



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: G 01 N 15/00
G 01 N 21/47
G 08 B 17/10



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENTSCHRIFT A5

(11)

624 767

(21) Gesuchsnummer: 15632/77

(22) Anmeldungsdatum: 20.12.1977

(30) Priorität(en): 29.07.1977 DE 2734347

(24) Patent erteilt: 14.08.1981

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 14.08.1981

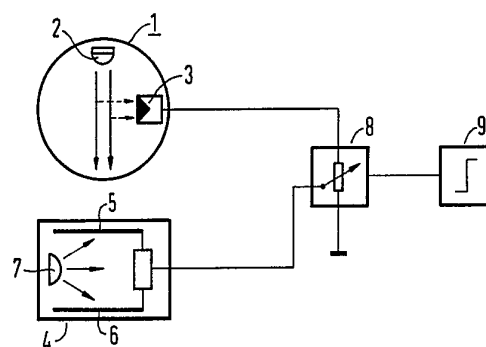
(73) Inhaber:
Heimann GmbH, Wiesbaden 1 (DE)

(72) Erfinder:
Dr. Werner Rech, Taunusstein (DE)
Walter Glockmann, Schlangenbad/Ts. 2 (DE)

(74) Vertreter:
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

(54) Anordnung zum Nachweis von Schwebeteilchen.

(57) Die Anordnung macht von einem optischen Extinktionsverfahren und einem Ionisationsverfahren gleichzeitig Gebrauch. Dabei wird zum eigentlichen Nachweis der Schwebeteilchen ein rein optisches Verfahren angewendet, indem die Extinktion elektromagnetischer Strahlung über eine bestimmte Messstrecke in einer optischen Kammer (1) gemessen wird. Zusätzlich werden die Schwebeteilchen mittels einer Ionisationskammer (4) geringer radioaktiver Strahlungsleistung registriert. Dabei ist die Aufgabe dieser Kammer (4) die Empfindlichkeit der für das optische Nachweisverfahren verwendeten Anordnung zu steuern. Dies wird dadurch erreicht, dass die Ausgangssignale der beiden Kammern (1,4) durch ein multiplikatives Verknüpfungsglied zugeführt werden. Dieses Glied besteht aus einem elektronisch steuerbaren ohmschen Spannungsteiler (8), dessen Steuereingang mit dem Ausgang der Ionisationskammer (4) und dessen die zu teilende Spannung führenden Anschlüsse mit dem Ausgang der optischen Kammer (1) verbunden sind.



PATENTANSPRUCH

Anordnung zum Nachweis von Schwebeteilchen mit einer optischen Kammer mit mindestens einer Quelle elektromagnetischer Strahlung und mindestens einem Empfänger für die an den Schwebeteilchen gestreute bzw. reflektierte Strahlung sowie mit einer Ionisationskammer, wobei die elektrischen Ausgänge beider Kammern zu einem logischen Verknüpfungsglied führen, in dem die beiden Signale multiplikativ verknüpft werden, dadurch gekennzeichnet, dass das logische Verknüpfungsglied aus einem elektronisch steuerbaren ohmschen Spannungsteiler (8) besteht, dessen Steuereingang mit dem Ausgang der Ionisationskammer (4), die über eine schwache Strahlungsleistung verfügt, und dessen die zu teilende Spannung führenden Anschlüsse mit dem Ausgang der optischen Kammer (1) verbunden sind.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Nachweis von Schwebeteilchen mit einer optischen Kammer mit mindestens einer Quelle elektromagnetischer Strahlung und mindestens einem Empfänger für die an den Schwebeteilchen gestreute bzw. reflektierte Strahlung sowie mit einer Ionisationskammer, wobei die elektrischen Ausgänge beider Kammern zu einem logischen Verknüpfungsglied führen, in dem die beiden Signale multiplikativ verknüpft werden. Ein solches Nachweisgerät lässt sich der DE-AS 25 19 267 entnehmen.

