



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 40 330 B4** 2005.08.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 40 330.9**
(22) Anmeldetag: **31.08.2002**
(43) Offenlegungstag: **18.03.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.08.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01N 1/22**
G01N 1/26, G01N 35/00, G01N 33/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und
Technologie, dieses vertreten durch den
Präsidenten der Bundesanstalt für
Geowissenschaften und Rohstoffe, 30655
Hannover, DE**

(74) Vertreter:

Patentanwälte Liedtke & Partner, 99096 Erfurt

(72) Erfinder:

**Poggenburg, Jürgen, 30916 Isernhagen, DE;
Faber, Eckhard, Dr., 31020 Salzhemmendorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 34 23 200 C2
DE 198 55 831 A1
DE 198 55 807 A1
DE 197 58 356 A1
DE 196 10 402 A1

DE 195 35 214 A1

DE 42 08 330 A1

DE 42 00 307 A1

DE 35 09 038 A1

DE 31 26 648 A1

DE 86 04 339 U1

US 43 50 051

EP 11 16 509 A1

EP 10 08 842 A2

EP 03 79 025 A2

WO 97/08 533 A2

WO 95/26 008 A1

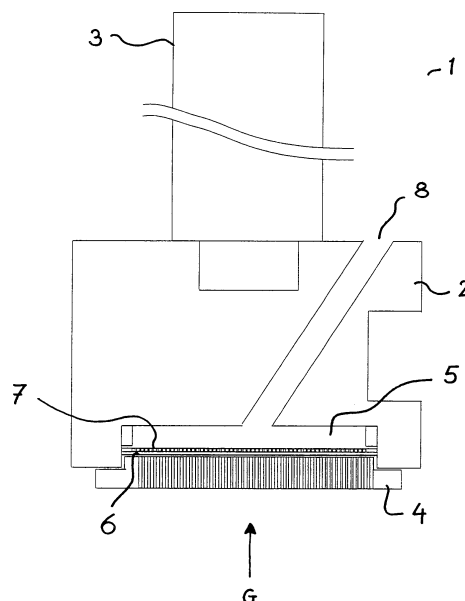
WO 90/13 803 A1

**Deutsche Geophysikalische Gesellschaft,
Mitteilun-
gen, Sonderband III/1998, Seite 83-87.
Deutsche Geophysikalische Gesellschaft,
Mitteilun-
gen, Sonderband III/1998, Seite 89-92;**

(54) Bezeichnung: **Messeinrichtung mit mindestens einer an Gassensormittel anschließbaren Gasprobenentnah-
mevorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Messeinrichtung mit mindestens einer an Gassensormittel (15) anschließbaren Gasprobenentnahmevorrichtung (1), die ein hitze- und korrosionsresistentes Gehäuse (2), einen Gasdurchlass in dem Gehäuse (2) und einen mit den Gassensormitteln (15) kommunizierenden Gasraum (5) hat, wobei zwischen dem Gasdurchlass (9) und dem Gasraum (5) eine hitze- und korrosionsresistente Membrananordnung vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasraum (5) der Gasprobenentnahmevorrichtung (1) einen Gasprobeneinlass und einen Gasprobenauslass (8) hat, um die über den Gasprobenauslass (8) und eine erste Schlauchleitung (11) entnommene Gasprobe (G) nach der Gasprobenmessung mit den Gassensormitteln (15) wieder über eine weitere Schlauchleitung (12) und den Gasprobeneinlass in den Gasraum (5) zurückzuleiten, wobei die Gasprobenentnahmevorrichtung (1) über die Schlauchleitungen (11, 12) an die zugeordneten Gassensormittel (15) angeschlossen ist, wobei die Schlauchleitungen (11, 12) im Bereich der Gasprobenentnahmevorrichtung (1) hitze- und korrosionsresistent sind, wobei in die erste Schlauchleitung (11) zur Leitung der entnommenen Gasproben (G) zu den Gassensormitteln (15)

Extraktionsmittel (14) zur Reduzierung...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Messeinrichtung mit mindestens einer an Gassensormittel anschließbaren Gasprobenentnahmeverrichtung, die ein hitze- und korrosionsresistentes Gehäuse, einen Gasdurchlass in dem Gehäuse und einen mit den Gassensormitteln kommunizierenden Gasraum hat.

[0002] Beispielsweise zur Überwachung von Vulkanaktivitäten besteht ein Bedarf zur kontinuierlichen Messung und Auswertung von Parametern entnommener Vulkangase, wie beispielsweise der Kohlendioxidgehalt, Radongehalt, Schwefeldioxidgehalt, die Gastemperatur, der Gasdruck etc..

[0003] Herkömmliche Gasmessgeräte, wie zum Beispiel Gaschromatographen, Massenspektrometer etc. sind für den Einsatz im Messfeld auf Grund ihrer Größe, des Energiebedarfs und der sonstigen Versorgungsmedien, wie zum Beispiel Trägergas, nur bedingt einsetzbar. Dabei besteht noch das Problem der relativ niedrigen Messraten. Auch sind keine Gasmesssensoren verfügbar, die den an der Messstelle vorherrschenden Umweltbedingungen standhalten. Die Gasprobenentnahmestellen befinden sich zumeist in großer Höhe, wobei die Sensoren an der Messstelle einem korrosiven Regen und variablen Temperaturen ausgesetzt sind. Zudem können die zu messenden Gase aggressiv sein, insbesondere Gase der Fumarolen von Vulkanen.

Stand der Technik

[0004] Die DE 42 00 307 A1 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Flussdichte von aus dem Erdboden in die Atmosphäre übertretenden Radongas, bei dem über einen bestimmten Bodenflächenbereich ein Sammelvolumen für innerhalb dieses Bodenflächenbereiches aus dem Erdboden austretendes Radongas durch Aufsetzen eines eine Öffnung aufweisenden Sammelbehälters auf den Erdboden unter Begrenzung des Bodenflächenbereichs durch den Öffnungsrand gebildet, die Aktivitätskonzentration des Radons im Sammelbehälter zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt und aus den ermittelten Aktivitätskonzentrationswerten und dem bekannten Flächeninhalt des Bodenflächenbereichs die Radonflussdichte ermittelt wird, wobei in einem Kreislauf ständig Gas aus dem Sammelbehälter abgepumpt, durch eine alpha-Messkammer geleitet und in den Sammelbehälter zurückgeführt wird und die Bestimmung der Radonflussdichte anhand des zeitlichen Anstiegs der laufend durch die alpha-Messkammer ermittelten Radonaktivität des durch die Messkammer strömenden Gases erfolgt.

