

(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
20. August 2015 (20.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/121017 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 1/24 (2006.01) *G01N 21/05* (2006.01)
G01N 21/3504 (2014.01)
- (74) Anwalt: PATENTANWÄLTE TER SMITTEN
EBERLEIN RÜTTEN; Burgunderstr.29, Düsseldorf
40549 (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/050640
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Januar 2015 (15.01.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 101 915.6
14. Februar 2014 (14.02.2014) DE
- (71) Anmelder: AVL EMISSION TEST SYSTEMS GMBH
[DE/DE]; Graf-Landsberg-Straße 1c, 41460 Neuss (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
- (72) Erfinder: FETZNER, Stephan; Storchenweg 7, 76694
Forst (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF AT LEAST ONE GAS IN A SAMPLE GAS STREAM BY MEANS OF INFRARED ABSORPTION SPECTROSCOPY

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER KONZENTRATION ZUMINDEST EINES GASES IN EINEM PROBENGASSTROM MITTELS INFRAROTABSORPTIONSSPEKTROSKOPIE

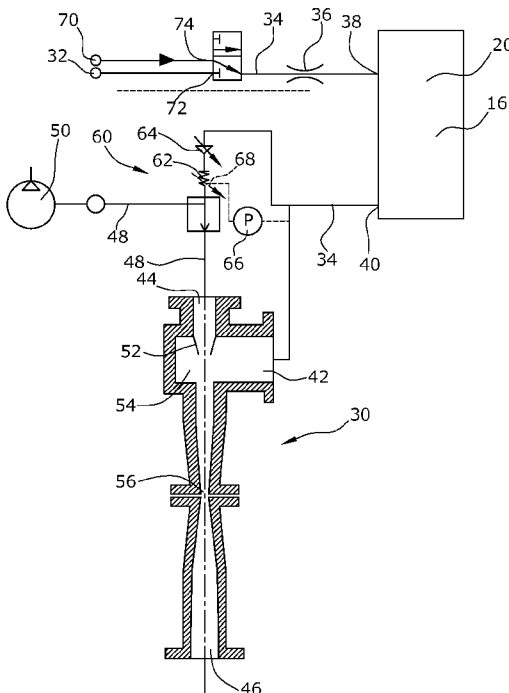


Fig.2

(57) Abstract: Devices are known for determining the concentration of at least one gas in a sample gas stream by means of infrared absorption spectroscopy, comprising an infrared radiation source (12), the radiation of which is directable through an analytical cell (16), a sample gas stream being directable by means of a feed line (34) into the analytical cell (16) and out of the analytical cell (16), and a detector (22) capable of measuring an absorption spectra generated in the analytical cell (16), and a suction jet pump (30) arranged downstream of the analytical cell (16) by means of which the measurement gas can be conveyed through the analytical cell (16) and the feed line (34). Frequently, however, measuring errors occur due to pressure fluctuations within the analytical cell, or increased maintenance- and manufacturing costs arise. In order to prevent these, the present invention provides a control valve (60) that is arranged in a propellant gas line (48) leading to a propellant gas connection (44) of the suction jet pump (30), by means of which the pressure in the propellant gas line (48) can be regulated so that the propellant pressure in the propellant gas line (48) and in the propelling nozzle (52) of the suction jet pump (30) is regulated as a direct function of the feed pressure within the analytical cell (16) or in the feed line (34).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/121017 A1



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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Es sind Vorrichtungen zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie mit einer Infrarotstrahlungsquelle (12), deren Strahlung durch eine Analysezelle (16) führbar ist, einem Probengasstrom, welcher durch eine Förderleitung (34) in die Analysezelle (16) und aus der Analysezelle (16) leitbar ist, einem Detektor (22), über den ein in der Analysezelle (16) entstehendes Absorptionsspektrum messbar ist und einer Saugstrahlpumpe (30), die stromabwärts der Analysezelle (16) angeordnet ist und über die Messgas durch die Analysezelle (16) und die Förderleitung (34) förderbar ist, bekannt. Es treten jedoch häufig Messungenauigkeiten durch Druckschwankungen in der Analysezelle auf oder es entstehen erhöhte Wartungs- und Herstellkosten. Um dies zu verhindern wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass in einer zu einem Treibgasanschluss (44) der Saugstrahlpumpe (30) führenden Treibgasleitung (48) ein Regelventil (60) angeordnet ist, über das der Druck in der Treibgasleitung (48) einstellbar ist, so dass der Treibdruck in der Treibgasleitung (48) und der Treibdüse (52) der Saugstrahlpumpe (30) in direkter Abhängigkeit des Förderdrucks in der Analysezelle (16) oder der Förderleitung (34) geregelt wird.

B E S C H R E I B U N G

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Konzentration 5 zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels
10 Infrarotabsorptionsspektroskopie mit einer Infrarotstrahlungsquelle, deren Strahlung durch eine Analysezelle führbar ist, einem Probengasstrom, welcher durch eine Förderleitung in die Analysezelle und aus der Analysezelle leitbar ist, einem Detektor, über den ein in der Analysezelle entstehendes Absorptionsspektrum messbar ist, einer
15 Saugstrahlpumpe, die stromabwärts der Analysezelle angeordnet ist und über die Messgas durch die Analysezelle und die Förderleitung förderbar ist sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie mittels einer derartigen Vorrichtung,
20 bei dem eine Strahlung einer Infrarotstrahlungsquelle in eine Analysezelle geleitet wird, die von einem Probengasstrom, der mittels einer Saugstrahlpumpe über eine Förderleitung angesaugt wird, durchströmt wird, woraufhin mittels eines Detektors ein Absorptionsspektrum der aus der Analysezelle austretenden Strahlung
25 ermittelt wird und in einer Recheneinheit aus dem Absorptionsspektrum die Konzentration eines Gases im Probengasstroms berechnet wird.

