüstet werden, um ein Signal **24** auszulösen, falls sich keine Tensidlösung im Container **18** befindet. Anstatt des Containers **18** kann dieser Sensor woanders, z.B. im Rohrsystem des Filmgenerators **17**, installiert werden. Mithilfe des Signals **24** wird die Anwesenheit der Tensidlösung im Gasdurchflussmesser überwacht.

[0041] Es kann ein Level-Sensor des gleichen Typs wie Sensor **25** für die Erkennung des Films eingesetzt werden. Zu erwähnen ist, dass der Level-Sensor als auch jeder Filmsensor **25** als ein Mittel zur Erkennung der Degradation der Tensidlösung bzw. des Markierungsstoffes verwendet werden kann.

[0042] Die in **Fig. 4** dargestellte Ausführungsform enthält zwei separate Container **18** und **20**. Im Container **18** befindet sich eine frische Tensidlösung bzw. Tensidlösung mit einem Markierungsstoff, wobei der Container **20** die verbrauchte Tensidlösung sammelt. Im Unterschied zu den Ausführungsformen, die in **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt sind, sind zwei separate Container notwendig, wenn das zu messende Gas bzw. die Gasmischung das reaktive Verhalten gegenüber der Tensidlösung bzw. gegenüber dem Markierungsstoff anzeigt, was zu einer schnellen Degradierung der Tensidlösung bzw. des Markierungsstoffs führt.

[0043] Eine solche Ausgestaltung mit zwei Containern kann auch unter Bedingungen der Mikrogravitation z.B. an Bord einer Raumstation verwendet werden, wobei die Container **18** und **20** geschlossen sind und ihre Wand aus weichem, flexiblem Material besteht. Alternativ kann auch ein an Bord vorhandenes Abfall-Recycling- bzw. Entsorgungssystem oder Abfallbeutel als Container **20** benutzt werden.

[0044] **Fig. 5** zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform, bei der es keinen separaten Auffangcontainer für die verwendete Tensidlösung gibt. Der einzige Unterschied zur **Fig. 4** ist, dass die Tensidlösung aus der unteren Öffnung des kalibrierten Rohrs **1** wieder in den Container **18** kommt und das gemessene Gas **19** in die Umgebung austritt. Wie in **Fig. 4**, kann das kalibrierte Rohr bzw. der Messzylinder **1** in einer schrägen Position zwischen -90° und $+90^\circ$ positioniert werden.

[0045] Die in **Fig. 6** dargestellte erfindungsgemäße Ausführungsform zeichnet sich durch ihren besonders einfachen Aufbau aus. Der Container **18** und das kalibrierte Rohr bzw. der Messzylinder **1** werden als eine einzelne kombinierte Apparatur zusammengebaut. Dafür kann das untere Teil des kalibrier-

ten Rohrs bzw. Messzylinder **1** benutzt werden, wie in **Fig. 6** dargestellt ist. Alternativ kann der Container **18** zur unteren Öffnung des kalibrierten Rohrs **1** zusammengefügt (z.B. geschweißt, geklebt, geschraubt, etc.) werden. In dieser Ausführungsform ist der Container **18** mit einem Rohr für den Gasaustritt **19** ausgestattet. Gleichzeitig dient dieses Austrittsrohr zum Zerstören des ausgehenden Films, um eine Bildung vom Schaum im Container **18** zu vermeiden. Wie in **Fig. 4**, kann das kalibrierte Rohr bzw. der Messzylinder **1** in einer schrägen Position zwischen -90° und $+90^\circ$ positioniert werden.

[0046] Eine Besonderheit dieser Ausführungsform besteht in der Möglichkeit den Volumenstrom unter einem hohen Druck zu messen. Dafür sollen die entsprechenden Materialien für das kalibrierte Rohr bzw. den Messzylinder **1**, den Container **18** und den Filmgenerator **17**, die für einen hohen Druck geeignet sind (z.B. Edelstahl), verwendet werden. Dabei soll die Förderungseinrichtung des Filmgenerators **22** für hohen Druck ausgelegt sein.