[0005] Aus der WO 90/13803 A1 ist ein Überwachungssystem zur Gasanalyse bekannt, beispielsweise für den Nachweis von Umweltverschmutzung,

das ein Testmodul mit einer gasdurchlässigen Röhrenwand aufweist, welches als Membran zum Sammeln des Gases dient, wenn zumindest eine Probe des zu messenden Gases und die Röhrenwand vorhanden sind. Das Material und die Struktur der Röhre sind dabei so geartet, dass der Membrandiffusionswiderstand niedrig genug ist, um als Membran einen Gasfluss durch die Wand zu erlauben, und hoch genug ist im Vergleich zu dem Widerstand außerhalb der Röhrenwand, um den äußeren Widerstand vernachlässigbar zu machen, so dass der Membrandiffusionswiderstand der Röhrenwand im wesentlichen den gesamten Diffusionswiderstand gegenüber dem Gasfluss durch die Röhrenwand darstellt.

[0006] Weiterhin beschreibt die DE 196 10 402 A1 eine Bodengas-Sammelanlage mittels eines gaspermeablen, aber wasserdichten Sammelschlauches mit Segmentierung zur horizontbezogenen Probenentnahme über und im Grundwasser, bestehend aus einem gaspermeablen, innen gegen Kollabieren versteiften und aussen gegen Beschädigung geschützten Gas-Sammelschlauch, Absperrpfropfen innen und Absperr-Ringen außen sowie einem Zentralrohr mit Gas-Entnahmerohr beziehungsweise Gas-Entnahmeleitungen innen oder aussen verlegt oder als kurze Zugänge.

[0007] Die US 4 350 051 beschreibt einen Fühler zur Probenentnahme von unterirdischem Bodengas, umfassend einen länglichen Schaft, der in den Erdboden treibbar ist und einen Durchlass zum Entfernen von unterirdischen Bodengasproben aufweist, eine Fühlerspitzenanordnung mit einer Dichtungsfläche, welche an einem ersten Ende des Durchlasses befestigt ist, sowie Dichtungsmittel, die in dem Durchlass angeordnet sind, und Auslösemittel an einem zweiten Ende des Durchlasses zum selektiven Auslösen der Dichtungsmittel, damit diese mit der Dichtungsfläche wirken.

[0008] In Francis P., Maciejewski A., Oppenheimer C. und Chaffin C. (1996) New methods make volcanology research less hazardous. EOS, Transaction on the Geophysical Union 77, 41. 193, 396 – 397 sowie in De Natale P., Gianfrani L. und De Natale G. (2001) Optical methods for monitoring of volcanoes: techniques and new perspectives. Journal of Volcanology and Geothermal Research 109 1–3. 235–245 sind optische Verfahren zur Spektralmessung von Komponenten wie Schwefeldioxid (SO₂) und Chlorwasserstoff (HCL) in den Gasproben bestimmt. Hierzu wird mindestens eine Infrarot-Lichtquelle und mindestens ein Spektrometer so positioniert, dass das Spektrum des durch einen Gasstrom dringenden Infrarot-Lichtstrahls bestimmt werden kann. Die optischen Verfahren erfordern eine freie Sicht, die oftmals durch starke Bewölkung oder durch Dunst eingeschränkt ist. Zu dem sind die verfügbaren Geräte relativ groß und schwer und verbrauchen relativ viel

Energie.

[0009] In Toutain J.-P., Baubron J.-P., Le Bronec J., Allard P., Briole P., Marty B., Miele G., Tedesco D. und Luongo G. (1992) Continuous monitoring of distal gas emanations at Vulcano, southern Italy. Bull Volcanol 147–155 und in Shimoike Y. und Notsu K. (2000) Continuous chemical monitoring of volcanic gas in Izu-Oshima volcano, Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research 101, 211–221 sind chemische Überwachungsverfahren beschrieben, bei denen die Gasbestandteile von Wasser analysiert werden, das aus einem Wasserbrunnen oder aus einer Bohrung am Rande von Vulkanen austritt. Die Umweltbelastung an diesen Messstellen ist geringer als an den Messstellen der Fumarolen im Bereich der Vulkankrater. Zudem sind die Wasserentnahmestellen leichter zugänglich als ein Vulkankrater.

[0010] Obwohl ein Zusammenhang zwischen der Gaszusammensetzung in dem analysierten Wassergemisch und den Fumarolengasen besteht, ermöglicht die chemische Überwachung keine direkte Messung der Fumarolengase.

[0011] In Zimmer M. und Erzinger J. (1998) Geochemical Monitoring on Merapi Volcano, Indonesia. Mitteilung Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e. V., DGG Special Issue III/98 ISSN-Nr. 0947-1944. 89–92 und Zimmer M., Erzinger J. und Sulistiyo Y. (2000) Continuous Chromatographic Gas Measurements on Merapi Volcano, Indonesia. Mitteilungen Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e. V., DGG Special Volume IV/2000. ISSN-Nr. 0947-1944, 87–91 ist die Messung von Fumarolengasen mit Hilfe von gaschromatographischen Geräten beschrieben, wobei die Gasproben über Schlauchleitungen und Wasserfallen zur Reduzierung des Wasserdampfgehalts der entnommenen Gasproben zu Gassensormitteln geleitet werden. Die Gassensormittel werden mit Solarenergie versorgt, wobei die kontinuierliche Energieversorgung durch einen Akkumulator sichergestellt wird. Die Messdaten werden über eine Funkchnittstelle bestehend aus einem Modem und einem Mobilfunkgerät an eine entfernte Auswertezentrale übermittelt. Die Messeinrichtung kann über die Funkchnittstelle von der Auswertezentrale ferngesteuert werden. Die Messrate ist nachteilig auf Grund der verwendeten Gaschromatografen und Radon-Alpha-Szintillometer als Gassensormittel relativ gering. So werden die Konzentration von Wasser H₂O, Stickstoff CO₂, Schwefeldioxid SO₂ und Schwefelwasserstoff H₂S alle 35 Minuten und die Radon-Konzentrationen und die Fumarole-Temperatur alle 70 Minuten gemessen.

