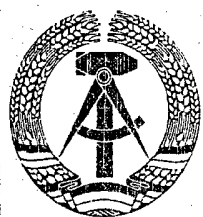


(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1591 06

Int.Cl.³

3(51) G 01 J 5/06

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 J/ 2302 361

(22) 25.05.81

(44) 16.02.83

(71) AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR, BERLIN; DD;

(72) FALK, HEINZ, PROF. DR. SC. DIPL.-PHYS.; DD;

(73) siehe (72)

(74) ADW D. DDR, ZI FUER OPTIK U. SPEKTROSKOPIE, PATENTBUERO, 1199 BERLIN, RUDOWER
CHAUSSEE 5

(54) **OPTISCHE UEBERWACHUNG UND MESSUNG DER TEMPERATUR EINER FLAMME**

(57) Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen darin, durch Ausschluß einer Störstrahlung sicher und schnell das Vorhandensein einer Zündflamme zur Entzündung eines Verbrennungsgemisches sowie die Temperaturmessung an Staubflammen zur Regelung einer optimalen Fahrweise der Flamme in einem abgeschlossenen Raum gewährleisten zu können. Die erfindungsgemäße Anordnung besteht im wesentlichen aus einem selektiven Element, dem ein photoelektrischer Detektor sowie eine Anzeigeeinrichtung nachgeschaltet sind. Zwischen der in dem abgeschlossenen Raum befindlichen Flamme und dem selektiven Element ist ein Lichtübertragungselement angeordnet. Das selektive Element ist ein für eine Atomresonanzlinie einer in der Flamme vorhandenen Verunreinigung durchlässiges Interferenzfilter. Die Ansprechschwelle der Anordnung liegt oberhalb des Störsignals durch die Wandstrahlung und unterhalb des Signals der ohne Staubanteil brennenden Flamme. Das Lichtübertragungselement kann ein von Umgebungseinflüssen geschütztes Lichtleitkabel sein, das bis in die Nähe des Meßortes in den abgeschlossenen Raum geführt ist oder ein außerhalb des abgeschlossenen Raumes angeordnetes Objektiv. Ferner ist ein Regelkreis vorgesehen. Fig. 1

-1-

230236 1

Prof. Dr. sc. Heinz Falk Berlin, 20. 04. 1981

Zustellungsbevollmächtigt:

Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Optik
und Spektroskopie - Patentbüro
1199 Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 5

Optische Überwachung und Messung der Temperatur
einer Flamme

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur optischen Überwachung und Messung der Temperatur von Flammen in einem Temperaturbereich von 1000 bis 3000 K bei gleichzeitiger intensiver Strahlung der erhitzten Wände des Verbrennungsraumes.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist ein Strahlungsdetektor zum Erfassen der Verbrennung in einer Gasturbine bekannt (DE-OS 2522514, G01J 5/06). Der Detektor findet insbesondere bei Gasturbinen von Flugzeugen Verwendung, wo es notwendig ist, ein Warnsignal zu erzeugen oder andere Maßnahmen einzuleiten, wenn die Flamme ausgeht, um eine neue Zündung ohne Verzögerung einleiten zu können. Um den Strahlungsdetektor in weitem Maße unempfindlich gegenüber Strahlung zu machen, die von heißen bzw. glühenden Teilen der Maschine ausgeht, wird dem Sensor des Detektors die Strahlung über ein Filter zugeführt, das mit einem Goldfilm versehen ist, der die Infrarotkomponente der Strahlung in einem größeren Maße vermindert als die zum Sensor gelangende Ultraviolett Komponente.

Die Voraussetzung für das Wirkprinzip dieser Lösung ist, daß das Emissionsvermögen der Flamme im wesentlichen gleich Eins ist. Das ist bei reinen Gasflammen aber nicht der Fall. Daraus folgt eine Einschränkung des Anwendungsbereiches. Überdies handelt es sich um eine teure, kommerziell nicht verfügbare Speziallösung.

Es ist auch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spektrometrischen Messung von Hochtemperaturen in Gasen bekannt (DD-PS 77340, G01 j 5/00). Bei dieser Lösung soll die Temperaturmessung nicht von Verunreinigungen der Untersuchungssubstanz beeinflußt werden und der ermittelte Temperaturwert sofort ablesbar sein. Dazu wird die Gastemperatur von der absoluten Intensität der Resonanzlinien aus bezeichnet. Die

Anzeigen eines Registriergerätes werden in Abhängigkeit von der Temperatur einer bestimmten Musterlichtquelle geeicht, wobei die Temperatur mittels des Registriergerätes mit sofortiger Ablesung der Werte kontinuierlich registriert wird.