[0047] Die in **Fig. 7** dargestellte Ausführungsform zeigt einen Teil des Rohrsystems **21** des Filmgenerators **17** zwischen zwei Platten **26** eines Kondensators. Es ist notwendig darauf hinzuweisen, dass dieser Teil aus einem Dielektrikum einer hohen Durchschlagsfestigkeit hergestellt sein soll.

[0048] Es hat sich gezeigt, dass, wenn ein Hochspannungsimpuls **27** gleichzeitig mit dem Steuersignal **23** für die Förderungseinrichtung **22** angelegt wurde, ein Film einer besseren Qualität entsteht. Dieses Verhalten wird offenbar durch das sogenannte Phänomen der Hochspannungswasserbrücke verursacht (K. Morawetz, Theory of water and charged liquid bridges, Phys. Rev. E 86, 026302, 2012).

[0049] Die gesamte erfindungsgemäße Ausstattung mit einem Mikrocontroller **29** ist in **Fig. 9** abgebildet. Der Mikrocontroller **29** rechnet den Zeitabschnitt, währenddessen der Film **6** ein bekanntes Volumen zwischen zwei Sensoren **25** durchquert. Die aktuelle Volumenstromrate wird ermittelt, indem dieses bekannte Volumen durch die entsprechende Zeit dividiert wird. Alternativ kann diese aktuelle Volumenstromrate durch das bekannte Volumen zwischen dem oberen Teil des kalibrierten Rohrs bzw. Messzylinders **1** und dem oberen Sensor **25** definiert werden. In diesem Fall sollen für die Erfassung des Zeitabschnitts zwei Signale benutzt werden: das Erste ist das Steuersignal **23** für die Förderungseinrichtung und das Zweite kommt vom oberen Sensor **25**.

[0050] Wird die aktuelle Volumenstromrate ermittelt, leitet der Mikrocontroller **29** ein Steuersignal **23** ein, um einen neuen Film herzustellen. Falls der Filmgenerator **17** mit den Platten **26** eines Kondensators ausgerüstet ist, triggert der Mikrocontroller eine

Hochspannungsquelle **30** gleichzeitig mit dem Steuersignal **23**.

[0051] Optional kann der Mikrocontroller **29** die Werte der Umgebungstemperatur **32** und des Umgebungsdruck **33** erhalten, um die aktuelle Volumenstromrate in die standardisierte Rate bei 0°C bzw. 25°C und 1 bar bzw. 1 atm umzurechnen.

[0052] Wie oben schon erwähnt wurde, kann der Mikrocontroller den gesamten Zustand der Vorrichtung überwachen. Sind die Eigenschaften der Tensidlösung bzw. des Markierungsstoffes so verschlechtert, dass das Signal von den Sensoren **25** stark beeinträchtigt wird, oder kein Signal **24** vom Level-Sensor kommt, löst der Mikrocontroller **29** einen Alarm aus.

[0053] Alle notwendigen Daten, wie Volumenstromrate (aktuelle und standardisierte) und optional Temperatur, Druck und Degradationsgrad der Tensidlösung bzw. des Markierungsstoffes werden wiedergegeben (z. B. auf einem Bildschirm/Display angezeigt) und, wenn es nötig ist, via Databus **31** zur Verfügung gestellt.

[0054] Falls die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Prozess integriert ist, in welchem der Volumenstrom regelbar sein soll, kann der Mikrocontroller **29** ein Einheitssignal **34** ausgeben.