[0012] In Faber E., Inguaggiato S., Garzon-Valencia G. und Seidl D. (1998) Continuous Gas Measurements at Volcanic Fumaroles. Mitteilungen Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e. V. DGG Special

Volume III/1998. ISSN-Nr. 0947-1944, 83–87 ist eine ähnliche Messeinrichtung beschrieben, bei der Gasprobenentnahmesonden in Fumarolen eines Vulkans eingebracht sind. Die Gasprobenentnahmesonden sind hohle Stahllanzen mit Gasdurchtrittsöffnungen, an die eine Edelstahl-Schlauchleitung angeschlossen ist. Die Edelstahl-Schlauchleitung wird an mindestens ein Extraktionsmittel in Form einer Wasserfalle zur Reduzierung des Wasserdampfgehalts der entnommenen Gasprobe geführt und über eine Teflon-Schlauchleitung und Polyethylen-Schlauchleitung und einer Gaspumpe zu Gassensoren wie Massenspektrometern, Radon-Messgeräten, Gaschromatographen und Multisensoren zur Detektierung der Konzentration verschiedener Gaskomponenten geleitet. Die Messdaten werden über eine Funkübertragungsmittel telemetrisch an eine entfernt von der Messstelle angeordnete Auswerteeinheit übersandt. Mit Hilfe der Funkübertragungsmittel ist auch eine Fernsteuerung der Gassensormittel und Gasprobenpumpe durch die Auswerteeinheit möglich.

[0013] Das Problem bei den beschriebenen herkömmlichen Gasmessverfahren besteht darin, dass die Gasprobenentnahmeverrichtungen extremen Witterungseinflüssen durch Korrosion und hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Zu dem führt insbesondere der hohe Schwefelgehalt in den entnommenen Gasproben dazu, dass die Schlauchleitungen verstopfen und die Gassensoren zerstört werden.

Aufgabenstellung

[0014] Aufgabe der Erfindung war es daher, eine verbesserte Messeinrichtung für Gasproben zu schaffen, mit der eine zuverlässige Überwachung von Konzentration verschiedener Bestandteile in den Gasproben mit hohen Messraten auch bei extremen Umweltbedingungen möglich ist.

[0015] Diese Aufgabe wird durch eine Messeinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0016] Es hat sich gezeigt, dass störende Ablagerungen in der Gasprobenentnahmeverrichtung und in der Schlauchleitung auftreten und diese Ablagerungen vermieden werden müssen. Dabei hat sich herausgestellt, dass durch Verwendung einer Membrane die Ablagerungen erheblich reduziert werden konnten, die Gasproben jedoch mittels Diffusion durch die Membrane immer noch in den Gasraum gelangen.

[0017] Der Gasraum der Gasprobenentnahmeverrichtung besitzt einen Gasprobeneinlass und einen Gasprobenauslass, um eine durch den Gasprobenauslass entnommene Gasprobe nach der Gasprobenmessung mit den Gassensormitteln wieder durch den Gasprobeneinlass in den Gasraum zurückzulei-

ten. Die entnommenen Gasproben gelangen dann mittels Diffusion durch mindestens eine Membrane der Membrananordnung in den Gasraum und werden von dort über den Gasprobenauslass und Gassensormittel wieder zurück durch den Gasprobeneinlass in den Gasraum gepumpt. In der Messeinrichtung stellt sich dann nach kurzer Zeit ein Gleichgewicht mit dem Gas in der Umgebung der Gasprobenentnahmeverrichtung ein und es erfolgt nur dann ein Netto-Gasfluss der nicht kondensierbaren Komponenten durch die Membrananordnung wenn, sich die Zusammensetzung des zu messenden Gases ändert. Hierdurch kann das Auftreten von Ablagerungen weiter verringert werden.

[0018] Die mindestens eine Gasprobenentnahmeverrichtung ist mit jeweils einer Schlauchleitung an zugeordnete Gassensormittel angeschlossen. Dabei sollte die Schlauchleitung im Bereich der Gasprobenentnahmeverrichtung ebenso wie das Gehäuse und die Membrananordnung hitze- und korrosionsresistent sein. Vorzugsweise besteht das Gehäuse, die Membrananordnung und/oder die Schlauchleitung aus Teflon.

[0019] Die Schlauchleitung ist mit einer Spüleinrichtung verbunden, um die Schlauchleitung in Intervallen mit einem Spülmittel zu durchspülen, das mit Hilfe einer Spülmittelpumpe durch die Schlauchleitung gepumpt wird. Zur Spülung des Gasdurchlasses und der Membrananordnung ist die Spüleinrichtung mit der Gasprobenentnahmeverrichtung kommunizierend verbunden. Auf diese Weise können Ablagerungen in der Messeinrichtung regelmäßig auch ferngesteuert beseitigt werden.

[0020] In die Schlauchleitung ist in bekannter Weise mindestens ein Extraktionsmittel, beispielsweise eine Wasserfalle, geschaltet, um den Wasserdampfgehalt in der entnommenen Gasprobe zu reduzieren.

[0021] Die Gassensormittel sind vorzugsweise Gassensoren zur Detektion des Kohlendioxidgehalts, des Radongehalts, des Schefeldioxidgehalts, der Gas-temperatur und/oder des Gasdrucks.

[0022] Es ist vorteilhaft, wenn die Messeinrichtung Positionsbestimmungsmittel, insbesondere satellitengestützte Ortungsmittel, zur Erfassung der Ortsposition der Messeinrichtung hat. Die Positionsbestimmungsmittel, beispielsweise Global-Positioning-Systeme (GPS), werden hierbei an den Gasprobenentnahmestellen oder im Bereich der Gassensormittel aufgestellt und können elektrisch in das System der Messeinrichtung integriert sein.

[0023] Weiterhin sind vorzugsweise Funkübertragungsmittel zur Übertragung der gemessenen Daten für die entnommenen Gasproben an eine zentrale Messdatenauswertereinheit und zur Übertragung

von Steuerungsdaten von der zentralen Datenauswertereinheit an die Messvorrichtung vorgesehen. Auf diese Weise ist eine kontinuierliche Fernüberwachung möglich.