Kennzeichnende Parameter von Schwebeteilchen in einem Medium sind neben der Form und der chemischen Zusammensetzung die Anzahl n der in einer Volumeneinheit des Mediums enthaltenen Teilchen und deren mittlerer Durchmesser $\bar{d}$. Bei einem weit verbreiteten Verfahren zum Nachweis von Schwebeteilchen, insbesondere geringer Konzentration und kleiner Teilchengrösse werden sog. Ionisationskammern angewendet, bei denen zwischen zwei Elektroden ein Strom von ionisierten Gasmolekülen oder Atomen fliesst und die ein elektrisches Ausgangssignal $U_{A(\text{Ion})}$ liefern, das proportional der Anzahl n der Schwebeteilchen und deren mittleren Durchmesser $\bar{d}$ ist, das heisst

$$U_{A(\text{Ion})} \sim n \cdot \bar{d}. \quad (1)$$

Vorrichtungen, die nach diesem Verfahren arbeiten, benötigen eine Ionisationsquelle, die in der praktischen Ausführung in der Regel als radioaktive Strahlenquelle ausgebildet ist. Um die Strahlenbelastung der Bevölkerung so gering wie möglich zu halten, sollte die Strahlenleistung der radioaktiven Quelle möglichst schwach sein. Eine Ionisationskammer mit einem radioaktiven Strahler, dessen Intensität nach derzeitigem Erkenntnisstand unbedenklich ist, ist jedoch in der Praxis entweder zu unempfindlich gegenüber geringen Konzentrationen der nachzuweisenden Schwebeteilchen oder bei entsprechender Herabsetzung der Ansprechschwelle nachgeschalteter Auswerteeinrichtungen zu anfällig gegenüber Stör- und Täuschungsgrössen.

Andere Verfahren zum Nachweis von Schwebeteilchen arbeiten auf optischem Wege durch die Bestimmung der von den Teilchen über eine bestimmte Messstrecke verursachten Extinktion elektromagnetischer Strahlung, z.B. sichtbares Licht, Infrarot oder Ultraviolett. Dabei kann die Absorption oder die Reflexion bzw. Streuung, oder die Summe aus Absorption und Streuung die Extinktion, gemessen und ausgewertet werden. Vorrichtungen für dieses Verfahren liefern ein Ausgangssignal, das sowohl von den optischen Eigenschaften der Schwebeteilchen abhängt, als auch proportional ist der Teilchenzahl n , dem Quadrat des mittleren geometrischen Durchmessers $\bar{d}$ der Teilchen und den für die Teilchenart charakteristischen mittleren Wirkungsk Faktoren Q_{Ext} :

$$U_{A(\text{Ext})} \sim n \cdot \frac{(\bar{d})^2}{4} \cdot \pi \cdot Q_{\text{Ext}}. \quad (2)$$

Die Wirkungsk Faktoren Q_{Ext} lassen sich nach der Theorie von Mie exakt berechnen, vergl. R.H.Giese: «Streuung elektromagnetischer Wellen an absorbierenden und dielektrischen kugelförmigen Einzelteilchen und an Gemischen solcher Teilchen» in der «Zeitschrift für Astrophysik» 51 (1961), Seiten 119 bis 147.

Führt man als eine auf die Wellenlänge λ der zur Messung herangezogenen elektromagnetischen Strahlung normierte Teilchengrösse den dimensionslosen Parameter α ein mit

$$\alpha = \frac{\pi \cdot d}{\lambda}, \quad (3)$$

so ergibt die Rechnung, dass die Wirkungsk Faktoren Q_{Ext} für grössere Alphabereiche weitgehend konstante Werte aufweisen. Allgemein lässt sich zeigen, dass für $\alpha \leq 0,67$ der Wert von $Q_{\text{Ext}} < 1$ ist und für $\alpha \rightarrow \infty$ dem Grenzwert $Q_{\text{Ext}} = 2$ zustrebt.