Diese Lösung weist den Nachteil auf, daß das angegebene Verfahren nur anwendbar ist, wenn ein Spektralapparat hoher spektraler Auflösung, d. h., ein Auflösungsvermögen $> 10^5$ verwendet wird. Besitzt der Spektralapparat nur mittlere oder geringe Auflösung, so hängt der absolute Wert der gemessenen Intensität nicht allein von der Temperatur der Flamme, sondern auch vom Emissionsvermögen von Verunreinigungen, z.B. Staub, ab, so daß die Temperaturbestimmung fehlerhaft wird. Diese Lösung besitzt außerdem den Nachteil eines hohen Aufwandes.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, sicher und schnell das Vorhandensein einer Zündflamme zur Entzündung eines Verbrennungsgemisches sowie die Temperaturmessung an Staubflammen zur Regelung einer optimalen Fahrweise der Flammen gewährleisten zu können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Einfluß der störenden Wandstrahlung auszuschließen.

Die Aufgabe wird bei einer Anordnung zur optischen Überwachung und Messung der Temperatur einer Flamme

in einem durch Wände, die eine Störstrahlung abstrahlen, abgeschlossenen Raum, wobei die Anordnung im wesentlichen aus einem selektiven Element mit nachgeschaltetem photoelektrischen Detektor und einer Anzeigeeinrichtung besteht und die Temperatur nach dem Planckschen Strahlungsgesetz aus einem Meßsignal gewonnen wird, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen der Flamme und dem selektiven Element ein Lichtübertragungselement angeordnet ist, daß das selektive Element ein für eine Atomresonanzlinie einer in der Flamme vorhandenen Verunreinigung durchlässiges Interferenzfilter ist und daß die Ansprechschwelle der Anordnung oberhalb des Störsignals durch die Wandstrahlung und unterhalb des Signals bei Normalbetrieb der Flamme, d. h. der ohne Staubanteil brennenden Flamme, liegt.

Als Lichtübertragungselement ist ein von Umgebungseinflüssen geschütztes Lichtleitkabel eingesetzt, das bis in die Nähe des Meßortes in den abgeschlossenen Raum geführt ist.

Es ist auch möglich, in eine Wand des abgeschlossenen Raumes ein Sichtfenster einzusetzen und in den durch das Sichtfenster austretenden Lichtstrahl ein Objektiv anzuordnen, das die Flamme auf den photoelektrischen Detektor abbildet.

In beiden Fällen ist es zweckmäßig, daß zur Regelung der Zufuhr eines Oxydanzgases ein Regelkreis vorgesehen ist, wobei die gemessene Temperatur als Eingangsgröße des Regelkreises benutzt wird.

Auf Grund des Planckschen Strahlungsgesetzes gibt es für jede Temperatur eine optimale Wellenlänge, für welche bei einer photoelektrischen Registriervorrichtung für die Temperaturstrahlung der Ausdruck $\frac{dS}{dT}$ maximal ist, wobei S die Signalgröße und T die Tem-

peratur bedeuten. Das ist bei Registrierung eines schmalen Wellenlängenbereiches jeweils dicht oberhalb der der Nachweisgrenze der Vorrichtung entsprechenden Temperatur der Fall. Bei einem Pyrometer mit einem Meßabstand von einigen Metern, einem Objektivdurchmesser von ca. 30 cm und einem Meßfleckdurchmesser von ca. 1 mm verändert sich die Temperatur für einen maximalen Wert von $\frac{dS}{dT}$ von 1200 K bei der Wellenlänge $\lambda = 870$ nm auf 2500 K bei der Wellenlänge $\lambda = 420$ nm.