[0024] Die Messeinrichtung hat weiterhin vorzugsweise mehrere über eine Feldbusleitung miteinander verbundene Steuerungseinheiten, an die jeweils die Gassensormittel für eine zugeordnete Gasprobenentnahmeverrichtung geschaltet sind. Für jede Gasprobenentnahmeverrichtung und zugeordnete Messstelle können somit auf einfache Weise die zugeordneten Gassensormittel an eine gemeinsame Steuerungseinheit geklemmt werden, ohne dass eine aufwendige Verdrahtung und ein Öffnen der Gehäuse der verwendeten Messmittel, insbesondere der Gassensormittel, erforderlich wird.

[0025] Die Funkübertragungsmittel werden vorzugsweise ebenfalls an die Feldbusleitung geklemmt. Zudem können die Steuerungseinheiten jeweils mit autarken Energieversorgungsmitteln, insbesondere Solarzellenversorgungen gespeist sein. Zudem ist es vorteilhaft, wenn Analog-/Digital-Wandler zwischen die Gassensormittel und die Steuerungseinheiten geklemmt sind. Mit Hilfe der Steuerungseinheiten wird somit ein variabel verschaltbares Überwachungssystem realisiert.

Ausführungsbeispiel

[0026] Die Messeinrichtung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0027] [Fig. 1](#) Querschnittsansicht einer Gasprobenentnahmeverrichtung mit Membran;

[0028] [Fig. 2](#) Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform einer Gasprobenentnahmeverrichtung mit Doppelmembran;

[0029] [Fig. 3](#) Draufsicht auf die Gasprobenentnahmeverrichtung nach [Fig. 2](#)

[0030] [Fig. 4](#) Messeinrichtung mit Gasprobenentnahmeverrichtung, Extraktionsmitteln und Gassensormitteln sowie einer Spüleinrichtung;

[0031] [Fig. 5](#) Messeinrichtung mit einer Gasprobenentnahmeverrichtung und Schlauchleitungen zur Hin- und Rückführung der entnommenen Gasproben;

[0032] [Fig. 6](#) Blockdiagramm eines Messsystems mit über einen Feldbus zusammengeschalteten Messeinrichtungen für mehrere Messstellen.

[0033] Die [Fig. 1](#) lässt eine Gasprobenentnahmeverrichtung 1 zur Entnahme von Gasproben G im

Querschnitt erkennen. Die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** hat ein hitze- und korrosionsresistentes Gehäuse **2** vorzugsweise aus Teflon, das mit einer Halterung **3** an einen Haltestab montiert und an eine Gasprobenentnahmestelle positioniert werden kann.

[0034] Die Gasprobe G wird durch eine gasdurchlässige Halte- und Schutzplatte **4**, die einen Gasdurchlass bildet, in einen Gasraum **5** geleitet. Zwischen der Halte- und Schutzplatte **4** und dem Gasraum **5** ist eine dampfdurchlässige Membran **6** sowie eine Siebplatte **7** zur Aussonderung von Feinbestandteilen des Dampfstroms angeordnet. Der Gasraum **5** ist mit einem Gasprobenauslass **8** gekoppelt, an den eine Schlauchleitung zum Ableiten der entnommenen Gasproben G zu Gassensormitteln geklemmt werden kann.

[0035] Durch die vorzugsweise aus Teflon bestehende Membran werden insbesondere Schwefelablagerungen in den Gasproben G von dem Gasraum **5**, den daran angeschlossen Schlauchleitungen und den Gassensormitteln ferngehalten.

[0036] Die [Fig. 2](#) lässt eine andere Ausführungsform einer Gasprobenentnahmevorrichtung **1** mit einem zylinderförmigen Gehäuse **2** erkennen. Die Membrananordnung ist als sogenannte Doppelmembran mit jeweils einer Membran **6a**, **6b** rechts und links von dem Gasraum **5** ausgeführt.

[0037] Das Gas strömt durch Gasdurchlässe **9** in den äußeren zylinderförmigen Raum **10** des Gehäuses **2** hinein, der den inneren Gasraum **5** umgibt.

[0038] In den inneren Gasraum **5** ist mindestens eine Schlauchleitung **11** geführt, die mit den Gassensormitteln kommuniziert.

[0039] Die [Fig. 3](#) lässt die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** aus der [Fig. 2](#) in der Draufsicht erkennen. Mit dem inneren Gasraum **5** ist eine erste Schlauchleitung **11** zum Ableiten der Gasproben G sowie eine weitere Schlauchleitung **12** zum Rückführen der entnommenen Gasproben G in den inneren Gasraum **5** vorgesehen.

[0040] Die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** kann somit als geschlossenes System in eine Messeinrichtung integriert werden, wobei sich ein Gleichgewicht zwischen der Gasprobe G im Inneren der Messeinrichtung zu dem Gas in der Umgebung der Gasprobenentnahmevorrichtung **1** einstellt.

[0041] Die Integration der oben beschriebenen Gasprobenentnahmevorrichtungen in eine Messeinrichtung wird aus der [Fig. 4](#) deutlicher, die eine Messeinrichtung als Blockdiagramm zeigt. Die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** ist eine Fumarole eines Vulkans und wird dort mit einer Haltestange **13** gehalten.

An die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** ist eine Schlauchleitung **11** gekoppelt, um die entnommenen Gasproben G über Extraktionsmittel **14a**, **14b**, **14c** zu Gassensormitteln **15a**, **15b** zu leiten. Die Extraktionsmittel **14a**, **14b**, **14c** sind Wasserfallen mit denen der Wasserdampfgehalt der entnommenen Gasproben G reduziert wird. Hierzu ist ein Schlauchabschnitt der Schlauchleitung **11** senkrecht angeordnet und das untere Ende in ein Wasserbehälter zur Verhinderung eines Gasaustritts getaucht. Durch Kondensation der entnommen Gasprobe G fließt Kondenswasser in den Wasserbehälter.

[0042] Als Gassensormittel **15** können bekannte Gaschromatographen, Massenspektrometer, Radon-Sensoren oder sonstige Sensoren für bestimmte Gaskomponenten und/oder Multisensoren zur Erfassung der Konzentration verschiedener Bestandteile der Gasprobe G eingesetzt werden.

