



CH 687 045 A5

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 687 045 A5

51 Int. Cl.⁶ G 01 N 027/62

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02773/93

22 Anmeldungsdatum: 15.09.1993

30 Priorität: 18.09.1992 DE A4231905.6

24 Patent erteilt: 30.08.1996

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.08.1996

73 Inhaber:

Sorbios verfahrenstechnische Geräte und
Systeme GmbH, Ackerstrasse 71-76,
D-13355 Berlin (DE)

72 Erfinder:

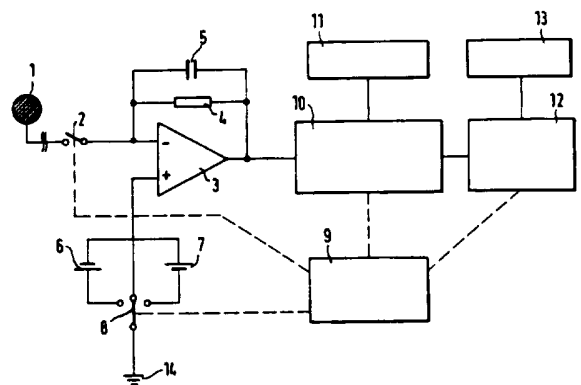
Schwierzke, Jörg, Berlin (DE)
Stiehl, Hans-Heinrich, Dr., Berlin (DE)
Lohr, Joachim, Berlin (DE)

74 Vertreter:

Troesch Scheidegger Werner AG,
Siewerdtstrasse 95, Postfach, 8050 Zürich (CH)

54 Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas.

57 Es wird eine Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas vorgeschlagen, der einen von dem Gas umströmten Sensor aufweist, wobei die Ionen ihre Ladung abgeben und einen Strom hervorrufen. Der Sensor ist als Elektrode (1) mit einer strömungstechnisch günstigen Form, beispielsweise einer Kugel, ausgebildet. Der Elektrode (1) wird eine feste Spannung aufgeprägt und der an der Elektrode (1) erzeugte Strom gemessen, der in einer Schaltung (10) ausgewertet wird und der ein Mass für die Ionenanzahl ist.



CH 687 045 A5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

Nach dem Stand der Technik ist eine Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas als Ionenzähler bekannt, bei der als Sensor ein grosser, meist zylinderförmiger Kondensator mit gasförmigem Dielektrikum verwendet wird. Das Gas, in dem die Ionenzahl bestimmt werden soll, wird durch den Kondensator hindurchgeführt. Eine hohe Spannung wird an die Kondensatorplatten angelegt und die positiven Ionen werden zur negativ geladenen Platte und die negativen Ionen zur positiven Platte abgelenkt. Dort geben sie ihre Ladung ab. Der sich dadurch ergebende Strom kann gemessen werden und ist ein Mass für die Ionenzahl.

Darüber hinaus ist eine Vorrichtung bekannt, die es ermöglicht, die Ionenbalance zu messen, indem das Gas an einer Elektrode vorbeiströmt und der Ladungsüberschuss einer Polarität auf der Elektrode einen entsprechend gerichteten messbaren Strom hervorruft. Da die Ionenbeweglichkeit polaritätsabhängig ist, herrscht Ladungsgleichgewicht (Ionenbalance) auf der Elektrode bei etwas unterschiedlichen Ionendichten in dem Gas.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas zu schaffen, die räumlich klein und möglichst wenig Störung der Gasströmung hervorruft und unabhängig von der Richtung und der Geschwindigkeit der Strömung ist, wobei der Sensor auch über ein langes Kabel an die Verarbeitungselektronik anschliessbar sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst.

