

(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
8. Februar 2007 (08.02.2007)

PCT

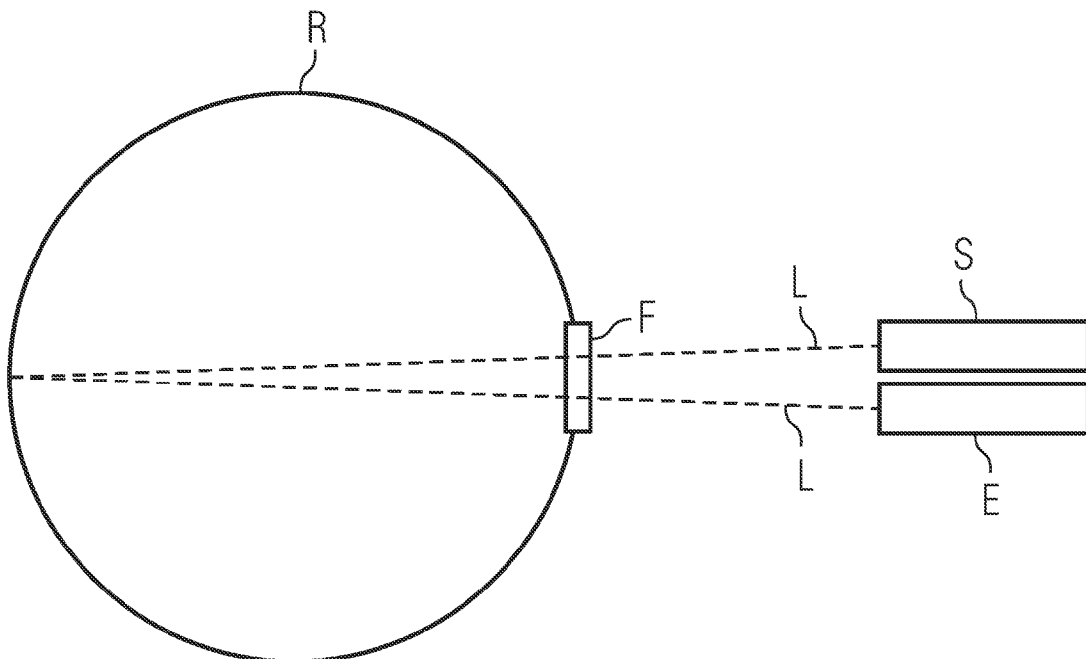
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/014960 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01J 5/58 (2006.01) **G01N 21/35** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/064975
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. August 2006 (02.08.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2005 036 525.6 3. August 2005 (03.08.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FLEISCHER, Maximilian** [DE/DE]; Schlossangerweg 12, 85635 Höhenkirchen (DE). **STRZODA, Rainer** [DE/DE]; Batschkastr. 16, 81825 München (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING A GAS TEMPERATURE

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG DER GASTEMPERATUR



(57) Abstract: A gas temperature determination in a gas container is carried out by using at least one radiation source and at least one detection device for receiving the radiation emitted by the radiation source. Said radiation source and detection device are arranged outside the gas container. In addition, an evaluation device is used for determining the gas temperature according to the radiation received by the detection device. At least one bi-directional input/output device is placed in the gas container wall. The radiation source and detection device are positioned with respect to the input/output device in such a way that the radiation reflected in the gas container is received by the detection device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/014960 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(57) Zusammenfassung: Zur Bestimmung der Gasttemperatur eines Gases in einem Gasbehältnis kommen wenigstens eine Strahlungsquelle zur Emission von Strahlung und wenigstens eine Detektionseinrichtung zur Aufnahme der Strahlung zum Einsatz. Die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung sind außerhalb des Gasbehältnisses angeordnet. Des Weiteren kommt eine Auswertevorrichtung zur Ermittlung der Gasttemperatur aus der von der Detektionseinrichtung aufgenommenen Strahlung zum Einsatz. Ferner besteht wenigstens eine bidirektionale Ein-/Auskopplungseinrichtung in der Wandung des Gasbehältnisses. Die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung sind dabei so zur Ein-/Auskopplungseinrichtung angeordnet, dass die im Gasbehältnis reflektierte Strahlung von der Detektionseinrichtung aufgenommen wird.

Beschreibung

Anordnung zur Bestimmung der Gastemperatur eines Gases sowie
Verwendung der Anordnung zur Bestimmung der Gastemperatur
5 eines Gases

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bestimmung der
Gastemperatur eines Gases gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs
1 sowie eine Verwendung der Anordnung zur Bestimmung der
10 Gastemperatur eines Gases.

In Anlagen wie Gasturbinen oder Flugzeugstrahltriebwerken
stellt sich das Problem, die Temperatur eines Gases zu
bestimmen. Dazu sind verschiedene Methoden bekannt.
15 Beispielsweise kann man versuchen, die Gastemperatur mittels
eines sog. Pyrometers zu messen. Ein Pyrometer detektiert
Wärmestrahlung und kann daher eine Aussage über die
Temperatur in der Umgebung machen. Allerdings führt die unter
Normalbedingungen geringe Dichte von Gasen dazu, dass ein
20 Pyrometer im Wesentlichen die Wärmestrahlung von festen
Objekten, beispielsweise einer gegenüber liegenden Wandung
aufnimmt und daher hauptsächlich eine Aussage über die
Temperatur dieser Wandung zulässt, nicht aber über die
Temperatur des zu vermessenden Gases.

25 Eine weitere bekannte Methode, die Gastemperatur zu messen,
ist die Verwendung von Thermoelementen. Diese haben den
Nachteil, dass sich die Gastemperatur nur punktuell
feststellen lässt, an den Orten, wo Thermoelemente angebracht
30 sind. Ferner haben Thermoelemente den Nachteil, dass durch
die geringe Wärmekapazität von Gasen und die notwendige
mechanische Aufhängung eines Thermoelements ein Messfehler
durch Wärmeleitung über die Aufhängung entsteht. Ein dritter
Nachteil von Thermoelementen besteht darin, dass sie in
35 direktem Kontakt mit dem zu vermessenden Gas stehen müssen
und daher unter extremen Bedingungen wie z.B. einem korrosiv
wirkenden Gas oder hoher Temperatur relativ schnell zerstört

werden und somit für eine kontinuierliche Messung schlecht geeignet sind.