Visuell durchsichtige Flammen besitzen an Absorptionsstellen der enthaltenen Komponenten Bereiche mit dem Emissionsvermögen 1. Solche Absorptionsstellen befinden sich an den Wellenlängen der Atomresonanzlinien der als Verunreinigung vorhandenen Stoffe, wie z.B. Na- oder Ca-Verbindungen. Da bereits Beimengungen von ppm für die Erzeugung einer praktisch vollständigen Absorption im Bereich der Halbwertbreite der betreffenden Linien bei ca. 10 cm Flammenlänge ausreichen, kann davon ausgegangen werden, daß bei der Wellenlänge der genannten Atomresonanzlinien stets die dem Planckschen Strahlungsgesetz entsprechende Emission des schwarzen Körpers vorliegt. Es ist zu beachten, daß der Bereich der schwarzen Strahlung nur etwa gleich der Halbwertbreite $\Delta\lambda_{1/2}$ der Resonanzlinie ist. Für Natrium beträgt die Halbwertbreite bei der Wellenlänge $\lambda = 589$ nm und der Temperatur 2500 K $\Delta\lambda_{1/2} \approx 7$ pm und für Kalzium bei der Wellenlänge $\lambda = 422$ nm und der Temperatur 2500 K $\Delta\lambda_{1/2} \approx 3,5$ pm. Die Bandbreite eines Interferenzfilters beträgt $\lambda_{1/2} \approx 5$ nm.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine Anordnung nach der Erfindung für den Einsatz in einem Konverter zur Verbrennung von Kohlestaub in schematischer Darstellung

Fig. 2: eine Ausführungsform ohne Lichtleitkabel.

In Fig. 1 ist der Konverter 1 zur Verbrennung von Kohlestaub schematisch dargestellt. In den Konverter ist die Lanze 2 für ein Oxydanzgas eingeführt. In der Lanze für das Oxydanzgas ist das Lichtleitkabel 3 angeordnet und bis in den Verbrennungsraum 4 geschützt geführt, wodurch die Eintrittsfläche des Lichtleitkabels vor Verschmutzung durch Staub oder Schlacke geschützt ist. Die Lanze für das Oxydanzgas und damit die Eintrittsapertur des Lichtleitkabels sind direkt auf die Hauptverbrennungszone 5 gerichtet. Hinter dem aus der Lanze für das Oxydanzgas herausgeführten Lichtleitkabel ist das Interferenzfilter 6 angeordnet. Die Bandbreite des Interferenzfilters beträgt ca. 5 nm. Dem Interferenzfilter sind die Photodiode 7 und die Anzeigeeinrichtung 8 nachgeschaltet.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform ohne die Verwendung eines Lichtleitkabels dargestellt. Das Bezugszeichen 9 bezeichnet eine Flamme als Meßobjekt. In diesem Fall muß in die Konverterwand ein Sichtfenster, nicht dargestellt, eingearbeitet sein. Außerhalb des Konverters ist die Sammellinse 10 mit nachgeschalteter Blende 11 angeordnet. Nachgeordnet sind wieder das Interferenzfilter 6, die Photodiode 7 oder auch

ein Transistor sowie die Anzeigeeinrichtung 8. Der Meßabstand, d. h. der Abstand des Objektivs von der Hauptverbrennungszone, beträgt einige Meter, bei einem Objektivdurchmesser von ca. 30 mm und einem Meßfleckdurchmesser von ca. 1 mm.

Bei beiden Ausführungsformen tritt auf der Atomlinie am Photometer ein Intensitätswert von 10^{-3} auf, verglichen mit dem Intensitätswert eines Kontinuumstrahler bei der gleichen Temperatur. Die Flammentemperatur muß daher soviel höher sein als die Wandtemperatur, daß ein Abstand vom Störsignal der Wandstrahlung von mindestens dem Faktor 10 auftritt, d. h. bei einer Flammentemperatur von $T_{\text{Flamme}} \approx 2500 \text{ K}$ und der Resonanzlinie $\lambda = 422 \text{ nm}$ muß die Bedingung $T_{\text{Wand}} < T_{\text{Flamme}} - 500 \text{ K}$ erfüllt sein. Diese Bedingung ist aber erfüllt, da die Temperatur der Wand aus Materialgründen auf jeden Fall kleiner als 2000 K ist.

Die Ansprechschwelle des Photometers ist dabei auf ca. 1/5 des Signals der normal brennenden Flamme ohne Staubanteil festzulegen.

Zur Temperaturmessung bei Betrieb mit Staub liegt die der Schwarzkörperstrahlung entsprechende Intensität am Photometer vor, d. h. der ca. 10^3 -fache Wert einer Gasflamme. Für die obengenannte Wellenlänge des Photometers ändert sich das Ausgangssignal um den Faktor 20 bei einem Temperaturanstieg von 2500 K auf 2800 K.

Daher kann auf diese Weise die Temperatur praktisch trägheitslos und sehr genau gemessen werden.