Dadurch, dass als Sensor eine Elektrode gewählt wird, die strömungstechnisch günstig und vorzugsweise kugelförmig und sehr klein ist, beispielsweise < 20 mm, wird die Gasströmung kaum gestört und die Ladung der Ionen wird nahezu richtungsunabhängig aufgenommen. Die Spannung dieser Elektrode gegenüber Erdpotential bzw. Bezugspotential wird von dem elektrischen Schaltkreis aufgeprägt. Dadurch kann der Sensor auch über ein längeres Kabel angeschlossen werden, da die Kabelkapazität nicht vom Messsignal umgeladen werden muss. Die aufgeprägten Spannungen sind sehr klein, beispielsweise < 30 V, so dass zusammen mit der sehr kleinen Kapazität des Sensors zur Umgebung die beeinflusste Spannung durch den Sensor sehr klein ist.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Massnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich. Dadurch, dass zyklisch unterschiedliche Spannungen aufgeprägt werden, kann die Zahl positiver Ionen (negative Spannung), die Zahl negativer Ionen (positive Spannung) und die Ionenbalance (Nullspannung) gemessen werden, wobei in allen drei Fällen der Strom erfasst wird, der durch Abgabe der Ionenladung an die Kugel fliesst.

Vorzugsweise kann die Messung des Stromes mit einem einen rückgekoppelten Operationsverstärker aufweisenden I/U-Wandler durchgeführt werden, der gleichzeitig dafür sorgt, dass das Kugelpotential konstant bleibt. Durch Filterung des Stroms mit einem Filter niedriger Grenzfrequenz, beispielsweise von 30 mHz, werden Störungen, wie sie durch periodische Wechselfelder oder durch kurzzeitig beeinflusste Verschiebestrome hervorgerufen werden, unterdrückt.

In einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Wechselanteile weitgehend durch Aufintegrieren des Stromes über einen vorgegebenen Zeitraum weitgehend ausgeschaltet.

Die Messwerte können mit vorgegebenen Grenzwerten verglichen werden, so dass bei Unter- bzw. Überschreiten dieser Werte ein Signal abgegeben werden kann.

Mit der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise die Ionendichte in einem Reinraum zur Herstellung von integrierten Schaltungen oder dergleichen überwacht werden, durch den ein Luftstrom geleitet wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt die schaltungsgemässe Ausgestaltung der Vorrichtung zur Messung von Ionen nach der vorliegenden Erfindung.

In der Figur ist mit 1 ein Sensor bezeichnet, der als kugelförmige Elektrode ausgebildet ist und einen Durchmesser von vorzugsweise < 20 mm aufweist. Über einen Schalter 2, der von einer Steuereinheit 2 gesteuert wird, ist die Elektrode 1 mit dem invertierenden Eingang eines Operationsverstärkers 3 verbunden. Diese Verbindung kann ein mehrere Meter langes Kabel sein. Der Operationsverstärker 3 ist von seinem Ausgang über einen Widerstand 4 zum invertierenden Eingang gegengekoppelt, so dass der Operationsverstärker 3 als Strom/Spannungswandler arbeitet. Durch den Kondensator 5, der parallel zum Widerstand 4 liegt, ist der Operationsverstärker 3 wechsellspannungsmässig 2 gegengekoppelt.

Der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers 3 ist über einen Schalter 8, der gleichfalls von der Steuereinheit gesteuert wird, mit Bezugspotential 14, mit einer negativen Spannungsquelle 6 oder einer positiven Spannungsquelle 7 verbunden. Der Operationsverstärker 3 ist an seinem Ausgang an einen Auswertekreis 10 angeschlossen, der seinerseits mit einer Anzeige 11, einer Vergleichseinrichtung 12 und einer Alarmeinrichtung 13 in Verbindung steht. Auswerteeinrichtung 10 und Vergleichseinrichtung 12 werden ebenfalls von der Steuereinheit 9 gesteuert.