- (18) Container mit Tensidlösung bzw. mit Tensidlösung und Markierungsstoff
- (19) Gasaustritt
- (20) Auffangcontainer für Tensidlösung
- (21) Rohrsystem des Filmgenerators
- (22) Förderungseinrichtung des Filmgenerators
- (23) Steuersignal für die Förderungseinrichtung des Filmgenerators
- (24) Level-Signal
- (25) Sensor
- (26) Platten des Kondensators
- (27) Hochspannender Impuls
- (28) Sensorsignal
- (29) Mikrocontroller
- (30) Hochspannungsquelle
- (31) Databus für Indikation und Steuerung
- (32) Umgebungstemperatur
- (33) Umgebungsdruck
- (34) Einheitssignal

Bezugszeichenliste

- (1) Kalibriertes Rohr bzw. Messzylinder
- (2) Gaseintritt
- (3) Richtung der Schwerkraft
- (4) Gummiball
- (5) Seifenlösung
- (6) Film
- (7) Bewegungsrichtung des Films
- (8) Container mit Seifenlösung
- (9) Manuell betätigter Ring für die Herstellung des Films
- (10) Lichtquelle
- (11) Lichtsensor
- (12) Ideal geformte Form des Films
- (13) Gekrümmte Form des Films
- (14) Schräge Form des Films
- (15) Schaum bzw. Blasen am Rand des Films
- (16) Winkel zwischen der Bewegungsrichtung des Films und der Schwerkraft
- (17) Filmgenerator

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

- US 5448919 [0004]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- LaHue M.D., Teck R.J. and Axelrod H.D., An Improved Design for Soap-Bubble Flowmeters, J. Chem. Educ. (1973), 50(12), S. 867 [0003]
- K. Morawetz, Theory of water and charged liquid bridges, Phys. Rev. E 86, 026302, 2012 [0048]

Schutzansprüche

1. Gasdurchflussmesser mit einem kalibrierten Rohr oder Messzylinder umfassend einen Container mit einer Tensidlösung, einen Generator für die Herstellung des durch das Rohr oder den Zylinder verschiebbaren Films und zwei Sensoreinrichtungen, die ein bestimmtes Volumen begrenzen und Zeilmomente erfassen, wenn der Film sie durchquert, **dadurch gekennzeichnet**, dass der obere Teil des kalibrierten Rohrs oder Messzylinders (1) mit dem Filmgenerator (17) verbunden ist, sodass der Winkel (16) zwischen der Bewegungsrichtung (7) des generierten Films (6) und der Richtung der Schwerkraft (3) im Bereich zwischen minus 90° und plus 90° ist.

2. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filmgenerator (17) die Förderungseinrichtung (22) umfasst, die die Tensidlösung oder Tensidlösung mit einem Markierungsstoff aus dem Container (18) in das Rohrsystem (21) durch ein ausgelöstes Steuersignal (23) zuführt.

3. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich ein Teil des Rohrsystems (21) zwischen den Platten (26) eines Hochspannungskondensators befindet.

4. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren (25) zum Messen des Zeitpunkts, zu dem der Film (6) sie durchquert, auf der Längsachse angeordnet sind.

5. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Markierungsstoff im Container (18) Kontrast- oder Fluoreszenzfarben oder Ionen aufweist.

6. Gasdurchflussmesser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tensidlösung oder der Markierungsstoff die Gegenwirkung auf den Sensoren (25) aufweist.

7. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die verbrauchte Tensidlösung oder Tensidlösung mit dem Markierungsstoff in einem separaten Container (20) gesammelt ist.

8. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Container (18) mit der Tensidlösung oder mit der Tensidlösung mit dem Markierungsstoff zur unteren Öffnung des Rohrs angeordnet ist.

9. Gasdurchflussmesser nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Zweck des Containers (18) mit der Tensidlösung oder mit der Tensidlösung mit dem Markierungsstoff der untere Teil des kalibrierten Rohrs oder Messzylinders (1) ge-

nutzt wird und dass dieser Teil mit einem Ablas (19) für das gemessene Gas ausgerüstet ist.

10. Gasdurchflussmesser nach den vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mikrocontroller (29) die Signale (28) von den Sensoren (25) und das Signal vom Level-Sensor (24) analysiert und die Volumenstromrate darstellt und auch dass das Steuersignal (23) für Förderungseinrichtung des Filmgenerators (22) und den hochspannenden Impuls (27) für die Platten (26) ausgibt.