In erster Näherung lässt sich demnach das Signalverhalten einer optischen Vorrichtung nach Gleichung (2) vereinfacht charakterisieren durch die Beziehung

$$U_{A(\text{Ext})} \sim n \cdot (\bar{d})^2. \quad (4)$$

Aus den Gleichungen (1) (4) geht hervor, dass Vorrichtungen nach dem Ionisationsverfahren für Schwebeteilchen unterschiedlicher Teilchengrösse ein grundsätzlich anderes Signalverhalten aufweisen als Vorrichtungen nach dem Extinktions- bzw. Streustrahlungsverfahren. Dies ist von grosser Bedeutung für Geräte, die darauf ansprechen sollen, dass das Signal eine für bestimmte Teilchengrösse und/oder Teilchenkonzentration charakteristische Schwelle übersteigt, und die daraus beispielsweise ein Meldesignal erzeugen. Setzt man für eine willkürliche Teilchengrösse mit dem Durchmesser d oder für eine Korngrössenverteilung bei Teilchen mit dem mittleren Durchmesser $\bar{d}$ die Ansprechschwelle eines Gerätes nach dem Extinktionsverfahren gleich der Ansprechschwelle eines Gerätes nach dem Ionisationsverfahren, so wird das Gerät nach dem Extinktionsverfahren durch die Abhängigkeit vom Quadrat des mittleren Teilchendurchmessers $\bar{d}$ auf kleinere Schwebeteilchen wesentlich unempfindlicher, dafür auf grössere erheblich empfindlicher reagieren. Günstiger ist demnach ein Gerät, das nach dem Ionisationsverfahren arbeitet, wo eine lineare Abhängigkeit vom mittleren Teilchendurchmesser $\bar{d}$ massgebend ist.

In der Praxis ist ein Gerät, das nach dem Extinktionsverfahren aus der Anwesenheit von Schwebeteilchen dispersiver Verteilung ein Meldesignal erzeugt, mit dem Nachteil behaftet, dass es auf eine charakteristische Zusammensetzung aus vorwiegend kleinen Schwebeteilchen nur bei sehr hoher Teilchenkonzentration oder auch gar nicht anspricht, während es für Zusammensetzungen aus grösseren Schwebeteilchen sehr früh anspricht. Besonders nachteilig wirkt sich dieses Verhalten bei der Anwesenheit von solchen Schwebeteilchen aus, deren Grösse das vom Gerät zu registrierende Spektrum übersteigt und die deswegen als Störteilchen wirken und schon bei geringer Konzentration eine Täuschungsmeldung auslösen können.

Aus diesem Grund ist in der eingangs zitierten Offenlegungsschrift auch schon vorgeschlagen worden, einen Brandmelder mit zwei Fühlern – beispielsweise einer optischen Kammer und einer Ionisationskammer – auszurüsten und die Ausgangssignale der beiden Sensoren miteinander zu multiplizieren. Wie diese Multiplikation zu geschehen hat, wird allerdings offengelassen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung gemäss der DE-AS 25 19 267 so auszugestalten, dass sie über einen denkbar einfachen Multiplikator verfügt, der zudem an eine leistungsschwache Ionisationskammer angepasst ist. Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einer Anord-

nung der eingangs genannten Art erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass das logische Verknüpfungsglied aus einem elektronisch steuerbaren ohmschen Spannungsteiler besteht, dessen Steuereingang mit dem Ausgang der Ionisationskammer, die über eine schwache Strahlungsleistung verfügt, und dessen die zu teilende Spannung führenden Anschlüsse mit dem Ausgang der optischen Kammer verbunden sind.

Anhand eines schematisch in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels soll die Erfindung weiter erläutert werden. Mit 1 ist eine optische Kammer bezeichnet, die ein elektrisches Ausgangssignal aus dem Vorhandensein von Schwebeteilchen in einem Medium liefert. Sie arbeitet dabei nach einem rein optischen Verfahren über die Umsetzung der Streuung elektromagnetischer Strahlung in eine elektrische Grösse. Verwendet wird dabei eine Strahlungsquelle 2 wie beispielsweise eine Glühlampe oder Leuchtdiode im sichtbaren oder infraroten Spektralbereich oder auch ein anderer thermischer Strahler und ein Strahlungsempfänger 3 wie beispielsweise eine Fotodiode oder ein Fotowiderstand oder ein thermischer Detektor, mit dem aus der empfangenen optischen Strahlung ein elektrisches Ausgangssignal erzeugt wird. Eine solche optische Kammer ist beispielsweise in der DE-AS 1 598 226 beschrieben. Mit 4 ist eine Ionisationskammer bezeichnet, bei der sich ein Medium mit den nachzuweisenden Schwebeteilchen zwischen zwei Plattelektroden 5, 6 befindet. Zwischen den Elektroden 5, 6 fliesst ein Strom von ionisierten Molekülen oder Atomen des Mediums und lässt einen äusseren elektrischen Strom fließen, aus dem ein Ausgangssignal erzeugt wird. Eine Ionisationsquelle 7 mit schwach radioaktiver Strahlung verursacht die Ionisation. Wenn sich Schwebeteilchen in dem Medium befinden, lagern sich daran ionisierte Moleküle bzw. Atome an, so dass sich durch die Trägheit der Schwebeteilchen der Ionentransport verlangsamt. Dadurch wird der Ionenstrom kleiner. Eine solche Ionisationskammer ist beispielsweise in der DE-AS 1 900 888 beschrieben.