[0043] Weiterhin ist ein korrosions- und hitzeresistentes Thermometer **16**, vorzugsweise ein Thermoelement, zur Ermittlung der Gastemperaturen sowie eine Druckmessanordnung **17** zur Ermittlung des Gasdrucks P in die Fumarole eingebracht.

[0044] Erfindungsgemäß ist eine Spüleinrichtung **18** vorhanden, die an die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** bzw. die Schlauchleitung **11** mit einer Spülleitung **19** angeschlossen ist. Die Spüleinrichtung **18** hat eine Pumpen-/Ventilanordnung **20** um Spülmittel **21** aus einem Spülmittelbehälter **22** durch die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** und die Schlauchleitung **11** zu pumpen. Auf diese Weise können Ablagerungen durch Spülungen in Spülintervallen beseitigt werden.

[0045] Die [Fig. 5](#) lässt eine andere Ausführungsform der Messeinrichtung als Blockdiagramm erkennen. Hierbei hat die Gasprobenentnahmevorrichtung **1** einen Gasprobeneinlass und einen Gasprobenauslass entsprechend der in der [Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsform, wobei eine erste Schlauchleitung **11** zum Ableiten einer Gasprobe G über Extraktionsmittel **14** zu den Gassensoren **15a**, **15b** an einen Gasprobenauslass **8** geklemmt ist. Die mit den Gassensoren **15** analysierte Gasprobe G wird mit Hilfe einer Gaspumpe **23** über eine weitere Schlauchleitung **12** durch den Gasprobeneinlass der Gasprobenentnahmevorrichtung **1** in den inneren Gasraum **5** zurückgeleitet.

[0046] Die aus der Fumarole entnommene Gasprobe G gelangt mittels Diffusion durch die Membrane **6** in den inneren Gasraum **5** der Gasprobenentnahmevorrichtung **1**. Durch das geschlossene System stellt sich in der Messeinrichtung nach einer kurzen Zeit ein Gleichgewicht der in den Schlauchleitungen **11** und **12** befindlichen Gasprobe G mit dem Gas in der Umgebung der Gasprobenentnahmevorrichtung **1** ein.

ein, das heißt mit den Fumarolengasen. Dadurch erfolgt nur dann ein Netto-Gasfluss der nicht kondensierbaren Komponenten durch die Membranen **6**, wenn sich die Zusammensetzung des zu analysierenden Gases ändert. Dadurch ist die Messeinrichtung erheblich weniger den aggressiven Einflüssen des zu messenden Gases ausgesetzt und schädliche Ablagerungen werden reduziert.

[0047] Die [Fig. 6](#) lässt ein System mit einer Vielzahl von Gasprobenentnahmeverrichtungen **1a**, **1b**, **1c** erkennen, die jeweils in der oben beschriebenen Weise über Schlauchleitungen an Gassensormitteln **15** geklemmt sind.

[0048] Die Gassensormittel **15** sind wiederum mit Analog-Digital-Wandlern **24** verbunden, die jeweils an eine Steuerungseinrichtung **25** geklemmt sind. Weiterhin ist ein Taktgeber **26** zur Zählung der Messrate vorgesehen und mit den Gassensormitteln **15** und den Steuerungseinheiten **25** verbunden.

[0049] Die Energieversorgung erfolgt mit einer autonomen Energieversorgungseinheit **27** mit Solarpaneels **28** und Speicherbatterien **29**. Alternativ kann auch eine Energieversorgung durch Ausnutzung des Gasdrucks oder der Wärmeenergie an der Messstelle erfolgen.

[0050] Die Steuerungsmittel sind mit Funkübertragungsmitteln **30** verbunden, um die Messdaten telemetrisch an eine entfernte Auswerteeinheit zu übertragen. Zu dem sind die Steuerungseinheiten **25** derart ausgebildet, dass eine Fernsteuerung der Messeinrichtung von einer externen Auswerteeinheit über die Funkübertragungsmittel **30** ermöglicht wird.

[0051] Die Steuerungseinheiten **25** sind über einen digitalen Feldbus **31** miteinander gekoppelt. Die einzelnen Komponenten der Messeinrichtung sind hierbei so ausgebildet, dass diese mit robusten Stecksystemen einfach elektrisch zusammengeschaltet werden können. Der Feldbus **31** hat den Vorteil, dass Erweiterungen und Ergänzungen der Messeinrichtung ohne Eingriffe in die bereits bestehenden Komponenten erfolgen kann.

[0052] Die Temperaturmessung erfolgt vorzugsweise mit einem Thermoelement, das in einen Teflonschlauch eingebettet und somit gegenüber Korrosion geschützt ist. Die Druckmessung erfolgt mit einem Drucksensor, der an einem vom heißen Bereich der Fumarole entfernten Ende eines Teflonschlauchs angeordnet ist. Das andere offene Ende des Teflonschlauchs ist gegen die Richtung des ausströmenden Gases gerichtet.

[0053] Die Messeinrichtung ist vorzugsweise zur Messung von Fumarolengasen von Vulkanen geeignet, kann aber auch zur Messung von Gasen in an-

deren Umgebungen, wie zum Beispiel zur Überwachung von Bodengasen oder Gasen in der Atmosphäre eingesetzt werden.

[0054] Die Messeinrichtung hat weiterhin vorzugsweise Positionsbestimmungsmittel, insbesondere satellitengestützte Ortungsmittel nach dem Global-Positioning-System GPS, so dass die gemessenen Parameter der entnommenen Gasprobe **G** in einer zentralen Auswerteeinheit einer Ortsposition zugeordnet werden kann. Für eine bewegliche Messeinrichtung kann damit auf einfache Weise eine Kartierung der Messdaten und eine Erstellung von Isolinien-Karten erfolgen.