Besser geeignet als Pyrometer oder Thermoelemente ist daher
5 die bekannte Möglichkeit, die Gastemperatur mittels
Absorptionsspektroskopie zu bestimmen. Dabei wird
elektromagnetische Strahlung, in vielen Fällen im nahen
Infrarot-Bereich, durch das Gas geleitet. Beim Durchtritt
durch das Gas wird ein Teil der Strahlung vom Gas absorbiert
10 und die an einem Empfänger ankommende Strahlungsintensität
ist dadurch vermindert.

Dabei findet eine starke Absorption in der Regel bei sog.
Absorptionslinien, d.h. in schmalen Wellenlängenbereichen,
15 statt. Diese Absorptionslinien treten in großer Zahl auf. Die
Stärke der Absorption bei den einzelnen Linien ist dabei
primär abhängig von der Art des Gases, seiner Konzentration
und von der Wellenlänge der Strahlung. Weiterhin ist die
Absorption auch abhängig von der Temperatur des Gases.
20 Zusätzlich ist die Veränderung der Absorption bei einer
Veränderung der Temperatur, d.h. der Temperaturgang, abhängig
von der betrachteten Wellenlänge, d.h. das Verhältnis der
Absorption bei zwei verschiedenen Linien kann sich mit der
Temperatur verändern.

25 Daher reicht es für die Temperaturmessung, die Absorption
zweier beliebiger Linien mit unterschiedlichem Temperaturgang
zu messen, und das temperaturabhängige Verhältnis als Maß für
die Temperatur zu benutzen.

30 Bevorzugt werden zur Erzeugung der elektromagnetischen
Strahlung durchstimmbare Laserdioden verwendet.
Durchstimmbare Laserdioden sind solche Laserdioden, bei denen
die Wellenlänge der emittierten Strahlung verändert
35 (durchgestimmt) werden kann. Eine Veränderung wird dabei in
der Regel durch eine Änderung der Temperatur oder des
Betriebsstromes der Laserdiode oder einer Kombination dieser
beiden Parameter herbeigeführt. Da der Durchstimmbereich der

Laserdioden generell beschränkt ist, benötigt man im Falle der Temperaturmessung mit Laserdioden meist zwei Laser, um die optimalen Absorptionslinien für die Messung verwenden zu können. In günstigen Fällen, wie z.B. dem Absorptionsspektrum von Wasser, ist die Messung auch mit einer Laserdiode
5 möglich.

Als Messverfahren zur Aufnahme der Absorptionsspektren stehen die bekannten Verfahren der Spektroskopie mit Laserdioden zur
10 Verfügung. Bevorzugt ist allerdings die Derivativspektroskopie (engl. Wavelength Modulation Spectroscopy, WMS). Bei diesem Verfahren wird eine Laserdiode periodisch durchgestimmt, d.h. die Emissionswellenlänge wird über ein bestimmtes Intervall periodisch moduliert. Zusätzlich wird
15 dem Laserstrom eine i. A. sinusförmige Kleinsignalmodulation überlagert. Der Empfängerstrom am Detektor nach der Absorptionsmessstrecke wird in eine Spannung gewandelt, verstärkt und schmalbandig, phasensensitiv bei der Frequenz der Kleinsignalmodulation ($1f$) und der doppelten Frequenz
20 ($2f$) detektiert. Das resultierende Signal einer Absorptionslinie entspricht näherungsweise der ersten bzw. der zweiten Ableitung der Absorptionskurve. Aus dem $1f$ -Signal gewinnt man ein der Empfangsleistung proportionales Signal. Das $2f$ -Signal ist proportional der Empfangsleistung und der
25 Gaskonzentration. Durch Normierung des $2f$ -Signals mit dem $1f$ -Signal erhält man eine Größe, die nur noch proportional zur Gaskonzentration ist. Dieses Verfahren wird auf beide für die Temperaturmessung vorgesehenen Linien angewandt. Das
Verhältnis der beiden Absorptionen ist proportional zur
30 Gastemperatur, jedoch unabhängig von der aktuellen Gaskonzentration. Dies gilt, solange die Absorption als linear in der Konzentration angesehen werden kann. Bei stärkerer Absorption ist die Nichtlinearität der Absorption durch das Lambert-Beer-Gesetz zu berücksichtigen.

35

Ein Nachteil der Absorptionsspektroskopie ist, dass die verwendeten Laserdioden und Detektoren empfindlich sind und nicht hohen Temperaturen oder korrosiven Umgebungen

ausgesetzt sein dürfen. Dieser Nachteil wird gewöhnlich dadurch umgangen, dass sowohl die Laserdioden als auch die Detektoren außerhalb eines Gasbehältnisses angebracht werden und der Weg der elektromagnetischen Strahlung durch Fenster
5 in der Wandung des Gasbehältnisses führt. Dabei wird für den Ein- und Austritt der Strahlung jeweils ein entsprechend ausgestaltetes Fenster in der Wandung vorgesehen.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich, wenn sich im Gasbehältnis
10 Objekte befinden, die den Lichtweg blockieren, wie z.B. eine Gasturbine. In diesem Fall wird die Möglichkeit, Temperaturen zu messen, durch die Blockade von Lichtwegen durch das Gasbehältnis eingeschränkt.

15 Aus dieser Vorgehensweise ergibt sich jedoch ein weiterer Nachteil. Ist das Gas korrosiv oder herrschen im Gasbehältnis hoher Druck oder hohe Temperaturen oder beides, so ist der Einbau dieser Fenster problematisch.

20 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, eine Verbesserung der Temperaturmessung mit Absorptionsspektroskopie anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung gemäß Anspruch 1
25 gelöst. Dabei wird die Gastemperatur eines Gases in einem Gasbehältnis bestimmt, wobei wenigstens eine Strahlungsquelle zur Emission von Strahlung zum Einsatz kommt und wenigstens eine Detektionseinrichtung zur Aufnahme der Strahlung. Die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung sind außerhalb
30 des Gasbehältnisses angeordnet. Des Weiteren kommt eine Auswertevorrichtung zur Ermittlung der Gastemperatur aus der von der Detektionseinrichtung aufgenommenen Strahlung zum Einsatz. Ferner besteht wenigstens eine bidirektionale Ein-/Auskopplungseinrichtung in der Wandung des Gasbehältnisses.
35 Die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung sind dabei so zur Ein-/Auskopplungseinrichtung angeordnet, dass die im Gasbehältnis reflektierte Strahlung von der Detektionseinrichtung aufgenommen wird.

- Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, dass die Anzahl der nötigen Ein-/Auskopplungseinrichtungen reduziert wird. Beispielsweise muss für eine Strahlungsquelle und für
5 eine Detektionseinrichtung nur mehr eine Ein-/Auskopplungseinrichtung vorgesehen werden. Dies wiederum hat den Vorteil, dass die Bereitstellung der Anordnung üblicherweise kostengünstiger und einfacher wird.
- 10 Weiterhin ergibt sich der Vorteil, dass bestimmte Eigenschaften des Gasbehältnisses, beispielsweise die Verwindungssteifigkeit oder die Temperaturfestigkeit weniger negativ beeinflusst werden. Daraus ergibt sich der besondere Vorteil, dass bei heißen oder korrosiven Gasen oder bei hohen Drücken
15 die Bereitstellung der Anordnung deutlich vereinfacht wird durch die Verminderung der Anzahl der Ein-/Auskopplungseinrichtungen. Auch die Sicherheit des Aufbaus wird dadurch verbessert.
- 20 Das im Gasbehältnis vorhandene Gas kann ein einzelnes Gas, bspw. Sauerstoff sein, aber auch ein Gemisch aus mehreren Gassorten verschiedener Konzentrationen bzw. Partialdrücke, bspw. Kohlendioxid, Sauerstoff und gasförmiges Wasser.
- 25 Das Gasbehältnis kann dabei verschiedengestaltig sein, beispielsweise die Umhüllung einer Gasturbine oder ein Gasführendes Rohr. Es ist nicht notwendig, dass das Gasbehältnis geschlossen ist, beispielsweise kommt als Gasbehältnis auch die Umhüllung eines Strahltriebwerks eines Flugzeugs in
30 Frage.
- Als Strahlungsquelle kommen alle Strahlung emittierenden Geräte in Frage, beispielsweise Laserdioden, Licht emittierende Dioden aber auch Lampen, wie Glühlampen oder
35 Quecksilberdampflampen. Andere mögliche Strahlungsquellen sind einmodige sog. VCSELs (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser) und optisch parametrische Oszillatoren.

Die von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung muss dabei
zumindest teilweise in einen Bereich fallen, der von einem
Teil des zu vermessenden Gases im Gasbehältnis absorbiert
wird. Dies ist in der Regel Strahlung im Bereich von
5 Mikrowellen bis Ultraviolett.

Die Detektionseinrichtung wiederum muss in der Lage sein,
eine Intensitätsveränderung der Strahlung durch das Gas in
eine andere Form umzusetzen, beispielsweise in ein
10 elektrisches Signal. Die Detektionseinrichtung kann
beispielsweise ein Halbleiterdetektor sein, z.B. eine
Photodiode oder ein Photowiderstand. Auch ein
pyroelektrischer Detektor oder ein Thermopile-Detektor sind
mögliche Detektionseinrichtungen. Ein Beispiel für einen
15 Detektor ist ein sog. MCT-Detektor, d.h. ein Quecksilber-
Kadmium-Tellurid-Photowiderstand. Als Diode kann bspw. eine
InGaAs-Diode zum Einsatz kommen.

Die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung müssen
20 außerhalb des Gasbehältnisses angeordnet sein. Ist das
Gasbehältnis nicht geschlossen, wie z.B. bei der Umhüllung
eines Strahltriebwerks eines Flugzeugs, so bedeutet dies
lediglich, dass die Strahlungsquelle und die
Detektionseinrichtung vor den Einflüssen des Gases, wie z.B.
25 der hohen Temperatur oder der korrosiven Wirkung des Gases
geschützt sein müssen. Im Fall des Strahltriebwerks müssen
sie an der Seite des Triebwerkskörpers, also außerhalb des
austretenden Gasstromes liegen.

30 Die Auswertevorrichtung zur Bestimmung der Gastemperatur des
Gases aus der von der Detektionseinrichtung aufgenommenen
Strahlung kann beispielsweise ein Computer sein mit einer
Software oder eine dedizierte elektronische Einheit mit einem
Mikroprozessor. Die Auswertevorrichtung ist dabei so
35 ausgestaltet, dass mittels eines bekannten Auswerteverfahrens
aus den aufgenommenen Strahlungsintensitäten die
Gastemperatur bestimmt wird.

Die bidirektionale Ein-/Auskopplungseinrichtung in einer Wandung des Gasbehältnisses kann beispielsweise ein Fenster sein. Sie muss für die von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung zumindest teilweise durchlässig sein, und zwar
5 sowohl in das Gasbehältnis hinein, wie auch aus dem Gasbehältnis heraus.

Die von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung wird im Gasbehältnis wenigstens einmal reflektiert. Die Reflexion
10 kann dabei an einer beliebigen inneren Fläche des Gasbehältnisses stattfinden. Beispielsweise kann die Reflexion bei einer Gasturbine an einem Teil der Achse der Turbine stattfinden. Ein anderes Beispiel ist die Reflexion an einer Stelle der Innenwandung des Gasbehältnisses.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ergibt sich dadurch, dass eine innere Fläche des Gasbehältnisses zumindest teilweise wenigstens geringe Reflexionseigenschaften aufweist.

20 Das kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass eine Lackierung an einer bestimmten inneren Fläche ausgespart wird, um die Reflexivität des darunter liegenden Metalls auszunutzen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die
25 innere Fläche des Gasbehältnisses derart auszugestalten, dass eine anderweitig auftretende Verschmutzung langfristig verhindert wird, beispielsweise durch eine Heizung, die eine Verrußung verhindert.

30 Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass die reflektierte Strahlungsintensität erhöht wird und dadurch die Signalqualität verbessert wird und die Genauigkeit der Temperaturmessung verbessert wird.