11. Gasdurchflussmesser nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mikrocontroller (29) das Einheitssignal (34) ausgibt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

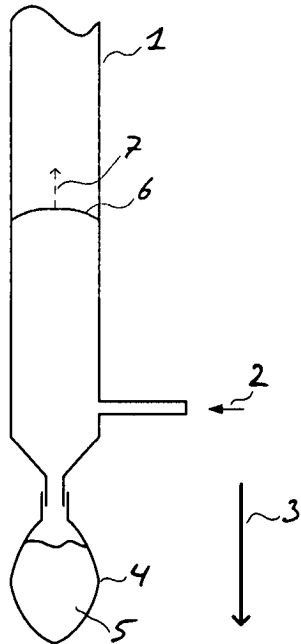


Fig. 1: Stand der Technik

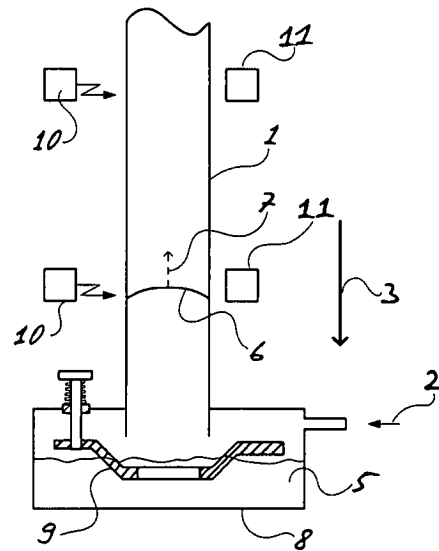


Fig. 2: Stand der Technik