Patentansprüche

1. Messeinrichtung mit mindestens einer an Gassensormittel (**15**) anschließbaren Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**), die ein hitze- und korrosionsresistentes Gehäuse (**2**), einen Gasdurchlass in dem Gehäuse (**2**) und einen mit den Gassensormitteln (**15**) kommunizierenden Gasraum (**5**) hat, wobei zwischen dem Gasdurchlass (**9**) und dem Gasraum (**5**) eine hitze- und korrosionsresistente Membrananordnung vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasraum (**5**) der Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**) einen Gasprobeneinlass und einen Gasprobenauslass (**8**) hat, um die über den Gasprobenauslass (**8**) und eine erste Schlauchleitung (**11**) entnommene Gasprobe (**G**) nach der Gasprobenmessung mit den Gassensormitteln (**15**) wieder über eine weitere Schlauchleitung (**12**) und den Gasprobeneinlass in den Gasraum (**5**) zurückzuleiten, wobei die Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**) über die Schlauchleitungen (**11**, **12**) an die zugeordneten Gassensormittel (**15**) angeschlossen ist, wobei die Schlauchleitungen (**11**, **12**) im Bereich der Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**) hitze- und korrosionsresistent sind, wobei in die erste Schlauchleitung (**11**) zur Leitung der entnommenen Gasproben (**G**) zu den Gassensormitteln (**15**) Extraktionsmittel (**14**) zur Reduzierung des Wasserdampfgehaltes der entnommenen Gasproben (**G**) geschaltet sind, und wobei eine der Schlauchleitungen (**11**, **12**) mit einer Spüleinrichtung (**18**) verbunden ist, wobei die Spüleinrichtung (**18**) eine Spülmittelpumpe zum Durchspülen der Schlauchleitung (**11**, **12**) mit einem Spülmittel hat.

2. Messeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spüleinrichtung (**18**) zur Spülung des Gasdurchlasses und der Membrananordnung mit der Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**) kommunizierend verbunden ist.

3. Messeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**2**), die Schlauchleitungen (**11**, **12**) mindestens im Bereich der Gasprobenentnahmeverrichtung (**1**) und/oder die Membrananordnung aus Teflon bestehen.

4. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Gassensormittel **(15)** Gassensoren zur Detektion des Kohlendioxidgehaltes, des Radongehalts, des Schwefeldioxidgehalts, der Gastemperatur und/oder des Gasdruckes haben.

5. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch Positionsbestimmungsmittel, insbesondere satellitengestützte Ortungsmittel, zur Erfassung der Ortsposition der Messeinrichtung.

6. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch Funkübertragungsmittel **(30)** zur Übertragung der gemessenen Daten für die entnommenen Gasproben (G) an eine zentrale Messdatenauswerteeinheit und zur Übertragung von Steuerungsdaten von der zentralen Messdatenauswerteeinheit an die Messeinrichtung.

7. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch mehrere über einen Feldbus **(31)** miteinander verbundene Steuerungseinheiten **(25)**, wobei an eine Steuerungseinheit **(25)** jeweils die Gassensormittel **(15)** für eine zugeordnete Gasprobenentnahmevorrichtung **(1)** geschaltet sind.

8. Messeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkübertragungsmittel **(30)** an den Feldbus **(31)** geklemmt sind.

9. Messeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass Analog-/Digital-Wandler **(24)** zwischen die Gassensormittel **(15)** und die Steuerungseinheiten **(25)** geklemmt sind.

10. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheiten **(25)** jeweils von autarken Energieversorgungseinheiten **(27)**, insbesondere Solarzellenversorgungen, gespeist sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