35 Alternativ kann die innere Fläche lediglich diffus reflektieren. Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass keine Sonderbehandlung der inneren Fläche nötig ist und auch in Umgebungen mit hohen Anforderungen, bspw. Gasturbinen mit

hohen Drücken und/oder Temperaturen die dort notwendigen Oberflächen, z.B. keramische Beschichtungen, unabhängig von ihren Reflexionsfähigkeiten verwendet werden können.

5 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass die innere Fläche verspiegelt ist oder als Retroreflektor, d.h. als ein Reflektor, der Licht in die Richtung zurückwirft, aus der es einfällt, ausgestaltet ist. Die Verspiegelung kann beispielsweise durch
10 eine Polierung der inneren Fläche geschehen oder durch eine entsprechende Lackierung.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass durch die deutliche Erhöhung der Reflexion die Signalqualität und dadurch die
15 Genauigkeit der Temperaturmessung deutlich verbessert werden.

Bevorzugt liegt die innere Fläche auf der Innenseite einer Wandung des Gasbehältnisses. Alternativ kann die innere Fläche auch auf einer anderen Fläche im Gasbehältnis liegen.
20 Dies kann beispielsweise die Achse einer im Gasbehältnis befindlichen Gasturbine sein. Das hat zum Vorteil, dass eine Messung der Temperatur des Gases entlang eines radialen Lichtwegs ermöglicht wird. Ein radialer Lichtweg ist hierbei ein Weg vom Rand zur Mitte des Gasbehältnisses, also
25 beispielsweise vom Rand bis zur Achse einer Gasturbine.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ist die Strahlungsquelle derart ausgestaltet, dass die Strahlung monochromatisch ist.
30 Monochromatisch bedeutet hierbei, dass die spektrale Breite der Strahlung wesentlich kleiner ist als die Linienbreite einer Absorptionslinie des absorbierenden Gases. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass als Strahlungsquellen Laserdioden oder durchstimmbare Laserdioden zum Einsatz
35 kommen. Es ist aber auch möglich, Filter in Verbindung mit breitbandig emittierenden Strahlungsquellen einzusetzen.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass die Auswertung durch die geringe Breite der emittierten Strahlung vereinfacht wird.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung kommt als Strahlungsquelle eine Laserdiode zum Einsatz, insbesondere eine durchstimmbare Laserdiode.

10 Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass der Aufbau zur Vermessung der nötigen zwei Absorptionslinien vereinfacht wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der
15 Erfindung ergibt sich dadurch, dass als Strahlungsquelle zwei Laserdioden zum Einsatz kommen.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass auch zwei solche Absorptionslinien vermessen werden können, die mittels einer
20 einzelnen durchstimmbaren Laserdiode nicht vermessen werden können, da ihr spektraler Abstand zu groß ist. Dadurch wiederum ergibt sich der Vorteil, dass möglichst geeignete Absorptionslinien gewählt werden können und somit die Genauigkeit der Gastemperaturmessung erhöht wird.

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ist die Auswerteeinrichtung derart ausgestaltet, dass die Gastemperatur mittels der bekannten Derivativspektroskopie ermittelt wird. Hieraus
30 ergibt sich der Vorteil, dass die Bestimmung der Gastemperatur des Gases vereinfacht wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ergibt sich dadurch, dass außerhalb des
35 Gasbehältnisses Einrichtungen zur Leitung von Strahlung, insbesondere Lichtwellenleiter angeordnet sind, zur Leitung der Strahlung von der Ein-/Auskopplungseinrichtung zur

Detektionseinrichtung und/oder von der Strahlungsquelle zur Ein-/Auskopplungseinrichtung.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass der Aufbau der Anordnung, insbesondere die Anordnung der Strahlungsquelle und der Detektionseinrichtung flexibilisiert werden.

Vorteil der Verwendung von Lichtwellenleitern ist weiterhin, dass eine Absorption außerhalb des Gasbehältnisses durch dort vorhandene Gase ausgeschlossen ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass eine Mehrzahl von Strahlungsquellen und Detektionseinrichtungen verwendet werden.

Hierzu ist es notwendig, dass mehrere Paare von Strahlungsquellen und Detektionseinrichtungen verwendet werden, beispielsweise vier Strahlungsquellen und vier Detektionseinrichtungen. Es ist aber auch möglich, dass eine Detektionseinrichtung die Strahlung mehrerer Strahlungsquellen aufnimmt, beispielsweise eine Detektionseinrichtung für zwei Strahlungsquellen.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass die Gastemperatur des Gases an mehreren Stellen innerhalb des Gasbehälters gemessen werden kann und somit ein genaueres Temperaturprofil ermittelt werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ergibt sich dadurch, dass genau eine Strahlungsquelle und genau eine Detektionseinrichtung sowie eine Mehrzahl von Ein-/Auskopplungseinrichtungen und Lichtwellenleitern zur Leitung der Strahlung zwischen der Strahlungsquelle und der Detektionseinrichtung und Ein-/Auskopplungseinrichtung verwendet werden.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass mit nur einer Strahlungsquelle und nur einer Detektionseinrichtung die Gastemperatur an mehreren Stellen im Gasbehältnis vermessen werden kann.

5

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung sind die Strahlungsquelle und die Detektionseinrichtung in einem rotierenden Element angeordnet, wobei das Gasbehältnis das Element wenigstens teilweise umschließt. Das rotierende Element kann beispielsweise die Nabe einer rotierenden Gasturbine sein.

Aus der Anordnung von Strahlungsquelle und Detektionseinrichtung in dem rotierenden Element ergibt sich der Vorteil, dass die Temperatur an vielen Stellen innerhalb des Gasbehältnisses gemessen werden kann, indem zu verschiedenen Zeiten gemessen wird und dass dies mit nur einer Strahlungsquelle und nur einer Detektionseinrichtung erfolgen kann.

20

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Anzahl der Punkte, an denen die Temperatur des Gasbehältnisses gemessen wird, dadurch variiert werden kann, dass der Zeitabstand zwischen einzelnen Messungen verändert wird, mit der bestehenden Anordnung.

25

Bevorzugt kann die Auswerteeinrichtung so ausgestaltet sein, dass auch die Konzentration von einer, mehreren oder allen Komponenten des Gases bestimmt wird. Zusätzlich zur Temperatur steht somit vorteilhaft auch eine Information über die Zusammensetzung des Gases zur Verfügung.