Der Regelkreis ist in beiden Ausführungsbeispielen nicht dargestellt. Es ist zweckmäßig, wenn die bei der Staubverbrennung in der Hauptverbrennungszone erfindungsgemäß gemessene Temperatur als Eingangsgröße des Regelkreises benutzt wird. Auf diese Weise kann die Zufuhr des Oxydanzgases derart geregelt werden, daß die Reaktionstemperatur auf dem Wert stabilisiert wird, welcher für den optimalen Betrieb des Konverters

durch Vorversuche ermittelt wurde, um eine maximale Wärmeausbeute bzw. eine vorgegebene Zusammensetzung des austretenden Gasgemisches zu erreichen.

Die erfindungsgemäße Anordnung arbeitet sicher und schnell. Die Hintergrundstrahlung heißer Wände als Störquelle ist ausgeschaltet. Eine weitere intensive Strahlungsquelle ist nicht erforderlich.

Erfindungsanspruch

1. Anordnung zur optischen Überwachung und Messung der Temperatur einer Flamme in einem durch Wände, die eine Störstrahlung abstrahlen, abgeschlossenen Raum, wobei die Temperatur nach dem Planckschen Strahlungsgesetz aus einem Meßsignal gewonnen wird, im wesentlichen bestehend aus einem selektiven Element, dem ein photoelektrischer Detektor sowie eine Anzeigeeinrichtung nachgeschaltet sind, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen der Flamme und dem selektiven Element ein Lichtübertragungselement angeordnet ist, daß das selektive Element ein für eine Atomresonanzlinie einer in der Flamme vorhandenen Verunreinigung durchlässiger Interferenzfilter ist und daß die Ansprechschwelle der Anordnung oberhalb des Störsignals durch die Wandstrahlung und unterhalb des Signals bei Normalbetrieb der Flamme liegt.
2. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Lichtübertragungselement ein von Umgebungseinflüssen geschütztes Lichtleitkabel eingesetzt ist, das bis in die Nähe des Meßortes in den abgeschlossenen Raum geführt ist.
3. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß in dem durch ein Sichtfenster in einer Wand des abgeschlossenen Raumes austretenden Lichtstrahl ein Objektiv angeordnet ist.
4. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß zur Regelung der Zufuhr eines Oxydanzgases ein Regelkreis vorgesehen ist, wobei die gemessene Temperatur als Eingangsgröße des Regelkreises benutzt wird.