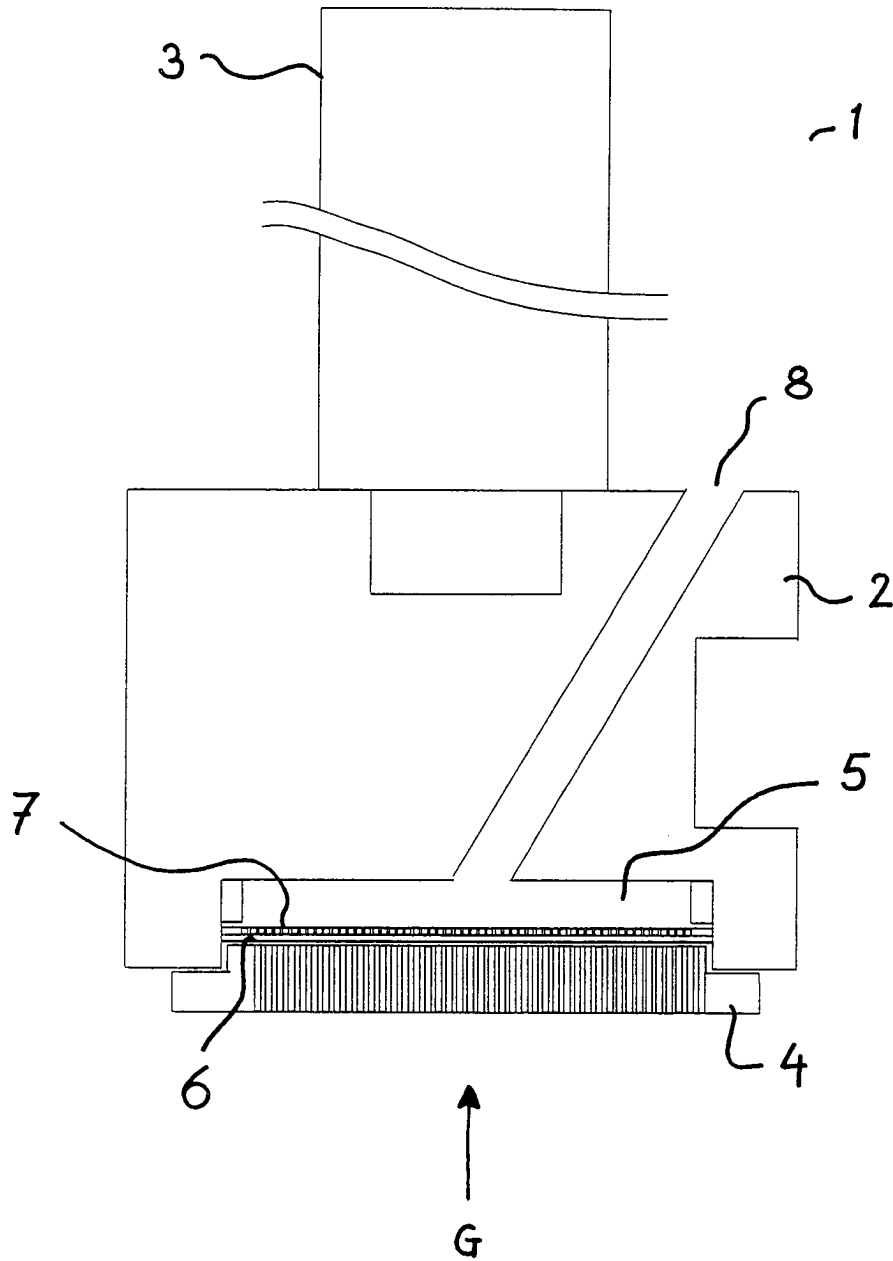


Fig. 1

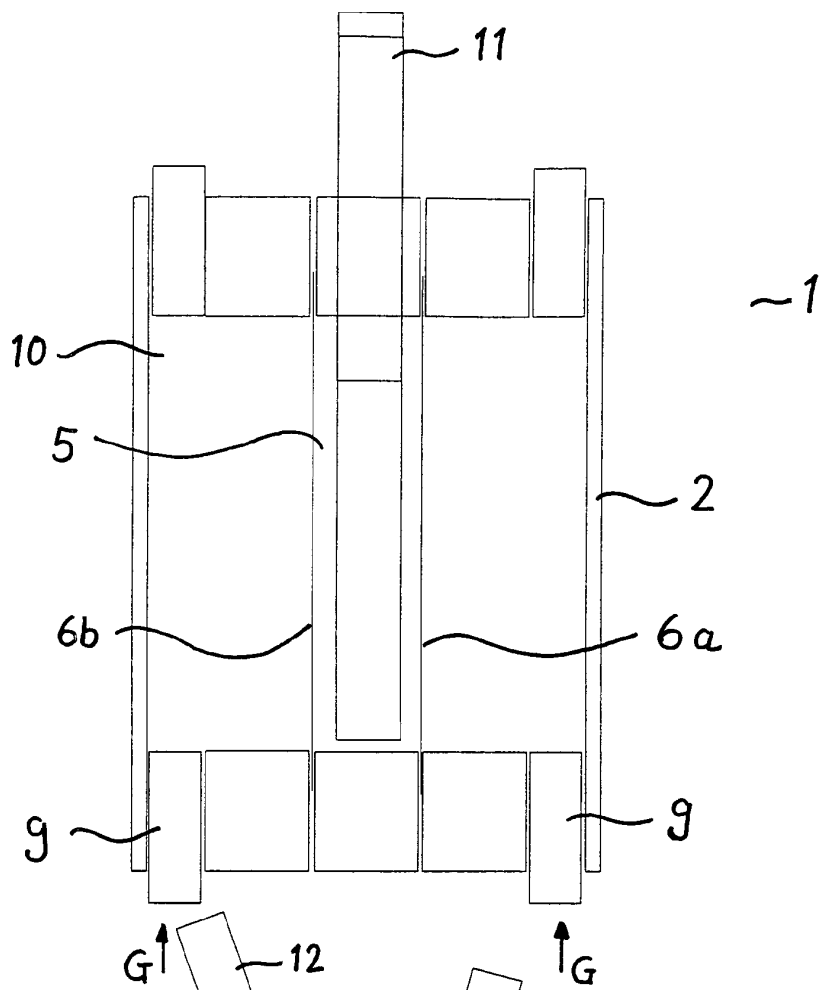


Fig. 2

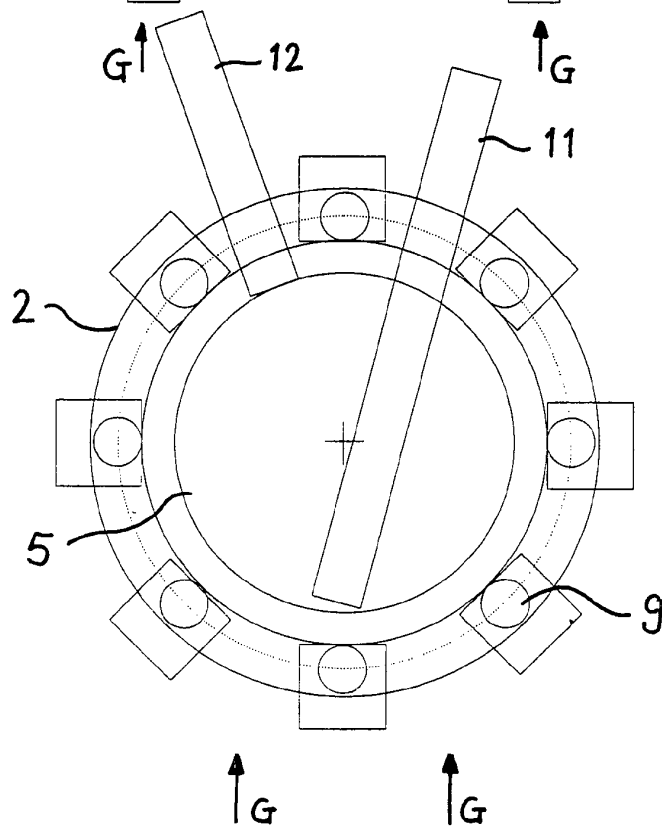