30

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand von einem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dabei zeigen

35

Figur 1 eine Anordnung mit einer Strahlungsquelle einer Detektionseinrichtung und einem Fenster,

Figur 2 eine Anordnung mit einer Strahlungsquelle einer Detektionseinrichtung mit vier Fenstern und Lichtwellenleitern,

Figur 3 eine Anordnung mit einer Strahlungsquelle und einer Detektionseinrichtung in einem rotierenden Element.

In Figur 1 ist der Querschnitt eines Gas führenden Rohres R dargestellt. Außerhalb des Rohres befindet sich als Strahlungsquelle S eine Laserdiode, die Laserstrahlung L in Richtung des Rohres R emittiert.

Die emittierte Strahlung L tritt durch ein Fenster F in einer Wandung des Rohres R in das Gas führende Rohr R hinein, wird dort an der Innenseite der Wandung reflektiert, tritt wiederum durch das Fenster F hinaus und trifft auf einen Halbleiterdetektor E.

In diesem Ausführungsbeispiel enthält das im Rohr R geführte Gas Sauerstoff. Daher kann zur Bestimmung der Gastemperatur die Absorption von Sauerstoff verwendet werden. Daher wiederum reicht in diesem Fall eine einzelne durchstimmbare Laserdiode als Lichtquelle. Die durch die Laserdiode S emittierte Strahlung L muss Licht im Wellenlängenbereich von ca. 762 nm sein. Da Licht mit Strahlung von 762 nm Wellenlänge fernrotes Licht ist, reicht als Fenster F ein normales Glasfenster. In einer alternativen Ausführungsform, wobei das Gas sehr heiß ist oder unter hohem Druck steht, muss ein anderer Fenstertyp zum Einsatz kommen, beispielsweise ein dickes Quarzfenster. Die Strahlung L wird an der dem Fenster F gegenüber liegenden Innenwandung des Rohres R reflektiert. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Innenwandung des Rohres R dazu nicht besonders präpariert. Vielmehr reicht die diffuse Reflexion der Metallwandung. In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Wandung zumindest an der Stelle, die der Reflexion dient, speziell poliert, um eine spiegelnde Reflexion zu erzielen. In einer weiteren alternativen Ausführungsvariante ist an der

entsprechenden Stelle ein Reflektor angebracht, um besonders gute Reflexion zu erzielen.

Die Laserdiode S wird nun abwechselnd auf die Wellenlänge
5 zweier Absorptionspeaks des Sauerstoffs eingestellt. Der Halbleiterdetektor E nimmt jeweils die Intensität des Lichtes L nach Durchtritt durch das Gas auf und bestimmt somit die Stärke der Absorption. Aus dem Verhältnis der Absorption bei
10 beiden Wellenlängen wird daraus unter Zuhilfenahme einer Kennlinie die Temperatur des Gases im Rohr R bestimmt. Dabei entspricht die so bestimmte Temperatur einer durchschnittlichen Temperatur entlang des Lichtwegs durch das Gas.

15 In einer alternativen Ausführungsform ist es möglich, dass die Gastemperatur des Gases im Rohr R stark inhomogen ist. Dies kann z.B. auftreten, wenn die Flamme in einer der Brennkammern ausfällt. Um hier eine bessere Aussage über die Temperatur des Gases zu erhalten, wird ein weiteres Paar aus
20 Strahlungsquelle, also Laserdiode, und Strahlungsdetektor zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 hinzugefügt. Dabei ist die Anordnung von der zweiten Strahlungsquelle, dem zweiten Detektor und dem dazugehörigen zweiten Fenster in der Wandung des Rohres um 90° zur ersten Gruppe dieser Elemente versetzt.
25 Dadurch gibt es zwei Strahlwege für die Strahlung durch das Rohr, die jeweils um 90° zueinander versetzt sind, und man erhält ein genaueres Temperaturprofil durch zwei Temperaturdurchschnittswerte.

30 Weitere Vorteile der Erfindung sind aus der Anordnung gemäß Figur 2 zu erkennen, bei der wiederum eine Strahlungsquelle S, bestehend aus zwei Laserdioden, zum Einsatz kommt. Weiterhin kommt ein Detektor E zum Einsatz, und in diesem Fall vier Fenster F in der Wandung des Gasbehältnisses R. Das
35 Gasbehältnis R ist in diesem Fall ein Rohr R mit einer zentral im Rohr R angebrachten Gasturbine. Die vier Fenster F sind wiederum in der Wandung des Rohres in 90° Abstand um die Gasturbine herum angebracht, so dass Strahlung L, die

senkrecht durch ein Fenster F fällt, auf die Achse A der Gasturbine trifft. In diesem Ausführungsbeispiel führen vier Lichtwellenleiter LWL von der Lichtquelle zu den vier Fenstern F und vier weitere Lichtwellenleiter LWL zurück von den vier Fenstern F zum Detektor. Dadurch ist die Anordnung von Lichtquelle S und Detektor E gegenüber dem Rohr nahezu beliebig. Durch eine sequentielle Auswahl der vier Lichtwellenleiter LWL für die Strahlungsquelle und der vier Lichtwellenleiter LWL für den Detektor wird das Licht nacheinander durch die vier Fenster F geleitet und jeweils an der Achse A der Gasturbine reflektiert und aus dem Fenster F wieder zurück an den Detektor E geleitet. Die Achse A der Gasturbine wiederum ist in diesem Fall mit Retroreflektoren ausgestattet, um eine gute Reflexion zu erreichen. In diesem Ausführungsbeispiel kann also die Temperatur entlang von vier Lichtwegen, die um 90° versetzt sind, zwischen Fenster F und Achse A der Gasturbine sequentiell bestimmt werden. Durch die Verwendung der Lichtwellenleiter LWL fällt eine Störung durch außerhalb des Gasrohres vorhandene Gase weg.

In einer alternativen Ausführungsmöglichkeit kann auch bei der Gasturbine nur ein einzelnes Fenster verwendet werden, zusammen mit einer Strahlungsquelle und einem Detektor. Hierbei wird wie im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 die Gastemperatur entlang eines radialen Lichtwegs vom Rand des Gasbehältnisses zur Achse der Gasturbine hin gemessen. Wie in den anderen Ausführungsbeispielen entspricht die gemessene Temperatur einer mittleren Temperatur entlang des Wegs, den die Strahlung durchläuft.