Die Infrarotspektroskopie ist zur Bestimmung der Konzentration von einzelnen Gaskomponenten bekannt. Die am weitesten verbreiteten
30 Verfahren sind das Fourier Transform Infrarotspektrometer oder das nicht dispersive Infrarotspektrometer. Mit der Entwicklung von kompakten, leistungsstarken Halbleiterlasern etablieren sich zunehmend

Gasanalytoren auf Basis der Laserspektroskopie. Neue Lasertypen wie Quantenkaskadenlaser revolutionieren die Laserspektroskopie im mittleren Infrarotbereich.

- 5 Alle diese Analysemethoden beruhen darauf, dass bei Bestrahlung eines Probengases mit Infrarotstrahlen bestimmte Frequenzbereiche absorbiert werden. Die Infrarotstrahlung liegt dabei in dem Bereich des Schwingungsniveaus von Molekülbindungen, die durch die Absorption zum Schwingen angeregt werden. Voraussetzung hierfür ist ein
10 vorhandenes oder im Molekül erzeugbares Dipolmoment. Die verschiedenen Schwingungszustände verursachen Absorptionsverluste der Infrarotstrahlung unterschiedlicher optischer Frequenzen. Das Spektrum in der Transmission enthält somit einzelne für das Gas charakteristische Absorptionslinien, so dass das Probengas auf das
15 Vorhandensein konkreter Moleküle untersucht und deren Konzentration im Probengas bestimmt werden kann. .

Mit einem Quantenkaskadenlaser können insbesondere im Abgas von Verbrennungsmotoren vorhandene Schadstoffmoleküle, wie
20 Distickstoffmonoxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Ammoniak ermittelt und deren Konzentration bestimmt werden.

Übliche laserspektroskopische Systeme weisen einen Laser als
25 Strahlungsquelle auf, dessen Strahlung über einen optischen Pfad in eine Analysezelle geleitet wird. In dieser Analysezelle wird der Strahl über eine geeignete Spiegelkonfiguration mehrfach reflektiert. Gleichzeitig wird in diese Analysezelle ein Probengasstrom geleitet, durch den die Strahlung des Lasers dringt und dort für eine Anregung der zur optischen
30 Frequenz korrespondierenden Moleküle sorgt. Durch diese Anregung wird Energie der jeweiligen Frequenz absorbiert. Die Intensität des transmittierten Strahls nimmt an dieser Stelle im Spektrum ab. Die

- Absorption selbst erfolgt nicht exakt scharf, sondern unterliegt einer Verbreiterung aufgrund von Temperatur- und Druckänderungen. Der auf diese Weise in seinem Spektrum veränderte Strahl verlässt die Messzelle und trifft auf einen Detektor, über den das veränderte Frequenzband
- 5 ausgewertet wird und so auf das Vorhandensein bestimmter Stoffe und deren Konzentrationen geschlossen werden kann. Die Förderung des Probengasstroms erfolgt üblicherweise über eine nachgeschaltete Vakuumpumpe.
- 10 Bei der Bestimmung der Konzentration wird die Absorptionscharakteristik im Spektrum ausgewertet bzw. analysiert. Diese Charakteristik wird im Allgemeinen als Linienspektrum der absorbierenden Gase bezeichnet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Linienform in diesem Spektrum vom Druck und von der Temperatur abhängig ist. Diese Parameter müssen
- 15 daher für eine Auswertung entweder konstant gehalten oder müssen kontinuierlich messtechnisch erfasst und verrechnet werden. Daher wird zur Erhöhung der Messgenauigkeit das Gas konditioniert sowie Druck und Temperatur möglichst konstant gehalten.
- 20 Des Weiteren hat es sich gezeigt, dass insbesondere bei der Messung von heißen und feuchten Gasen, wie beispielsweise von Abgasen von Verbrennungsmotoren, eine Kondensatbildung in der Analysezelle dringend verhindert werden muss, da dies zu einer deutlichen Verfälschung der Messergebnisse führt, weswegen die Messtemperaturen
- 25 häufig angehoben werden. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass Querempfindlichkeiten mit sinkendem Druck vermieden werden können, da das Absorptionsspektrum in Unterdruck sehr schmal und hoch wird, wodurch die Spektren der einzelnen Komponenten keine Überlappung mehr aufweisen. Aus diesem Grund werden die Analysezellen bei
- 30 Unterdruck betrieben, der beispielsweise ca. 200hPa Absolutdruck beträgt.

Entsprechend ist es bekannt, die Förderung des Messgases mittels Vakuumpumpen durchzuführen. Dies erfolgt bei Analysatoren mit Quantenkaskadenlasern als Strahlungsquelle üblicherweise mittels Membran- oder Drehschieberpumpen.

5

Nachteilig an diesen Pumpen ist es jedoch, dass sie einen stoßweisen Druck erzeugen, der zu Pulsationen in der Förderleitung führt, was wiederum die Qualität der Messergebnisse negativ beeinflusst, wenn diese Pulsationen nicht durch zusätzliche Bauteile ausgeregelt werden.

10 Hinzu kommt, dass Membranpumpen üblicherweise nur bis etwa 40°C Umgebungstemperatur betrieben werden können und auch bezüglich der Temperatur des Fördergases eingeschränkt sind beziehungsweise hohe Kosten entstehen, wenn eine höhere Temperaturbeständigkeit gefordert wird. Drehschieberpumpen weisen ein relativ hohes Gewicht auf, so dass
15 eine Integration in das Gehäuse des Analysators schwer möglich ist. Beide Pumpenarten benötigen regelmäßige Wartung und unterliegen einem erhöhten Verschleiß.

Aus diesem Grund wird in der DE 10 2006 005 901 ein Analysator
20 vorgeschlagen, bei dem die Förderung des Gases mittels einer Saugstrahlpumpe durchgeführt wird, die weitestgehend wartungsfrei arbeitet, da sie keine beweglichen Teile aufweist. Die Regelung des Förderdrucks erfolgt über in der Förderleitung angeordnete Regelventile.

25 Nachteilig an einer solchen Regelung ist jedoch der erhöhte Treibgasverbrauch, da gegen den Widerstand der Drossel in der Förderleitung gefördert werden muss, so dass immer ein hoher Treibgasdruck anliegen muss.