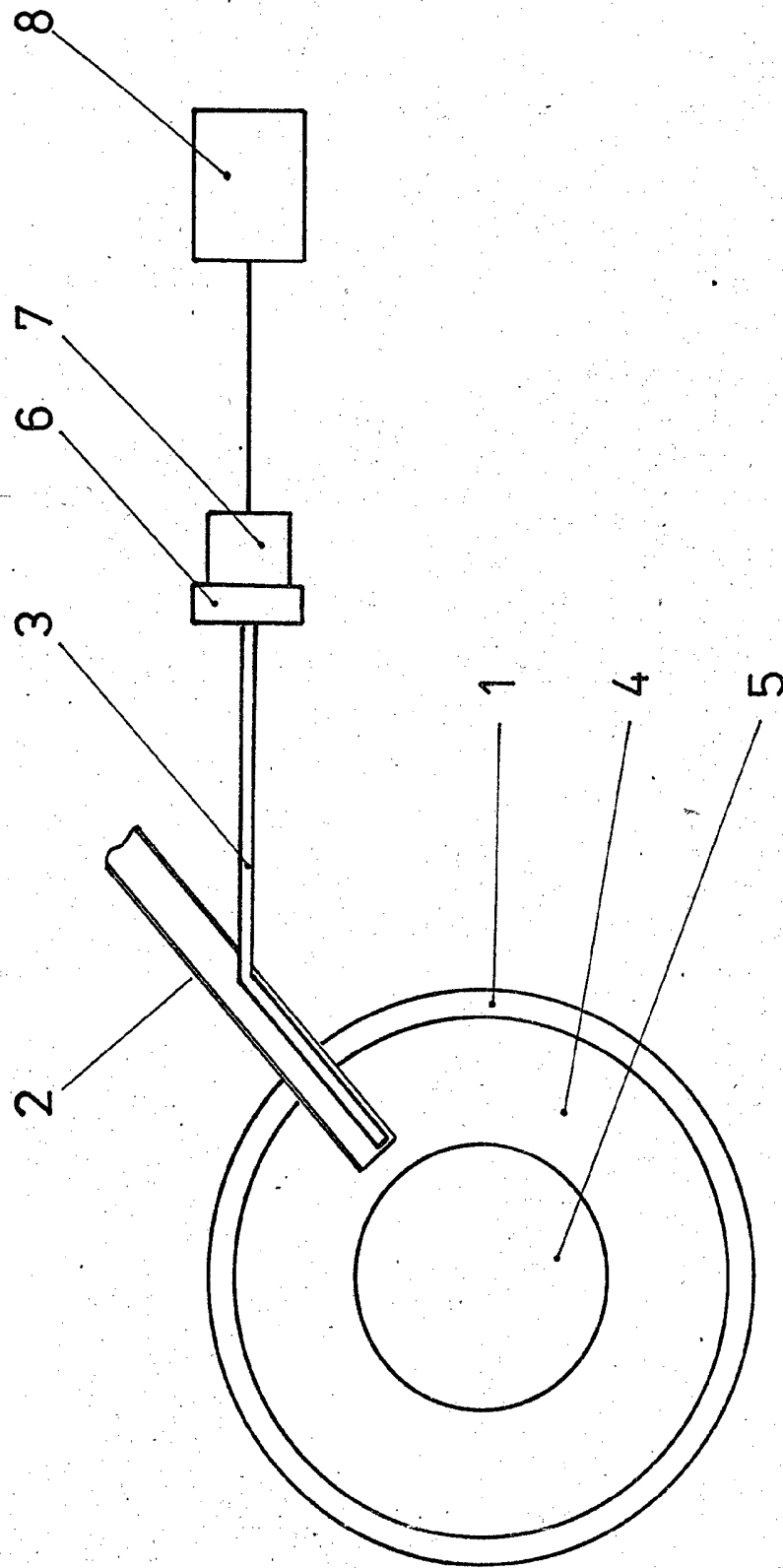


Fig. 1

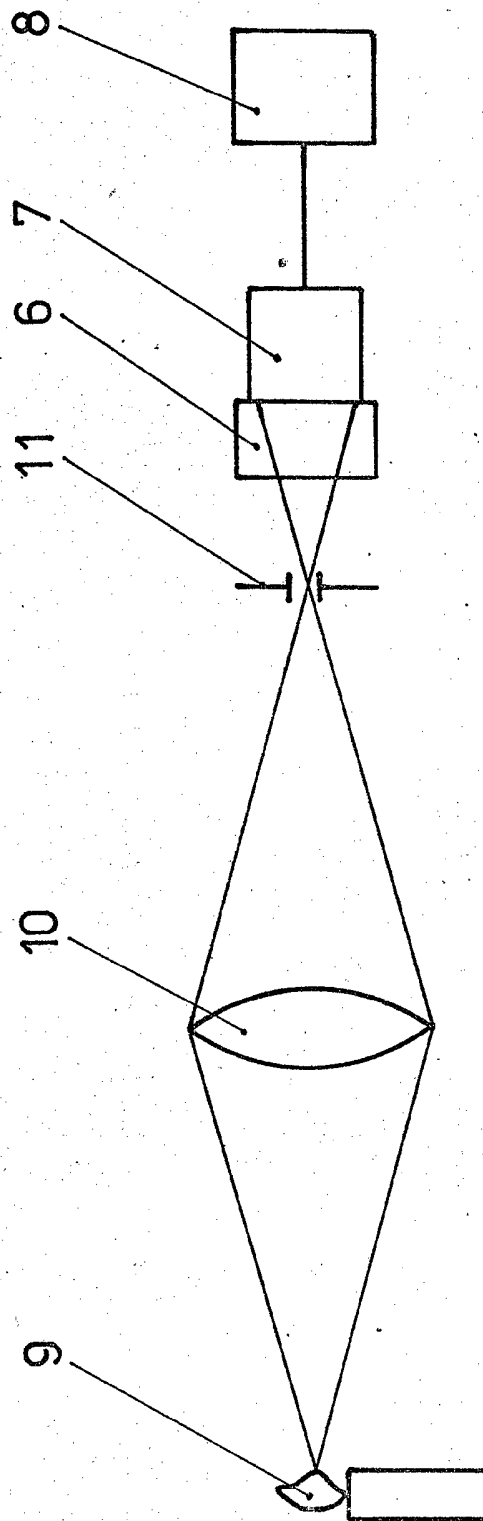


Fig. 2