Die elektrischen Ausgänge der optischen Kammer 1 und der Ionisationskammer 4 führen zu einem elektronischen ohmschen Spannungsteiler 8. Dabei liefert das Ausgangssignal der optischen Kammer 1 die zu teilende Spannung, während das Ausgangssignal der Ionisationskammer 4 das Teilverhältnis bestimmt. Der Ausgang des Spannungsteilers 8 führt zu einer Auswerteeinrichtung 9, die beispielsweise aus einem Schwellwert-

schalter besteht. Dieser gibt seinerseits ein Ausgangssignal zur weiteren Verwertung ab, z.B. zum Melden des Vorhandenseins charakteristischer Schwebeteilchenanzahl und -grösse, wenn sein Eingangssignal eine entsprechend eingestellte Schwelle überschreitet.

Bei der Abwesenheit von Schwebeteilchen befindet sich die Anordnung im Ruhestand. Sowohl die optische Kammer 1 als auch die Ionisationskammer 4 liefern kein Ausgangssignal. Die Anordnung ist unempfindlich; der Spannungsteiler 8 teilt maximal, d.h. das Spannungsteilverhältnis Ausgangsspannung/Eingangsspannung ist klein. Bei der Anwesenheit von Schwebeteilchen kleiner Grösse vergrössert das Ausgangssignal der dafür empfindlichen Ionisationskammer 4 das Spannungsteilverhältnis, d.h. erhöht die Empfindlichkeit der optischen Kammer 1 bzw. erhöht relativ das zur Auswerteeinrichtung 9 gelangende Ausgangssignal der optischen Kammer 1. Anders ausgedrückt bedeutet dies eine Herabsetzung der Ansprechschwelle der Auswerteeinrichtung 9. Überschreitet dann der an die Auswerteeinrichtung 9 gelangende Teil des Ausgangssignals der optischen Kammer 1 die Ansprechschwelle, dann gibt die Auswerteeinrichtung 9 ein dementsprechendes Ausgangssignal ab.

Grössere Schwebeteilchen, die nicht in das nachzuweisende Spektrum passen und die zu Fehlsignalen führen müssen, weil sie ein verhältnismässig grosses Ausgangssignal der optischen Kammer 1 auslösen, lassen demnach die Auswerteeinrichtung 9 solange nicht ansprechen, wie ihre Konzentration nicht so gross wird, dass auch die Ionisationskammer 4 ein ausreichendes Ausgangssignal liefert, um die Spannungsteilung zu verringern, d.h. das Teilverhältnis Ausgangsspannung/Eingangsspannung zu vergrössern. Normalerweise wird bei solchen Störteilchen die Spannung des Ausgangssignals der optischen Kammer 1 stark heruntergeteilt und überschreitet die Ansprechschwelle der Auswerteeinrichtung 9 nicht.

Andererseits können Störsignale der Ionisationskammer 4, die durch das relativ starke Grundrauschen der in ihrer Strahlungsleistung stark begrenzten radioaktiven Strahlungsquelle 7 bedingt sind, auch nicht direkt zu einem Ansprechen der Auswerteeinrichtung 9 führen, da sie nur vorübergehend die Empfindlichkeit der optischen Kammer 1 erhöhen, d.h. das Spannungsteilverhältnis vergrössern, die optische Kammer 1 aber kein Ausgangssignal liefert.