30 Daher stellt sich die Aufgabe, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorption zu schaffen, mit der die

Messergebnisse im Vergleich zu bekannten Ausführungen weiter verbessert werden, indem Druckschwankungen in der Analysezelle minimiert werden. Die Vorrichtung soll möglichst einfach aufgebaut und wartungsarm sein. Gleichzeitig sollen der Verbrauch an benötigtem
5 Treibgas und damit die vorhandenen Betriebskosten möglichst gering gehalten werden.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels
10 Infrarotabsorptionsspektroskopie mit den Merkmalen des Hauptanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit einer derartigen Vorrichtung gemäß Hauptanspruch 10 gelöst.

Dadurch, dass in einer zu einem Treibgasanschluss der Saugstrahlpumpe
15 führenden Treibgasleitung ein Regelventil angeordnet ist, über das der Druck in der Treibgasleitung einstellbar ist, wird der Druck in der Analysezelle durch Änderung des Treibgefälles des Treibgases an der Düse eingestellt. Bezüglich des Verfahrens bedeutet dies, dass der Treibdruck in der Treibgasleitung und der Treibdüse der
20 Saugstrahlpumpe in direkter Abhängigkeit des Förderdrucks in der Analysezelle oder der Förderleitung geregelt wird. Daraus folgt, dass das Fördergas nicht gegen einen Widerstand gefördert werden muss, wodurch der Druckluftverbrauch gesenkt wird, da immer nur die Menge an Druckluft entnommen wird, die tatsächlich zur Erzeugung des
25 geforderten Druckgefälles benötigt wird.

Vorzugsweise ist das Regelventil ein Proportionalventil, welches den Treibdruck in der Treibgasleitung in direkter Abhängigkeit vom Förderdruck in der Förderleitung stromabwärts der Analysezelle oder
30 vom Druck in der Analysezelle regelt. Dies bedeutet, dass mit sich verringerndem Unterdruck in der Förderleitung ein höherer Treibdruck in der Treibgasleitung erzeugt wird. Bei einer derartigen Ausführung sind

- keine zusätzlichen Bauteile oder Messapparaturen erforderlich. Nach einmaliger Kalibrierung stellt sich bei unveränderten Randbedingungen ein stationärer Zustand ein. Auf zusätzliche Messungen kann verzichtet werden, da durch die proportionale Regelung unmittelbar auf eine
- 5 Änderung des Drucks in der Förderleitung mit einer entsprechenden Änderung des Drucks in der Treibgasleitung reagiert wird, der zur gewünschten Druckänderung auf den Nenndruck in der Förderleitung führt.
- 10 Eine besonders einfache und vorteilhafte Anbindung ergibt sich, wenn das Proportionalventil ein pneumatisches Ventil ist, welches eine Steuerkammer aufweist, die mit der Förderleitung fluidisch verbunden ist. Entsprechend wird der Förderdruck in der Förderleitung in die Steuerkammer des Proportionalventils in der Treibgasleitung geleitet.
- 15 Durch entsprechende Auslegung des Ventils kann dann beispielsweise eine Erhöhung des absoluten Drucks in der Förderleitung zur Folge haben, dass das Regelventil die Treibgasleitung weiter öffnet, so dass der entstehende Unterdruck an der Saugstrahlpumpe größer wird, wodurch der Absolutdruck in der Förderleitung wieder fällt
- 20 beziehungsweise der Unterdruck steigt. Zusätzliche Bauteile zur Messung und Regelung sind nicht erforderlich.

Auch wäre es vorteilhaft, stromabwärts der Analysezelle in der Förderleitung oder in der Analysezelle einen Drucksensor anzuordnen.

- 25 Ein solcher Sensor kann entweder direkt zur Regelung eines anders gearteten Regelventils oder zur Überwachung oder Kalibrierung des Proportionalventils genutzt werden. Eine solche Anordnung erhöht die Sicherheit der Messungen und vermeidet Fehler.
- 30 In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform ist der Drucksensor mit einer Steuereinheit des Regelventils verbunden, welche eine

Stellung des Regelventils in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors regelt. Somit wird der Förderdruck in der Förderleitung gemessen und die Messwerte werden einer Steuereinheit eines in der Treibgasleitung angeordneten Regelventils zugeführt, wobei das
5 Regelventil in Abhängigkeit dieser Druckwerte angesteuert wird. Bei einer solchen Ausführung kann der Druck in der Förderleitung auf einen beliebigen Sollwert geregelt werden und entsprechend je nach verwendetem Probengas ein optimierter Druck eingestellt werden. Des Weiteren ist eine sehr genaue Regelung möglich, welche vollständig
10 unabhängig von allen Randbedingungen ist.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung einen Probengasanschluss und einen Referenz- oder Spülgasanschluss auf, die wahlweise mit der Förderleitung stromaufwärts der Analysezelle verbindbar sind. Durch
15 eine solche Ausführung kann eine einzelne Saugstrahlpumpe sowohl zur Förderung eines Referenzgasstroms als auch zur Förderung des Probengasstromes verwendet werden, so dass Bauteile eingespart werden.

20 In einer hierzu weiterführenden vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist in der Förderleitung eine Verzweigung ausgebildet, in der ein Umschaltventil angeordnet ist, über das die Förderleitung wahlweise mit dem Probengasanschluss oder dem Referenz- oder Spülgasanschluss fluidisch verbindbar ist. So kann über ein einzelnes Ventil zwischen den
25 beiden Anschlüssen umgeschaltet werden, wodurch erneut die Anzahl der Bauteile minimiert wird und so Kosten eingespart werden.

Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn in der Förderleitung stromaufwärts der Analysezelle eine Düse angeordnet ist. Diese dient zur Begrenzung
30 eines maximalen Volumenstroms.

Vorzugsweise ist die Infrarotstrahlungsquelle ein Quantenkaskadenlaser, mit dem besonders genaue Messungen von Stoffen wie Sickoxiden oder Ammoniak möglich.

- 5 Es wird somit eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Konzentration eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie geschaffen, mit der die Konzentration und Anwesenheit eines Gases mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit festgestellt werden kann, indem Druckschwankungen
10 und Pulsationen zuverlässig vermieden werden. Der Aufbau ist einfach und wartungsarm.

Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem
15 Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie ist in den Figuren anhand eines Quantenkaskadenlasers dargestellt und wird nachfolgend in Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben. Die Betriebskosten sind durch die Reduzierung des Treibgasverbrauchs gering.

20

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration eines Gases in einem Probengasstrom in Draufsicht.

- 25 Die Figur 2 zeigt eine Prinzipdarstellung des Probengasstroms mit einer Saugstrahlpumpe in vergrößerter Darstellung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels
30 Infrarotabsorptionsspektroskopie ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Quantenkaskadenlaserabsorptionsspektrometer ausgeführt. Dieser besteht aus einem Gehäuse 10, in dem ein aus

Halbleiterschichten aufgebauter Quantenkaskadenlaser 12 als Infrarotstrahlungsquelle angeordnet ist, der entweder kontinuierlich oder gepulst betrieben werden kann und insbesondere im mittleren Infrarotbereich Strahlung emittiert. Dieser wird über einen Stromtreiber
5 14 angesteuert und mittels eines in dieser Ansicht nicht erkennbaren Peltier-Elementes gekühlt.

Der Strahl des Lasers 12 wird über mehrere Spiegel 18 in einen Raum 20 einer Analysezelle 16 oder alternativ über die Spiegel 18 direkt zu
10 einem Detektor 22 geleitet, welcher beispielsweise ein MCT (Quecksilber-Cadmium-Tellurid)-Detektor sein kann, der besonders für die photovoltaische Detektion im mittleren Infrarotbereich geeignet ist und bei dem ein auftreffender Lichtquant direkt in einen messbaren Photostrom umgesetzt wird. Im Raum 20 wird dieser Strahl mehrfach an
15 Objekt- oder Feldspiegeln 24 reflektiert und durchdringt dabei ein in den Raum 20 gefördertes Probengas. Dies führt in bestimmten Frequenzbereichen des gesendeten Lichtbandes zu einer Absorption des Strahls, welche charakteristisch für die Anwesenheit und Konzentration bestimmter Moleküle ist. Nachdem der Strahl mehrfach an den Objekt-
20 oder Feldspiegeln 24 reflektiert wurde, verlässt er die Analysezelle 16 wieder und wird erneut über folgende Spiegel 26 dem Detektor 22 zugeführt.

Das vom Detektor 22 gemessene optische Frequenzband weist durch die
25 absorbierte Strahlung Lücken auf, deren Größe und Tiefe ein Maß für die Konzentration des diesen Frequenzbereich absorbierenden Gases ist. Die entsprechende Umrechnung erfolgt in bekannter Weise in einer Recheneinheit 28 über das Lambert-Beer-Gesetz. Die ausgesendete Wellenlänge des Lasers 12 kann dabei so eingestellt werden, dass
30 selektiv der Absorptionsbereich einer bestimmten Absorptionslinie der Gaskomponente abgefahren werden kann, wodurch Querempfindlichkeiten zu anderen Gaskomponenten vermieden werden.

So treten bei der Anwesenheit von Ammoniak beispielsweise Lücken im Wellenlängenbereich von etwa 10 µm auf.

Zu beachten ist jedoch, dass eine zuverlässige Messung nur bei einer
5 korrekten Abstimmung zwischen der Weglänge des Strahls und der zu erwartenden Konzentration des zu messenden Moleküls im Probengasstrom möglich ist, so dass entweder mit einem unverdünnten oder einem verdünnten Probengasstrom gearbeitet werden muss.

10 Insbesondere ist es erforderlich, die Messbedingungen konstant zu halten. Dabei ist neben einer konstanten Temperatur vor allem darauf zu achten, dass der Druck in der Analysezelle 16 konstant gehalten wird und möglichst während der Messung keine Druckschwankungen auftreten.

15

Um dies sicher zu stellen, erfolgt erfindungsgemäß die Probengasförderung mittels einer Saugstrahlpumpe 30, durch die der Probengasstrom in den Raum 20 gesaugt wird. Hierzu weist die Vorrichtung einen Probengasanschluss 32 auf, der beispielsweise mit
20 einer Abgasquelle verbunden wird. Das Abgas gelangt entweder unverdünnt oder in einem festen Verhältnis mit einem bekannten Stoff verdünnt in eine Förderleitung 34. Diese Förderleitung 34 führt über eine Düse 36, mittels derer ein maximal möglicher Volumenstrom von beispielsweise 1l/min festgelegt wird, zu einem Einlass 38 der
25 Analysezelle 16 und so in den Raum 20 der Analysezelle 16. Der Probengasstrom verlässt den Raum 20 wieder über einen Auslass 40, der mit einem zweiten Abschnitt der Förderleitung 34 verbunden ist. Das Ende dieser Förderleitung 34 ist mit einem Sauganschluss 42 der Saugstrahlpumpe 30 verbunden, wie sie in Figur 2 dargestellt ist.

30

Die Saugstrahlpumpe 30 weist neben dem Sauganschluss 42 einen Treibgasanschluss 44 und einen Auslass 46 auf. Der Treibgasanschluss