In Reinräumen werden die sich in der Luft befindenden elektrischen Ladungen durch Luftionisation neutralisiert. Dazu ist eine kontinuierliche Überwachung beispielsweise der Ionendichte notwendig, die mit einer Vorrichtung nach der einzigen Figur durchgeführt wird. Zur Messung der Ionenzahl in dem an der Elektrode 1 vorbeiströmenden Gas, zum Beispiel Luft, steuert die Steuereinheit 9 den Schalter 8 auf die positive bzw. die negative Span-

nungsquelle 6, 7. Die positive bzw. negative Spannung liegt an dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 3 und die Spannung an der Elektrode 1 stellt sich auf diese positive bzw. negative Spannung ein. Die an der kugelförmigen Elektrode 1 vorbeiströmenden Ionen geben ihre Ladung nahezu richtungsunabhängig an die Elektrode ab, so dass ein Strom fließt, der ausgewertet werden kann. Wenn die Elektrode 1 eine Kugel ist, kann nach RIECK der Strom, den die Kugel aufnimmt, bestimmt werden zu:

$$I^+ = 4 \pi e n^+ k^+ C U,$$

wobei e die Elementarladung, n die Anzahl der Ionen, k die Ionenbeweglichkeit, C die Kapazität der Kugel zur Umgebung und U die Spannung der Kugel bezogen auf Erdpotential ist. Für den Strom, der von negativen Ionen erzeugt wird, sind die Vorzeichen zu vertauschen. Wie aus dieser Formel zu erkennen ist, ist der Strom unabhängig von der Gasgeschwindigkeit. Der über den geschlossenen Schalter 2 fließende Strom vom Sensor bzw. von der Elektrode 1 wird von dem als Strom/Spannungswandler arbeitenden Operationsverstärker 3 über den Widerstand 4 kompensiert, wodurch sich die Ausgangsspannung als Produkt von Widerstand 4 und Sensorstrom ergibt. Die Spannung an der Elektrode 1 wird unabhängig vom Eingangsstrom immer auf den Wert am nichtinvertierenden Eingang vom Operationsverstärker 3 geregelt. Durch die Gegenkopplung des Kondensators 5 erhält der Strom/Spannungswandler eine Tiefpasscharakteristik, so dass auf die Elektrode 1 induzierte Störungen, wie sie zum Beispiel durch einen Ionenerzeuger verursacht werden könnten, unterdrückt werden. Solche elektrischen Störsignale werden über die kleine Kapazität des Sensors zur Störquelle als Störstrom eingekoppelt. Störwechselspannungen erscheinen um das Verhältnis Sensorkapazität zur Störquelle/Gegenkopplungskapazität 5 geschwächt am Ausgang vom Operationsverstärker 3.

In dem Auswertekreis 10 wird die von dem Operationsverstärker 3 gelieferte Spannung gegebenenfalls gespeichert und entsprechend der RIECK'schen Formel ausgewertet, so dass die Anzahl der vorhandenen Ionen bestimmt werden kann. Diese Anzahl wird auf der Anzeige 11 angezeigt.

Für die Ionenbalancemessung steuert die Steuereinheit 9 den Schalter 8 in der Weise, dass an dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 3 Erdpotential 14 liegt, so dass die Spannung Null ist. Vorzugsweise wird der Schalter 8 so gesteuert, dass zyklisch nacheinander die unterschiedlichen Spannungen, nämlich die positive, die negative und die Spannung Null aufgeprägt werden, so dass hintereinander die Messung der positiven Ionenanzahl, der negativen Ionenanzahl und der Ionenbalance durchgeführt wird.

Um Fehler durch die Drift von Offsetströmen und Offsetspannungen zu vermeiden, steuert die Steuereinheit 9 den Schalter 2 in regelmässigen Abständen in den geöffneten Zustand, wonach eine Messung ohne den von der Elektrode 1 gelieferten Strom durchgeführt wird. Dieser Messwert wird in

dem Auswertekreis 10 gespeichert und bei allen folgenden Messungen abgezogen. In der Vergleichsschaltung 12 sind Grenzwerte für die Ionenanzahlen gespeichert und die Vergleichsschaltung vergleicht die von dem Auswertekreis 10 gelieferten Messwerte mit diesen Grenzwerten. Überschreiten bzw. unterschreiten die Messwerte die Grenzwerte, so gibt die Vergleichsschaltung 12 ein Signal an die Alarmschaltung 13 ab und löst einen optischen oder akustischen Alarm aus. Der Auswertekreis 10 speichert die Messwerte, so dass sie einzeln oder gesammelt auf der Anzeige 11 angezeigt werden können, wobei die Anzeige beispielsweise ein über eine Datenleitung verbundenes Display oder ein Personalcomputer sein kann.