In einer weiteren alternativen Ausführungsmöglichkeit werden zwei Fenster zusammen mit einer Strahlungsquelle und einem Detektor verwendet. Die Strahlung tritt dabei durch eines der Fenster ein und nach der Reflexion an der Achse der Gasturbine durch das andere Fenster wieder heraus.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 zeigt wiederum ein Gas führendes Rohr R. In der Mitte des Rohres befindet

sich eine rotierende Fortsetzung A der Achse einer Gasturbine. Innerhalb dieser Fortsetzung A befinden sich in diesem Ausführungsbeispiel die Strahlungsquelle S und der Detektor E. In einer Wandung dieser Fortsetzung A befindet sich in diesem Fall das Fenster F, das den Durchtritt der Strahlung L in das Gasrohr R erlaubt.

Durch die Rotation der Achsfortsetzung A der Gasturbine, in der sich die Strahlungsquelle S und der Detektor E befinden, überstreicht der Lichtweg der Strahlung L im Laufe einer Umdrehung der Fortsetzung A den gesamten Rohrquerschnitt. In diesem Fall lässt sich also durch sequentielle Auslesung mit bestimmten zeitlichen Abständen eine sehr genaue Temperaturinformation innerhalb des Rohres R gewinnen.

In diesem Ausführungsbeispiel wird der zeitliche Abstand der Messungen so gewählt, dass ein Temperaturwert für alle 10 Winkelgrad bestimmt wird. Es ist aber auch jeder andere Wert für den Abstand der Messungen möglich, oder aber eine variable Einstellung des Abstands. Beispielsweise könnte anhand vorheriger Messergebnisse entschieden werden, einen bestimmten Winkelbereich genauer auszumessen als andere Winkelbereiche.

In einer alternativen Ausführungsform kann der zeitliche Abstand aber auch fix gewählt werden, so dass der Winkelabstand der einzelnen Messpunkte von der Rotationsgeschwindigkeit der Gasturbine abhängt.

Das Messverfahren kann bei hohen Drücken und/oder Temperaturen zum Einsatz kommen. Insbesondere bei der Verwendung bei Gasturbinen wie in den Beispielen gemäß der Figuren 2 und 3 können Drücke >10bar und Gastemperaturen >1000°C auftreten.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Bestimmung der Gastemperatur eines Gases in einem Gasbehältnis (R) mit wenigstens einer Strahlungsquelle (S) zur Emission von Strahlung (L), wenigstens einer Detektionseinrichtung (E) zur Aufnahme der Strahlung (L), wobei die Strahlungsquelle (S) und die Detektionseinrichtung (E) außerhalb des Gasbehältnisses (R) angeordnet sind, weiterhin mit einer Auswertevorrichtung zur Ermittlung der Gastemperatur aus der von der Detektionseinrichtung (E) aufgenommenen Strahlung (L), dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine bidirektionale Ein-/Auskopplungseinrichtung (F) in einer Wandung des Gasbehältnisses (R) integriert ist und die Strahlungsquelle (S) und die Detektionseinrichtung (E) so zur Ein-/Auskopplungseinrichtung (F) angeordnet sind, dass die im Gasbehältnis (R) reflektierte Strahlung (L) von der Detektionseinrichtung (E) aufgenommen wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine innere Fläche des Gasbehältnisses (R) zumindest teilweise wenigstens geringe Reflexionseigenschaften aufweist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Fläche diffus reflektiert.

4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Fläche verspiegelt ist oder als Retroreflektor ausgestaltet ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Fläche auf der Wandung des Gasbehältnisses (R) liegt.

6. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Fläche auf der Achse einer im Gasbehältnis (R) angeordneten Gasturbine liegt.

7. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (S) derart ausgestaltet ist, dass die Strahlung (L) monochromatisch ist.

5 8. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Strahlungsquelle (S) eine Laserdiode, insbesondere eine durchstimmbare Laserdiode zum Einsatz kommt.

10 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Strahlungsquelle (S) zwei Laserdioden zum Einsatz kommen.

15 10. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung derart ausgestaltet ist, dass die Gastemperatur mittels Derivativspektroskopie bestimmt wird.

20 11. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass außerhalb des Gasbehältnisses (R) Einrichtungen zur Leitung von Strahlung (L), insbesondere Lichtwellenleiter (LWL) angeordnet sind zur Leitung der Strahlung (L) von der Ein-/Auskopplungseinrichtung (F) zur Detektionseinrichtung (E) und/oder von der Strahlungsquelle
25 (S) zur Ein-/Auskopplungseinrichtung (F).

30 12. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von Strahlungsquellen (S) und Detektionseinrichtungen (E).

35 13. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch genau eine Strahlungsquelle (S) und genau eine Detektionseinrichtung (E) sowie eine Mehrzahl von Ein-/Auskopplungseinrichtungen (F) und Lichtwellenleiter (LWL) zur Leitung der Strahlung (L) zwischen Strahlungsquelle (S), Detektionseinrichtung (E) und Ein-/Auskopplungseinrichtung (F).

14. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (S) und die Detektionseinrichtung (E) in einem rotierenden Element angeordnet sind, wobei das Gasbehältnis (R) das Element
5 wenigstens teilweise umschließt.

15. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertevorrichtung derart ausgestaltet ist, dass zusätzlich zur Gastemperatur auch die
10 Konzentration wenigstens einer Komponente des Gases ermittelt wird.