44 ist über eine Treibgasleitung 48 mit einer Druckluftanlage 50 verbunden, die Druckluft mit einem Druck von beispielsweise 7 bar zur Verfügung stellt. Alternativ können selbstverständlich auch Druckluftbehälter verwendet werden. Das Treibgas tritt mit
5 entsprechend hoher Geschwindigkeit durch den Treibgasanschluss 44 in die Saugstrahlpumpe 30 und durch eine Treibdüse 52, die zur Maximierung der Geschwindigkeit des Treibgases häufig als Lavaldüse ausgeführt wird, so dass ein hoher dynamischer Druck am Austritt der Treibdüse 52 entsteht. Durch diesen Austritt aus der Treibdüse 52
10 entsteht in der stromabwärtigen Mischkammer 54, in die auch der Sauganschluss 42 der Förderleitung 34 mündet, in der Grenzschicht zwischen dem schnellen Treibgas und dem Probengas durch Reibung und Turbulenzen eine Impulsübertragung vom Treibgas auf das Probengas, welches entsprechend vom Treibgas mitgerissen wird. In der
15 Mischkammer 54 entspannt sich das Treibgas und mischt sich mit dem Probengasstrom, so dass der Strahl abgebremst wird. Der hohe dynamische Druck wird in statischen Druck umgewandelt. Der Probengasstrom wird durch den Treibgasstrom in der Mischkammer 54 beschleunigt. Es entsteht am Sauganschluss ein Unterdruck, durch den
20 Probengas weiter gefördert wird. Stromabwärts der Mischkammer 54 weist die Saugstrahlpumpe 30 einen Diffusor 56 auf, durch den die Saugwirkung verstärkt wird. Das Gemisch aus Probengasstrom und Treibmittelstrom tritt anschließend über den Auslass 46 der Saugstrahlpumpe 30 aus. Dieses Mischgas wird aus der Vorrichtung
25 abgeführt.

Die Saugwirkung und somit der Sollwert des Unterdrucks am Sauganschluss 42, der im vorliegenden Fall beispielsweise etwa 200hPa betragen soll, wird erfindungsgemäß dadurch geregelt, dass die
30 Geschwindigkeit des Treibgases und somit der auf den Probengasstrom wirkende Treibdruck durch Drosselung der Treibgasleitung 48 eingestellt wird. Dies erfolgt mittels eines in der Treibgasleitung 48 angeordneten

Regelventils 60, welches im Ausführungsbeispiel als Proportionalventil ausgeführt ist. Ein Proportionalventil ist ein elektropneumatisches Ventil, dessen Stellung einerseits von der Bestromung einer Spule 62 des Elektromagneten und andererseits von einem in einer Steuerkammer 64 anliegenden Druck abhängt. Die Steuerkammer 64 ist mit der Förderleitung 34 stromabwärts der Analysezelle 16 verbunden, so dass der Druck des Treibgasstroms direkt vom Druck des Probengasstroms in der Förderleitung 34 abhängt. Ist nun ein Sollruckwert von 200hPa in der Förderleitung 34 eingestellt, ist es durch Auslegung des Proportionalventils 60 möglich, dessen Bestromung so zu wählen, dass bei einem geringeren Absolutdruck in der Förderleitung 34 das Proportionalventil 60 den freien Querschnitt weiter schließt, so dass der Treibdruck geringer wird und somit der Druck in der Förderleitung 34 steigt und umgekehrt. Hierzu ist das Regelventil 60 entsprechend zu kalibrieren, so dass sich als stationärer Zustand immer der Zustand des gewünschten Druckes in der Förderleitung 34 einstellt.

In der Figur 2 ist eine alternative Ausführung in gestrichelten Linien dargestellt. In dieser Ausführung ist in der Förderleitung 34 ein Drucksensor 66 angeordnet, der den Druck in der Förderleitung 34 misst und der mit einer Steuereinheit 68 des Regelventils 60, das in diesem Fall beispielsweise als reines Elektromagnetventil ausgebildet ist, elektrisch verbunden ist, so dass die Bestromung entsprechend der Druckwerte des Drucksensors 66 eingestellt wird. So wird beispielsweise bei zu hohem Absolutdruck in der Förderleitung 34 und damit zu geringem Unterdruck die Bestromung zur weiteren Öffnung des Ventilquerschnitts des Regelventils 60 durch entsprechende Signale der Steuereinheit 68 verstärkt, wodurch der Treibgasstrom erhöht wird und damit der Unterdruck in der Förderleitung 34 verstärkt wird.

30

Bei beiden Ausführungen wird der Druck in der Förderleitung 34 und damit in der Analysezelle 16 durch Änderung des Treibgasdrucks

geregelt. Hierdurch wird immer nur die zur gewünschten Fördermenge notwendige Menge an Treibgas benötigt. Entsprechend wird der Treibgasstrom und damit Treibdruck in der Treibgasleitung 48 der Saugstrahlpumpe 30 immer in direkter Abhängigkeit zum
5 Probengasstrom beziehungsweise dem Förderdruck in der Analysezelle 16 beziehungsweise der Förderleitung 34 geregelt.

Neben dieser Förderung eines Probengases über den Probengasanschluss 32 weist die Vorrichtung die Möglichkeit auf, über einen Referenz- oder
10 Spülgasanschluss 70, einen Spülgasstrom oder einen Referenzgasstrom anzusaugen. Hierzu ist in der Förderleitung 34 vor der Analysezelle 16 und vor der Düse 36 eine Verzweigung 72 ausgebildet, in der ein Umschaltventil 74 angeordnet ist, mit welchem der Probengasstrom unterbrochen werden kann und stattdessen eine Verbindung zum
15 Referenz- oder Spülgasanschluss 70 hergestellt werden kann. Über diesen Anschluss kann entweder ein Referenzgas zur Kalibrierung des Detektors 22 in die Analysezelle 16 gesaugt werden oder ein Spülgas zur Entfernung von Verunreinigungen von vorherigen Messungen, so dass nach Durchführung der Spülung das Umschaltventil 74 betätigt wird, um
20 den Spülgasanschluss 70 zu verschließen und im Folgenden die Förderleitung 34 für den Probengasstrom freizugeben. Dieses Spülgas sollte möglichst keine Moleküle enthalten, welche bei den nachfolgenden Messungen im Probengasstrom gemessen werden sollen, so dass eine Verfälschung der Messergebnisse durch Reste des Spülgases in der
25 Analysezelle vermieden wird.

Eine derartige Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie ist kostengünstig herstellbar und
30 weitgehend wartungsfrei zu betreiben. Die erreichbaren Messergebnisse sind sehr exakt und reproduzierbar, insbesondere durch die zuverlässige Vermeidung von Druckstößen. Des Weiteren wird der Verbrauch an

Treibgas reduziert, so dass Kosten eingespart werden. Zusätzlich ist die Vorrichtung unempfindlich gegen Kondensatausfall und kann bei hohen Temperaturen von über 50°C Umgebungstemperatur betrieben werden. Das Probegas kann dabei auch Temperaturen von 200°C aufweisen. Zur
5 Spannungsversorgung kann ein Breitbandnetzteil Verwendung finden. Der Stromverbrauch ist gering, da die Vakuumpumpe keine Spannungsversorgung benötigt.