Fig. 3

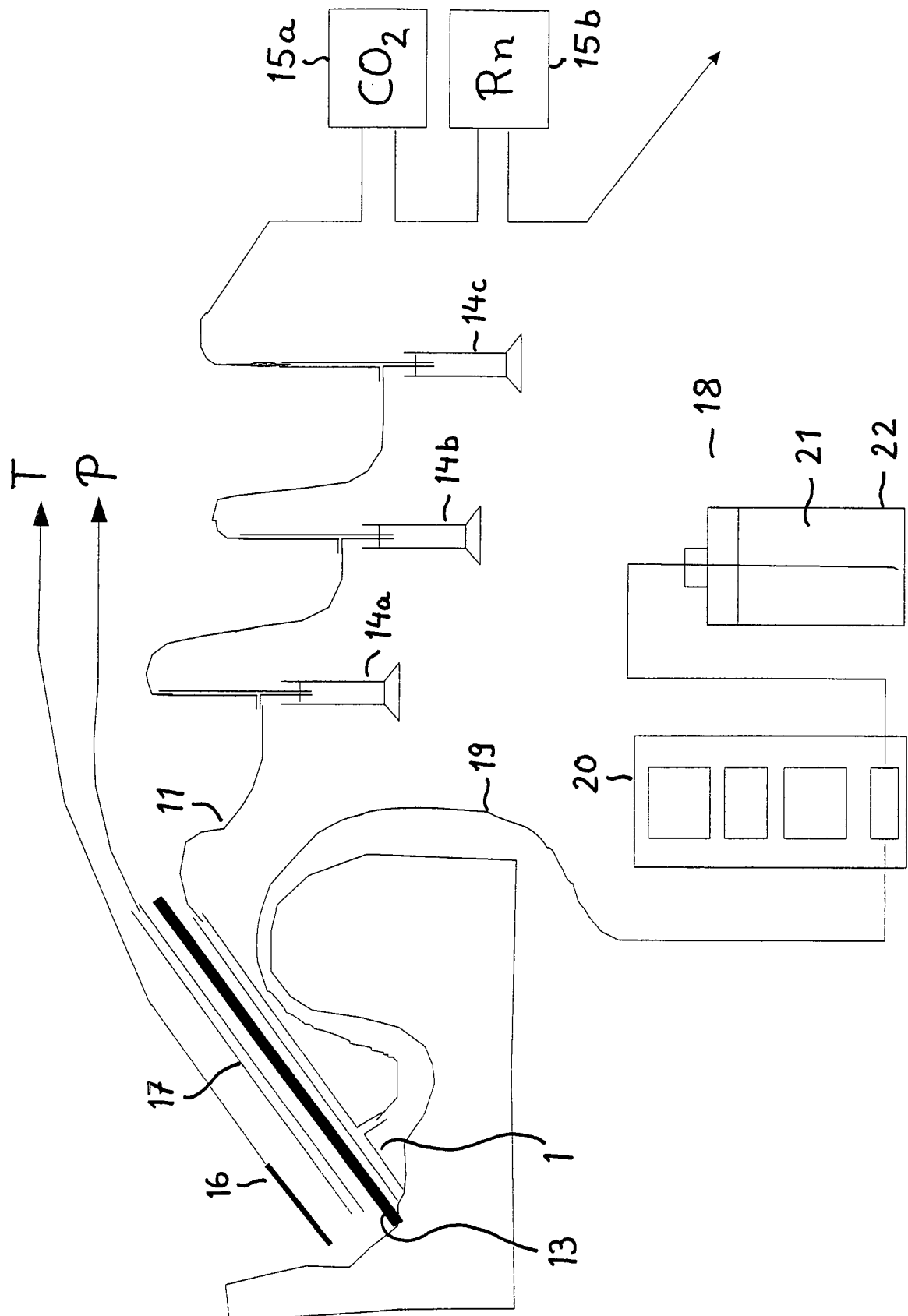


Fig. 4

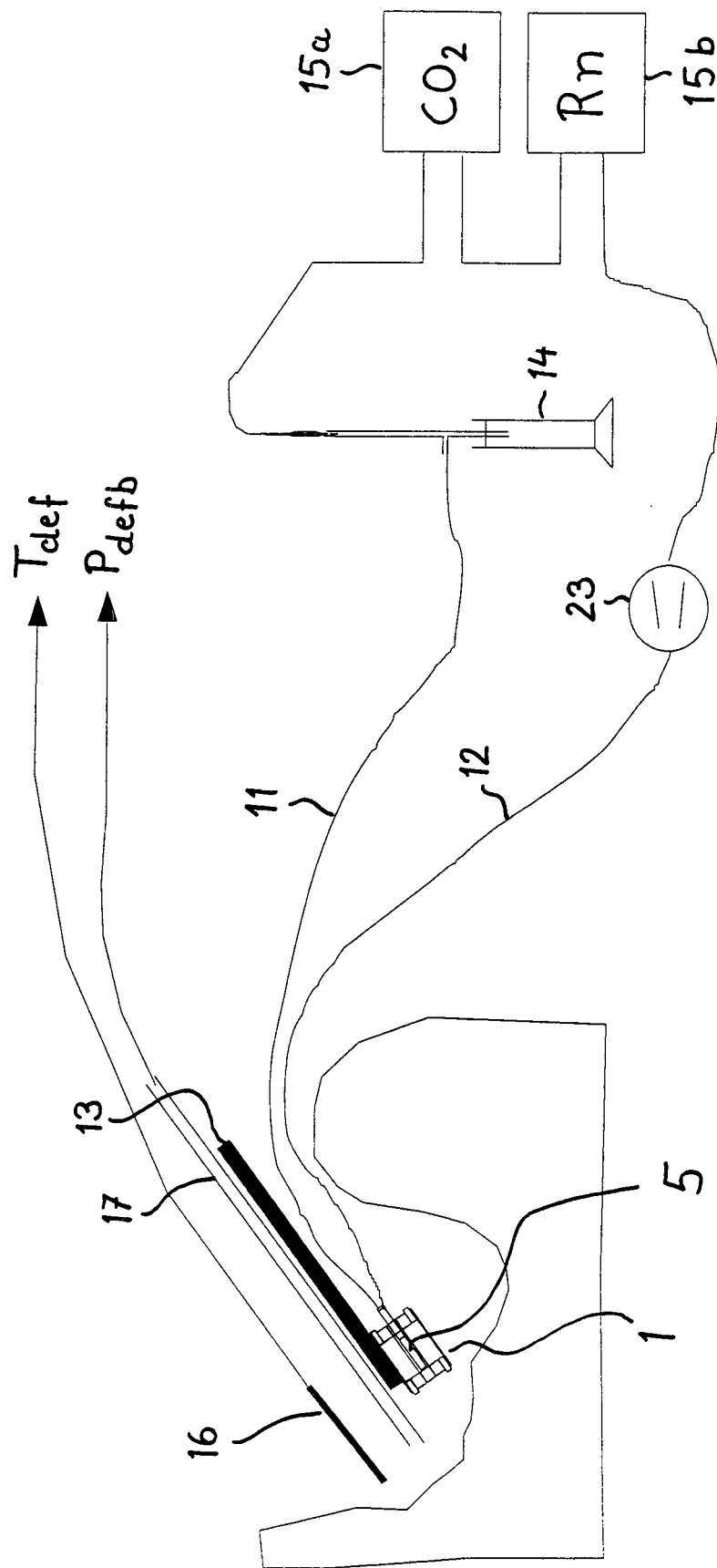


Fig. 5