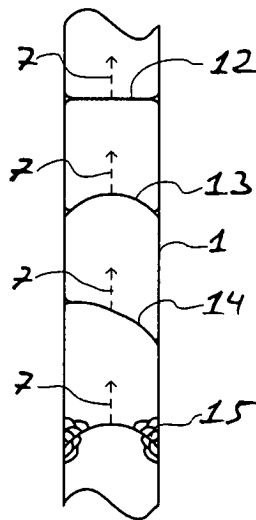


Fig. 3

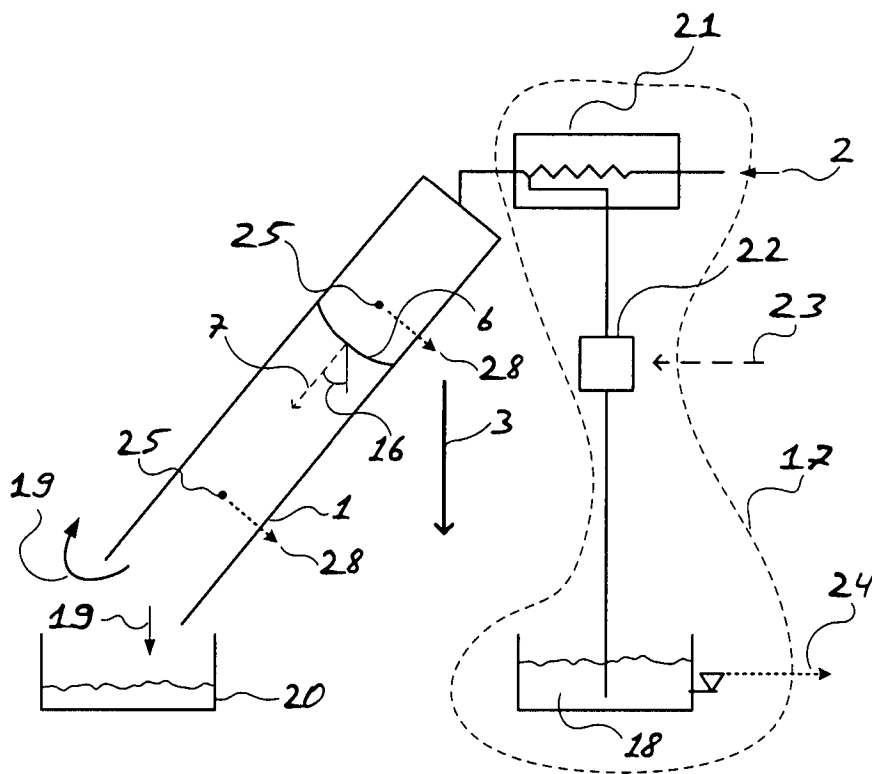


Fig. 4

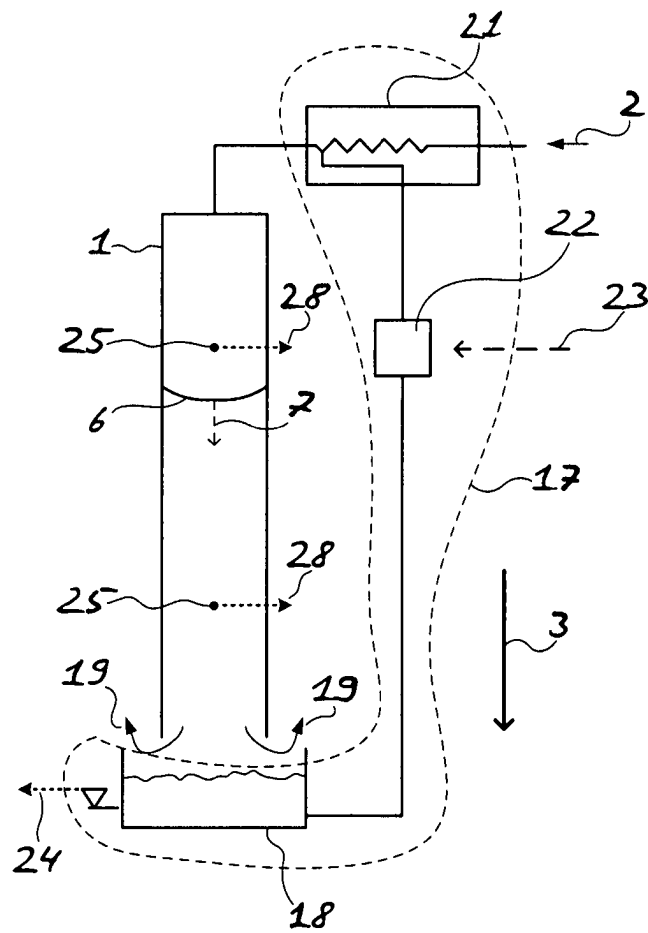


Fig. 5

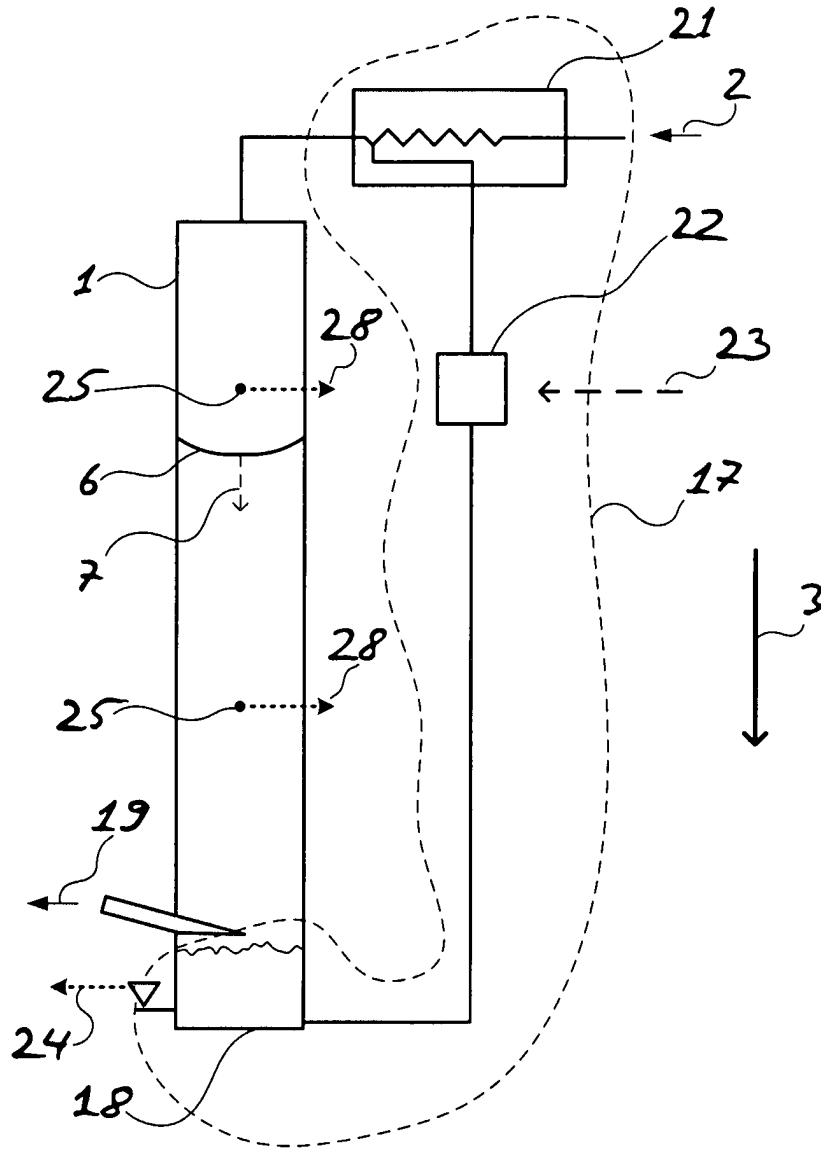