Es sollte deutlich sein, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das
10 beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt ist, sondern verschiedene Modifikationen innerhalb des Schutzbereichs des vorliegenden Hauptanspruchs möglich sind.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie mit einer Infrarotstrahlungsquelle (12), deren Strahlung durch eine Analysezelle (16) führbar ist,
- 10 einem Probengasstrom, welcher durch eine Förderleitung (34) in die Analysezelle (16) und aus der Analysezelle (16) leitbar ist, einem Detektor (22), über den ein in der Analysezelle (16) entstehendes Absorptionsspektrum messbar ist, einer Saugstrahlpumpe (30), die stromabwärts der Analysezelle
- 15 (16) angeordnet ist und über die Messgas durch die Analysezelle (16) und die Förderleitung (34) förderbar ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- in einer zu einem Treibgasanschluss (44) der Saugstrahlpumpe (30) führenden Treibgasleitung (48) ein Regelventil (60) angeordnet ist,
- 20 über das der Druck in der Treibgasleitung (48) einstellbar ist.
2. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 1,
- 25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Regelventil (60) ein Proportionalventil ist, welches den Treibdruck in der Treibgasleitung (48) in direkter Abhängigkeit vom Förderdruck in der Förderleitung (34) stromabwärts der Analysezelle (16) oder vom Druck in der Analysezelle (16) regelt.

3. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 das Proportionalventil (60) ein pneumatisches Ventil ist, welches eine Steuerkammer (64) aufweist, die mit der Förderleitung (34) fluidisch verbunden ist.
4. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 stromabwärts der Analysezelle (16) in der Förderleitung (34) oder in der Analysezelle (16) ein Drucksensor (66) angeordnet ist.
- 15
5. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 der Drucksensor (66) mit einer Steuereinheit (68) des Regelventils (60) verbunden ist, welche eine Öffnungsstellung des Regelventils (60) in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (66) regelt.
6. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 die Vorrichtung einen Probengasanschluss (32) und einen Referenz- oder Spülgasanschluss (70) aufweist, die wahlweise mit der Förderleitung (34) stromaufwärts der Analysezelle (16) verbindbar sind.
- 30

7. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 6,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**
in der Förderleitung (34) eine Verzweigung (72) ausgebildet ist, in der ein Umschaltventil (74) angeordnet ist, über das die Förderleitung (34) wahlweise mit dem Probengasanschluss (32) oder dem Referenz- oder Spülgasanschluss (70) fluidisch verbindbar
10 ist.
8. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach einem der vorhergehenden
15 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Förderleitung (34) stromaufwärts der Analysezelle (16) eine Düse (36) angeordnet ist.
- 20 9. Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Infrarotstrahlungsquelle (12) ein Quantenkaskadenlaser ist.
10. Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie mittels einer Vorrichtung gemäß
30 einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Strahlung einer Infrarotstrahlungsquelle (12) in eine Analysezelle (16) geleitet wird, die von einem Probengasstrom, der mittels einer Saugstrahlpumpe

(30) über eine Förderleitung (34) angesaugt wird, durchströmt wird, woraufhin mittels eines Detektors (22) ein Absorptionsspektrum der aus der Analysezelle (16) austretenden Strahlung ermittelt wird und in einer Recheneinheit (28) aus dem Absorptionsspektrum die
5 Konzentration eines Gases im Probengasstroms berechnet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Treibdruck in der Treibgasleitung (48) und der Treibdüse (52) der Saugstrahlpumpe (30) in direkter Abhängigkeit des Förderdrucks in der Analysezelle (16) oder der Förderleitung (34)
10 geregelt wird.

11. Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach Anspruch 10,

15 **dadurch gekennzeichnet, dass**

mit sich verringerndem Unterdruck in der Förderleitung (34) ein höherer Treibdruck in der Treibgasleitung (48) erzeugt wird.

12. Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach einem der Ansprüche 10 oder
20 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Förderdruck in der Förderleitung (34) in eine Steuerkammer (64) eines Proportionalventils (60) in der Treibgasleitung (48)
25 geleitet wird.

13. Verfahren zur Bestimmung der Konzentration zumindest eines Gases in einem Probengasstrom mittels Infrarotabsorptionsspektroskopie nach einem der Ansprüche 10 bis
30 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Förderdruck in der Förderleitung (34) gemessen wird und die Messwerte einer Steuereinheit (68) eines in der Treibgasleitung (48) angeordneten Regelventils (60) zugeführt werden, wobei das Regelventil (60) in Abhängigkeit dieser Druckwerte angesteuert wird.