16. Verwendung der Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche in einer Gasturbinenanlage.
15

FIG 1

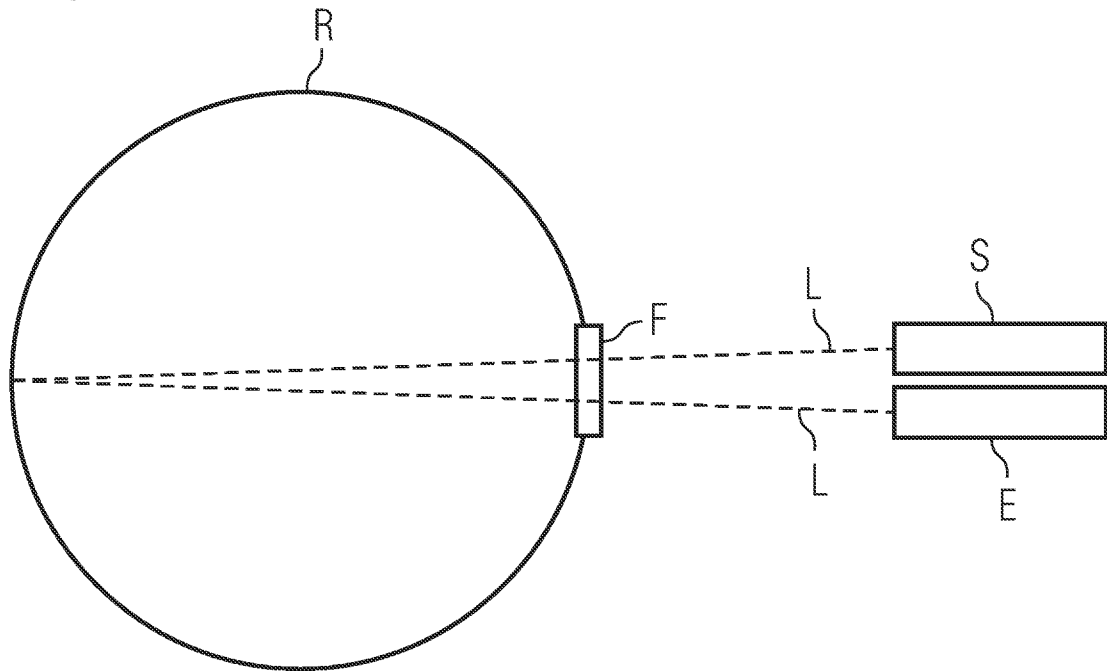


FIG 2

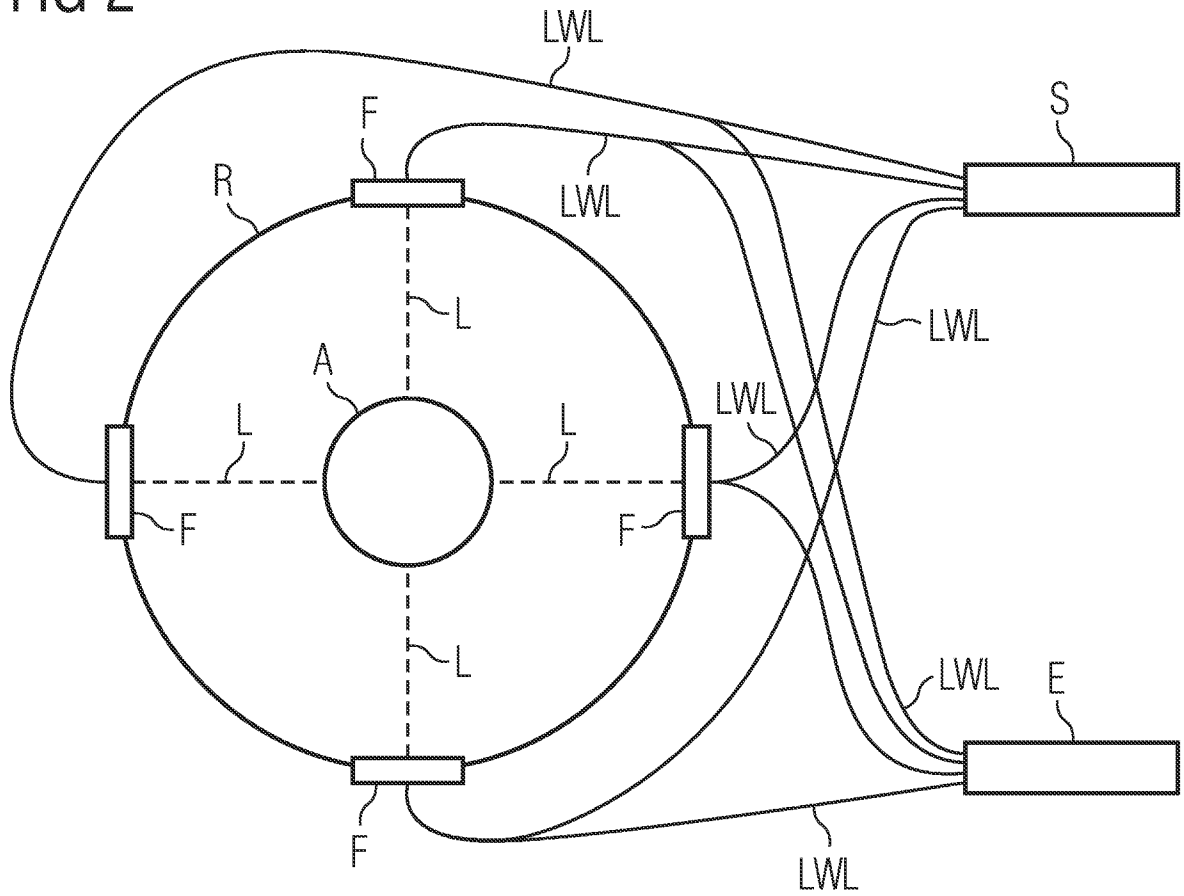
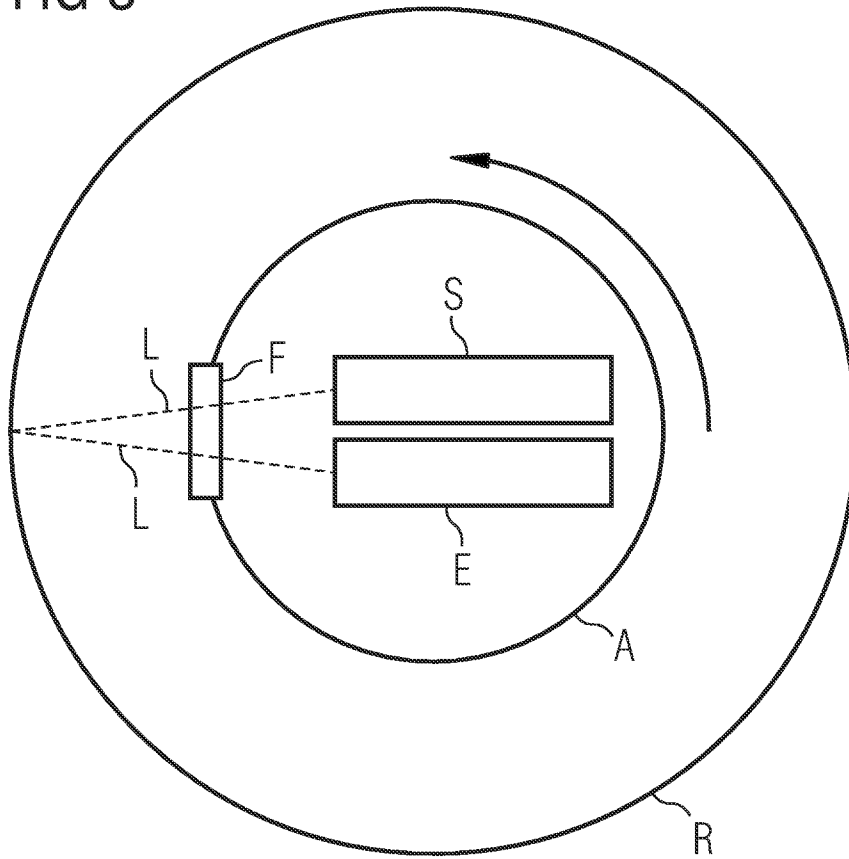