Fig. 6

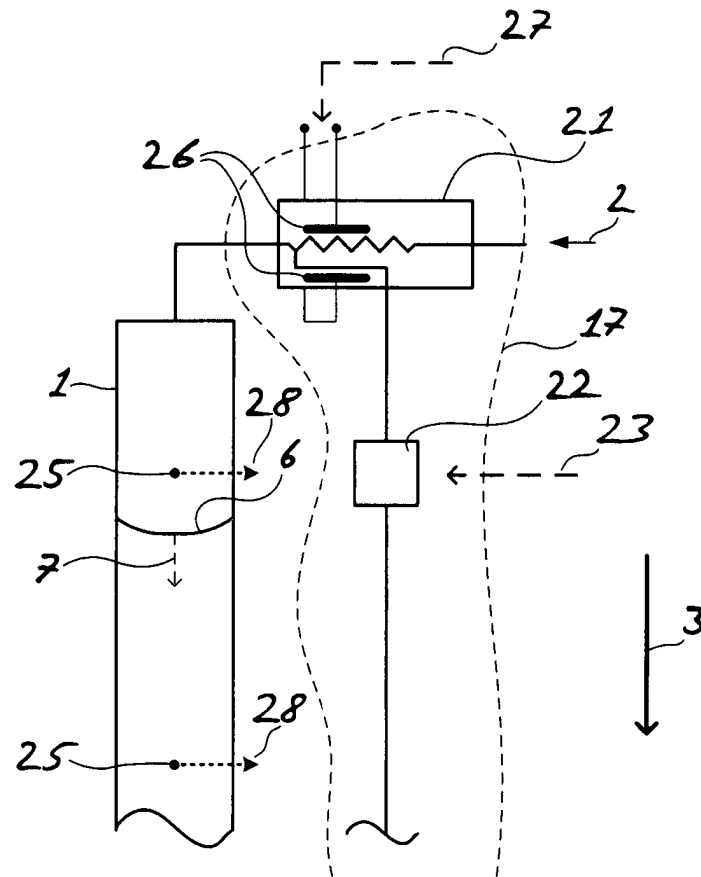


Fig. 7

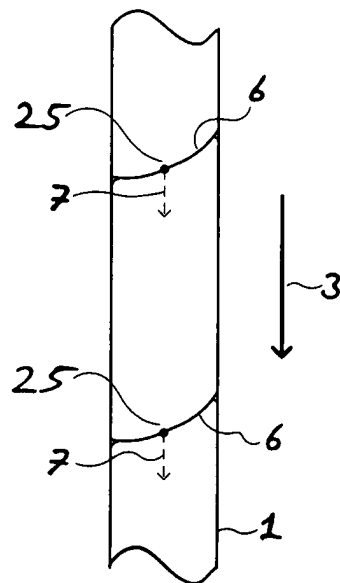


Fig. 8

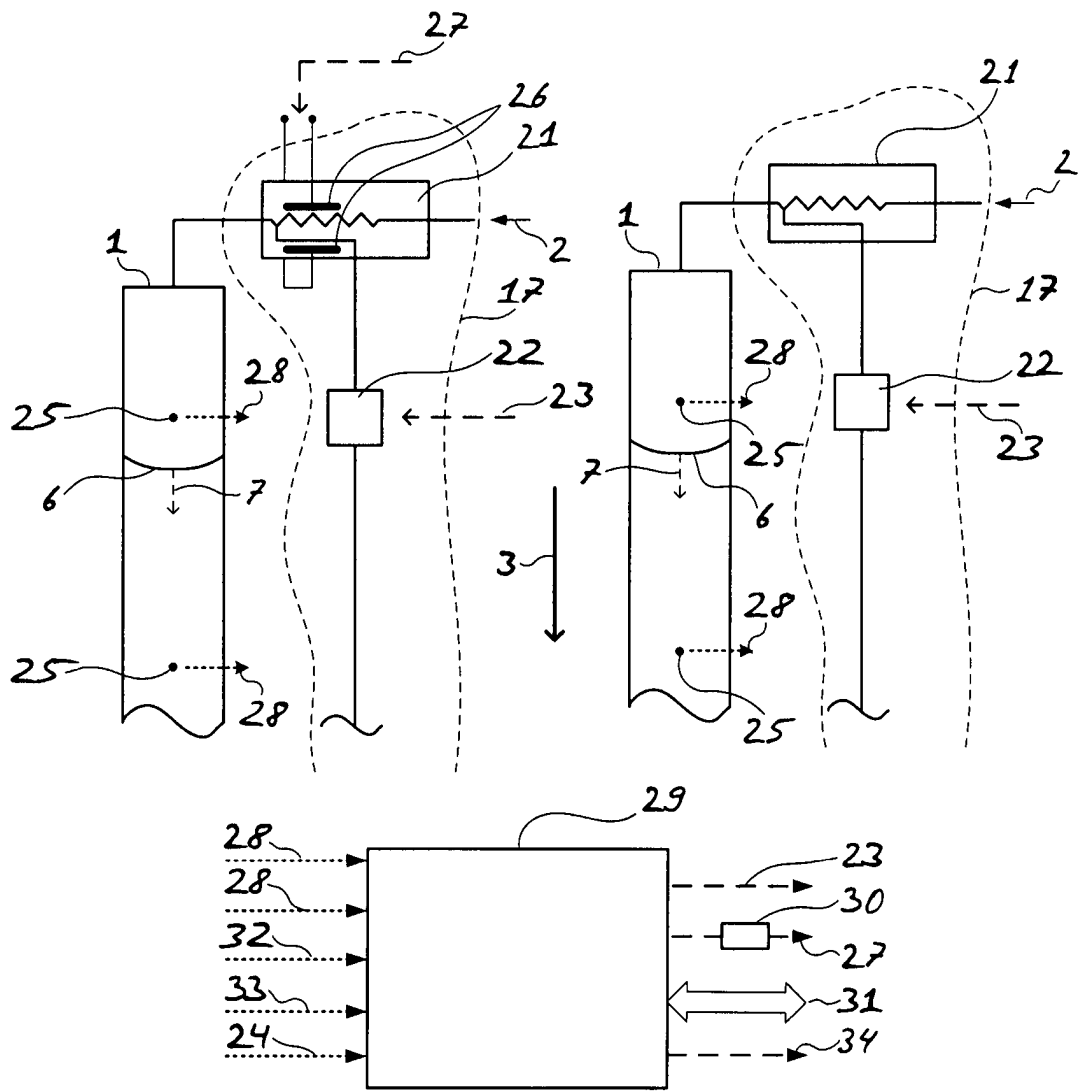


Fig. 9