5

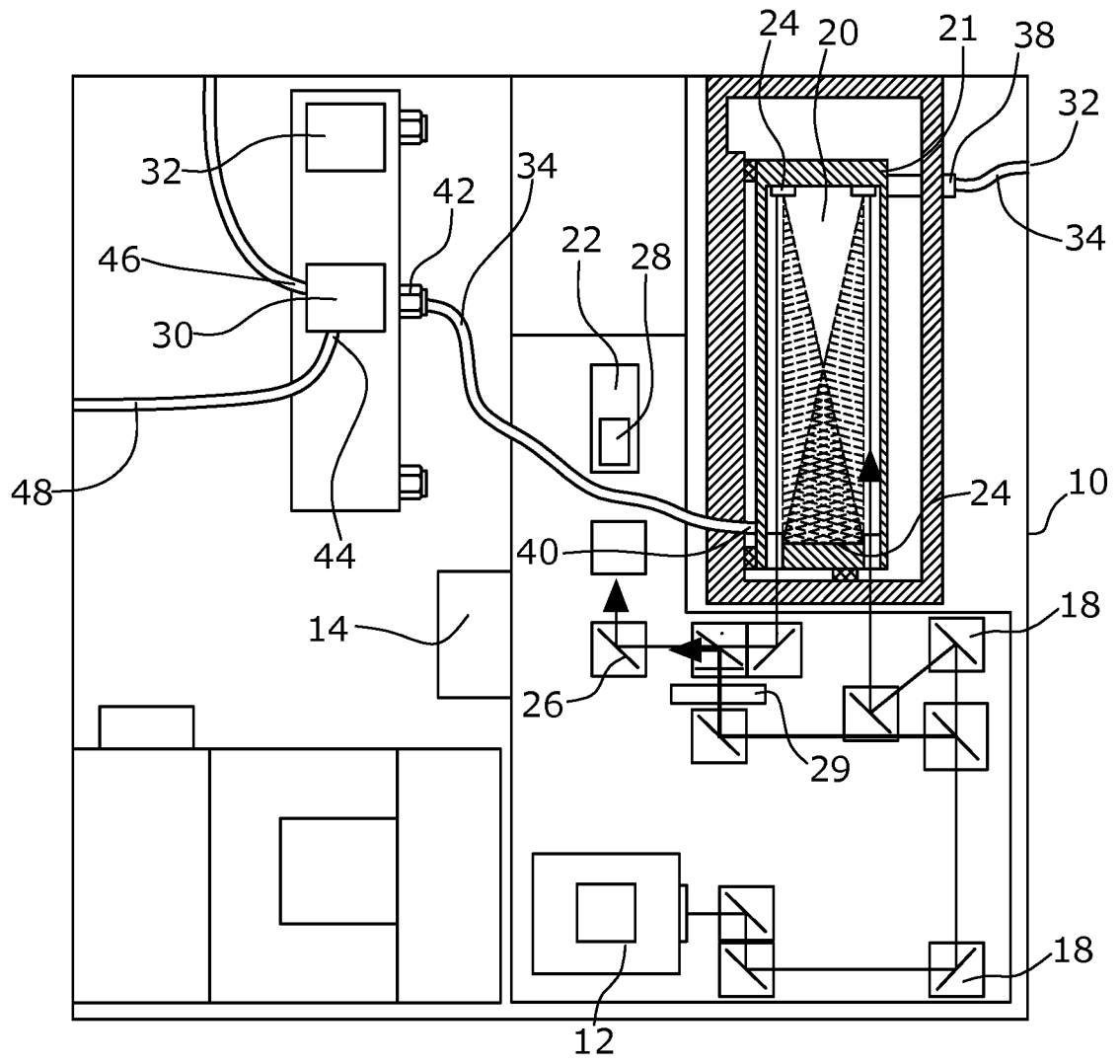


Fig.1

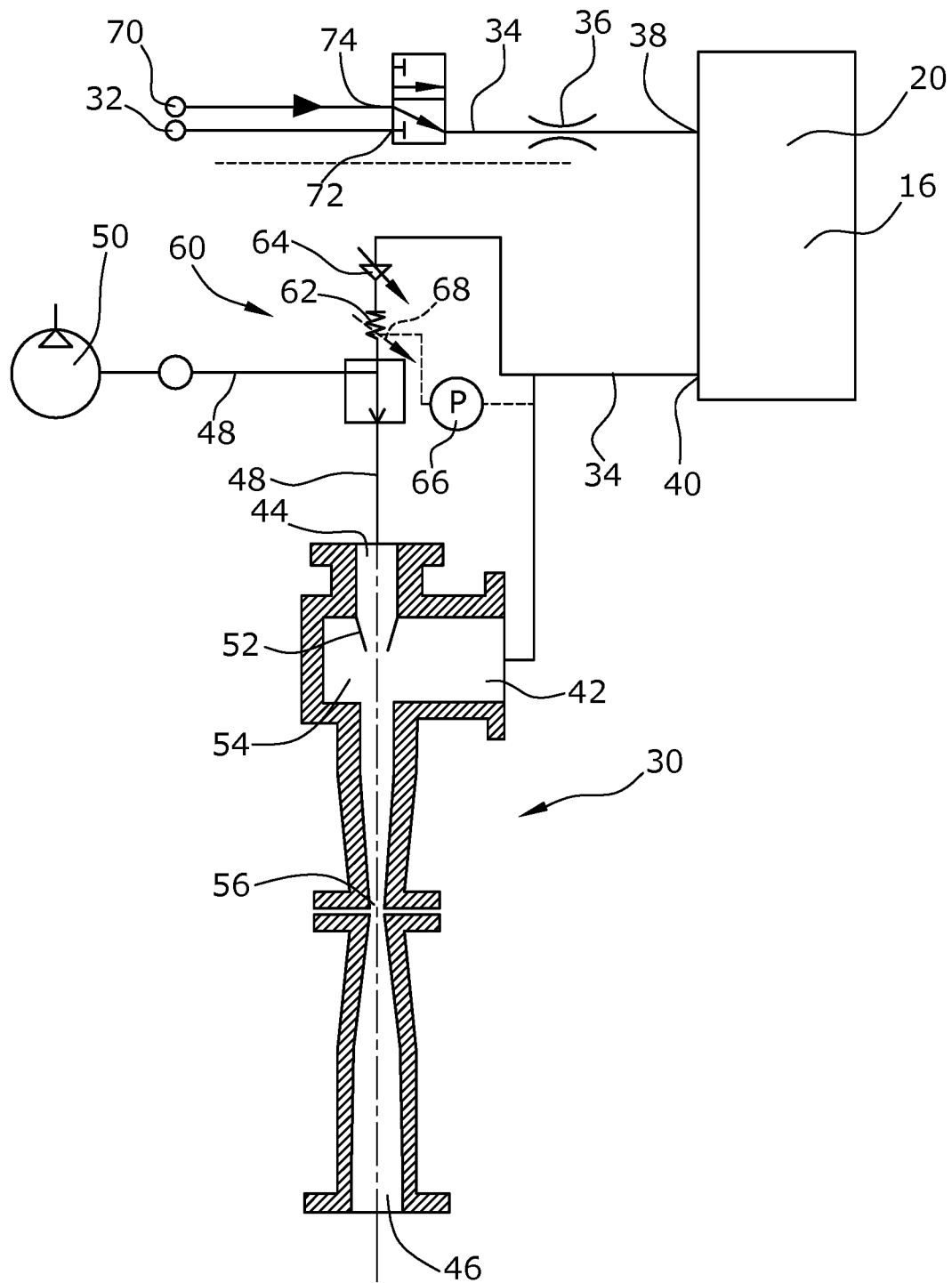


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N1/24 G01N21/3504 G01N21/05
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N F04F G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 593 023 A (DODSON MICHAEL ET AL) 13 July 1971 (1971-07-13) abstract; figures 1,2 column 2, line 60 - column 3, line 3 column 5, lines 4-5 column 5, line 58 - column 6, line 69 -----	1-13
Y	US 4 762 467 A (ACKERMANN HANS [DE] ET AL) 9 August 1988 (1988-08-09) figure 2 column 1, lines 59-62 column 3, lines 41-43, 50-56 -----	1-13
Y	US 2010/284006 A1 (SOCHA JEFFREY [US] ET AL) 11 November 2010 (2010-11-11) paragraphs [0052], [0069] - [0071]; figure 3 ----- -/--	6-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 27 March 2015	Date of mailing of the international search report 08/04/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Meacher, David

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050640

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013/250301 A1 (FEITISCH ALFRED [US] ET AL) 26 September 2013 (2013-09-26) paragraph [0012]	9
A	----- US 2007/034792 A1 (ZHANG WEI [CN] ET AL) 15 February 2007 (2007-02-15) abstract; figure 1	1-13
A	----- DE 10 2006 005901 B3 (M & C PRODUCTS [DE]) 23 August 2007 (2007-08-23) cited in the application abstract; figure 1 paragraphs [0025] - [0027] -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/050640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3593023	A	13-07-1971	AT 298842 B 25-05-1972
			BE 738942 A 02-03-1970
			DE 1946210 A1 09-04-1970
			DE 6935844 U 10-09-1970
			DE 7017426 U 22-10-1970
			FR 2018314 A1 29-05-1970
			GB 1242482 A 11-08-1971
			NL 6914159 A 20-03-1970
			SE 358732 B 06-08-1973
			US 3593023 A 13-07-1971
US 4762467	A	09-08-1988	BR 8606320 A 06-10-1987
			DE 3545612 A1 25-06-1987
			DE 3663841 D1 13-07-1989
			EP 0226976 A1 01-07-1987
			GB 2184868 A 01-07-1987
			JP S62157299 A 13-07-1987
			PH 23382 A 26-07-1989
			US 4762467 A 09-08-1988
US 2010284006	A1	11-11-2010	CN 102439439 A 02-05-2012
			EP 2430440 A1 21-03-2012
			US 2010284006 A1 11-11-2010
			WO 2010132179 A1 18-11-2010
US 2013250301	A1	26-09-2013	AU 2013234971 A1 11-09-2014
			CA 2865649 A1 26-09-2013
			CN 104364635 A 18-02-2015
			EP 2828642 A1 28-01-2015
			US 2013250301 A1 26-09-2013
			WO 2013142737 A1 26-09-2013