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/064975

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01J5/58 G01N21/35 | | |
|---|--|---|
| 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 G01J F02C | | |
| 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 practical, search terms used) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 5 572 031 A (COOPER DAVID E [US] ET AL) 5 November 1996 (1996-11-05) column 7, line 28 - column 8, line 23 figure 13 | 1-16 |
| A | EP 0 922 908 A (FINMECCANICA SPA [IT]) 16 June 1999 (1999-06-16) column 1, lines 3-13 column 4, lines 28-49 column 5, lines 7-14 | 1-16 |
| A | WO 02/095376 A2 (ESYTEC EN UND SYSTEMTECHNIK GM [DE]; LEIPERTZ ALFRED [DE]) 28 November 2002 (2002-11-28) page 7, line 10 - page 8, line 32 | 1, 2, 5, 7-9, 11, 12, 15 |
| | -/-- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 12 December 2006 | | Date of mailing of the international search report 20/12/2006 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer de Bakker, Michiel |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/064975

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 5 241 367 A (GROB FERDINAND [DE] ET AL) 31 August 1993 (1993-08-31) the whole document ----- | 1,4,11 |
| A | MARK G ALLEN ET AL: "REVIEW ARTICLE" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP, BRISTOL, GB, vol. 9, no. 4, 1 April 1998 (1998-04-01), pages 545-562, XP020064485 ISSN: 0957-0233 paragraphs [03.2], [0004], [05.1], [05.2]; figures 2,5 ----- | 1,7,8, 10-13 |
| A | DE 199 44 006 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 22 March 2001 (2001-03-22) abstract; figures ----- | 1,16 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/064975

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---|
| US 5572031 | A | 05-11-1996 | NONE |
| EP 0922908 | A | 16-06-1999 | NONE |
| WO 02095376 | A2 | 28-11-2002 | DE 10124235 A1 05-12-2002 EP 1397673 A2 17-03-2004 US 2004237505 A1 02-12-2004 US 2006256330 A1 16-11-2006 |
| US 5241367 | A | 31-08-1993 | DE 4003176 A1 08-08-1991 WO 9111702 A1 08-08-1991 EP 0466851 A1 22-01-1992 JP 4505967 T 15-10-1992 |
| DE 19944006 | A1 | 22-03-2001 | NONE |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/064975

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01J5/58 G01N21/35

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N G01J F02C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|----------------------------|
| X | US 5 572 031 A (COOPER DAVID E [US] ET AL) 5. November 1996 (1996-11-05) Spalte 7, Zeile 28 - Spalte 8, Zeile 23 Abbildung 13 | 1-16 |
| A | EP 0 922 908 A (FINMECCANICA SPA [IT]) 16. Juni 1999 (1999-06-16) Spalte 1, Zeilen 3-13 Spalte 4, Zeilen 28-49 Spalte 5, Zeilen 7-14 | 1-16 |
| A | WO 02/095376 A2 (ESYTEC EN UND SYSTEMTECHNIK GM [DE]; LEIPERTZ ALFRED [DE]) 28. November 2002 (2002-11-28) Seite 7, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 32 | 1,2,5, 7-9,11, 12,15 |
| | -/-- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, 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 | <ul style="list-style-type: none"> *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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

| | |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 12. Dezember 2006 | 20/12/2006 |

| | |
|---|---|
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter de Bakker, Michiel |
|---|---|

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 241 367 A (GROB FERDINAND [DE] ET AL) 31. August 1993 (1993-08-31) das ganze Dokument | 1,4,11 |
| A | ----- MARK G ALLEN ET AL: "REVIEW ARTICLE" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP, BRISTOL, GB, Bd. 9, Nr. 4, 1. April 1998 (1998-04-01), Seiten 545-562, XP020064485 ISSN: 0957-0233 Absätze [03.2], [0004], [05.1], [05.2]; Abbildungen 2,5 | 1,7,8, 10-13 |
| A | ----- DE 199 44 006 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 22. März 2001 (2001-03-22) Zusammenfassung; Abbildungen ----- | 1,16 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/064975

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| US 5572031 | A | 05-11-1996 | KEINE |
| EP 0922908 | A | 16-06-1999 | KEINE |
| WO 02095376 | A2 | 28-11-2002 | DE 10124235 A1 05-12-2002 EP 1397673 A2 17-03-2004 US 2004237505 A1 02-12-2004 US 2006256330 A1 16-11-2006 |
| US 5241367 | A | 31-08-1993 | DE 4003176 A1 08-08-1991 WO 9111702 A1 08-08-1991 EP 0466851 A1 22-01-1992 JP 4505967 T 15-10-1992 |
| DE 19944006 | A1 | 22-03-2001 | KEINE |