Im obigen Ausführungsbeispiel wird der Elektrode 1 zyklisch eine feste Spannung bezogen auf Erdpotential aufgeprägt. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann das Einprägen einer Spannung der Elektrode 1 bezogen auf Erdpotential auch dadurch erfolgen, dass der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers auf Schaltungsmasse gelegt wird und dafür die Schaltungsmasse der gesamten Anordnung bezogen auf Erdpotential verändert wird. Besitzt die Elektrode eine Spannung gegenüber Erdpotential, so werden aus dem Gasstrom die Ionen entgegengesetzter Polarität ihre Ladung an die Elektrode abgeben. Der dann zu messende Strom ist der Anzahl der entsprechenden Ionen direkt proportional.

In der beschriebenen Ausführungsform werden Störungen durch periodische Wechselfelder oder durch kurzzeitig influenzierte Verschiebestrome durch Filterung des Stroms mit einem Filter niedriger Grenzfrequenz vermieden. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel wird der Strom in einem Integrator über einen bestimmten Zeitraum aufintegriert und die Ionenanzahl abhängig von der Integrationszeit über die RIECK'sche Formel bestimmt, wobei der Integrator gleichzeitig zurückgesetzt wird. Die Höhe des integrierten Signals ist ein Mass für den zu messenden Gleichanteil, während die Wechselanteile im Signal weitgehend unterdrückt werden.

Als Elektrode 1 wird in der obigen Beschreibung eine Kugel verwendet. Es sind aber auch andere Formen denkbar, die strömungstechnisch günstig sind (Tropfen, Ellipsoid usw.).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung von Ionen in einem Gas mit einem Sensor, der von dem Gas umströmt wird, wobei die Ionen ihre Ladung abgeben, und mit einem elektrischen Schaltkreis zur Auswertung des durch die Ladungen hervorgerufenen Stroms, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Elektrode (1) mit einer strömungstechnisch günstigen Form ausgebildet ist, und dass der Elektrode eine feste Spannung aufgeprägt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode (1) kugelförmig ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung der Zahl der positiven Ionen eine negative Spannung, zur Mes-

sung der Zahl der negativen Ionen eine positive Spannung und zur Messung der Ionenbalance eine Spannung Null gegen Bezugspotential aufgeprägt wird.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterdrückung von Wechselfeldern und Gleichfeldern der Strom mit einem Filter niedriger Grenzfrequenz gefiltert wird. 5

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Schaltkreis einen Strom/Spannungswandler (3, 4) aufweist. 10

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein von einer Steuereinheit (9) gesteuerter Schalter (8) vorgesehen ist, über den zyklisch die unterschiedlichen Spannungen der Elektrode (1) aufgeprägt werden. 15

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Strom/Spannungswandler als Operationsverstärker (3) mit einem Widerstand (4) im Gegenkopplungsweig ausgebildet ist. 20

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vom elektrischen Schaltkreis zur Auswertung des durch die Ladungen hervorgerufenen Stroms die Ionenzahl bestimmt, und dass eine Grenzwerte speichernde Vergleichsschaltung (12) vorgesehen ist, die die gemessenen Ionenzahlen mit den Grenzwerten vergleicht. 25

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 6, 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Integrator zum Aufintegrieren des von der Elektrode gelieferten Stroms vorgesehen ist, der jeweils nach festen Zeiträumen wieder zurückgesetzt wird. 30

40

45

50

55

60

65