US 2007034792	A1	15-02-2007	CN 1912585 A 14-02-2007
			US 2007034792 A1 15-02-2007
DE 102006005901	B3	23-08-2007	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01N1/24 G01N21/3504 G01N21/05 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01N F04F G01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 593 023 A (DODSON MICHAEL ET AL) 13. Juli 1971 (1971-07-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 3 Spalte 5, Zeilen 4-5 Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 69 -----	1-13
Y	US 4 762 467 A (ACKERMANN HANS [DE] ET AL) 9. August 1988 (1988-08-09) Abbildung 2 Spalte 1, Zeilen 59-62 Spalte 3, Zeilen 41-43, 50-56 -----	1-13
Y	US 2010/284006 A1 (SOCHA JEFFREY [US] ET AL) 11. November 2010 (2010-11-11) Absätze [0052], [0069] - [0071]; Abbildung 3 ----- -/--	6-8
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
27. März 2015	08/04/2015	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Meacher, David	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2013/250301 A1 (FEITISCH ALFRED [US] ET AL) 26. September 2013 (2013-09-26) Absatz [0012] -----	9
A	US 2007/034792 A1 (ZHANG WEI [CN] ET AL) 15. Februar 2007 (2007-02-15) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-13
A	DE 10 2006 005901 B3 (M & C PRODUCTS [DE]) 23. August 2007 (2007-08-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0025] - [0027] -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3593023	A	13-07-1971	AT 298842 B 25-05-1972
			BE 738942 A 02-03-1970
			DE 1946210 A1 09-04-1970
			DE 6935844 U 10-09-1970
			DE 7017426 U 22-10-1970
			FR 2018314 A1 29-05-1970
			GB 1242482 A 11-08-1971
			NL 6914159 A 20-03-1970
			SE 358732 B 06-08-1973
			US 3593023 A 13-07-1971
US 4762467	A	09-08-1988	BR 8606320 A 06-10-1987
			DE 3545612 A1 25-06-1987
			DE 3663841 D1 13-07-1989
			EP 0226976 A1 01-07-1987
			GB 2184868 A 01-07-1987
			JP S62157299 A 13-07-1987
			PH 23382 A 26-07-1989
			US 4762467 A 09-08-1988
US 2010284006	A1	11-11-2010	CN 102439439 A 02-05-2012
			EP 2430440 A1 21-03-2012
			US 2010284006 A1 11-11-2010
			WO 2010132179 A1 18-11-2010
US 2013250301	A1	26-09-2013	AU 2013234971 A1 11-09-2014
			CA 2865649 A1 26-09-2013
			CN 104364635 A 18-02-2015
			EP 2828642 A1 28-01-2015
			US 2013250301 A1 26-09-2013
			WO 2013142737 A1 26-09-2013
US 2007034792	A1	15-02-2007	CN 1912585 A 14-02-2007
			US 2007034792 A1 15-02-2007
DE 102006005901	B3	23-08-2007	KEINE