



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(19)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(11) **CH 667 533 A5**

(51) Int. Cl. 4: **G 01 N 21/81**
G 01 K 11/12
G 01 D 5/26

(12) **PATENT SCHRIFT** A5

(21) Gesuchsnummer: 2540/84

(22) Anmeldungsdatum: 24.05.1984

(24) Patent erteilt: 14.10.1988

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 14.10.1988

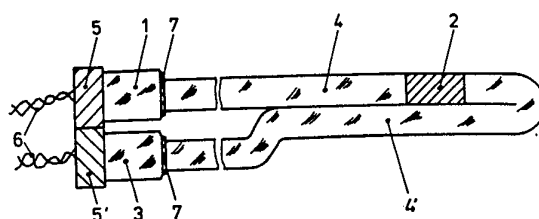
(73) Inhaber:
Intersensor S.A., La Chaux-de-Fonds

(72) Erfinder:
Gröninger, Kurd G., Dr.-Ing., Lengnau AG

(74) Vertreter:
Hartmut Keller Dr. René Keller, Patentanwälte,
Bern

(54) **Vorrichtung zur Messung einer physikalischen Grösse.**

(57) Es wird eine neue Messvorrichtung vorgestellt, die aus einer Lichtquelle (1), einem Sensorelement (2) und einem Photoelement (3) besteht. Das Licht wird über Lichtwellenleitern (4,4') zu und von dem Sensorelement (2) geführt. Das Sensorelement (2) enthält Stoffe, die in Abhängigkeit der physikalischen Grösse ihre Farbe ändern. Aufgrund dieser Farbänderung kann die Änderung der physikalischen Grösse gemessen werden. Da dieses Messprinzip für sehr verschiedene physikalische Grössen gültig ist, sind integrierte Sensoren für die gleichzeitige Erfassung von Messdaten auf engstem Raum problemlos herzustellen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Messung einer physikalischen Grösse mit mindestens einer Lichtquelle (1), die monochromatisches Licht im sichtbaren Bereich erzeugt, einem Sensorelement (2), das sich zwischen mindestens zwei Lichtwellenleitern (4, 4') befindet, und mindestens einem Photoelement (3), dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) eine Farbänderung in Abhängigkeit von der physikalischen Grösse erfährt, derart, dass die Intensitätsänderung des monochromatischen Lichtes ein Mass ist für die Änderung der physikalischen Grösse.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) aus einem wasserdampfdurchlässigen Körper besteht, in dem Salze oder Farbstoffe gelöst sind, die in Abhängigkeit der Feuchte oder der Wasseraktivität eine Farbänderung erfahren.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) aus einem wärmeleitenden Körper besteht, in dem Stoffe gelöst sind, die in Abhängigkeit der Temperatur eine Farbänderung erfahren.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) aus einem druckempfindlichen Körper besteht, in dem Farbstoffe gelöst sind, die in Abhängigkeit des Druckes eine Farbänderung erfahren.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper aus einem wasserdampfdurchlässigen und hydrophoben Kunststoff oder aus einem Cellulosederivat, wie Celluloseacetat, Cellulosepropionat, Celluloseacetobutyrat oder dergl., besteht, und das feuchteempfindliche Salz aus einem der Salze CoCl_2 , CoBr_2 , CoNO_3 , NiCl_2 , $\text{Ni(NO}_3)_2$, NiSO_4 , LaCl_3 , CuCl_2 , $\text{Cu(NO}_3)_2$, CuSO_4 oder $\text{Er(NO}_3)_3$ besteht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper aus einem wärmeleitenden und hydrophoben Kunststoff und der temperaturabhängige Stoff aus $[\text{Co(NO}_3)_2 \cdot 2 \text{ Hexamethylenetetraamin } 10 \text{ H}_2\text{O}]$ oder aus $[\text{Co(NO}_3)_2 \cdot \text{Anthrachinon}]$ besteht.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der druckempfindliche Körper aus einem plastischen und lichtdurchlässigen Kunststoff besteht und dass der Farbstoff aus einem piezochromen, aromatisch substituierten Äthylen besteht.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung einer physikalischen Grösse nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine solche Vorrichtung ist z.B. bekannt aus «Laser und Optoelektronik», Nr. 3/1983, Seiten 226 bis 234. Dort wird ein Temperatursensor beschrieben, der aus einem Lichtwellenleiter mit darin dotierten Atomen der seltenen Erden, insbesondere Neodym und Europium, besteht. Die Dotierungsstoffe können durch kurzwelliges Licht zur Strahlungslumineszenz angeregt werden, deren Intensität temperaturabhängig ist. Mit Europium und Neodym dotierte Lichtwellenleiter zeigen ausserdem eine temperaturabhängige Dämpfung. Für einen derartigen Temperatursensor verwendet man zwei abwechselnd gepulste LED, die bei zwei verschiedenen Wellenlängen emittieren. Über einen Faserkoppler wird das Licht zwischen der undotierten Referenz-Faser und dem dotierten Fasersensor aufgeteilt und mit zwei Detektoren gemessen. Durch den Einsatz zweier LED unterschiedlicher Wellenlänge und die Verhältnisbildung erhält man eine von Intensitätsänderungen der LED unabhängige Messung. Als Beispiel wird ein 5% Neodym dotierter Lichtwellenleiter von 15 cm Länge genannt. Mit den vorgenannten Temperatursensoren sind Messungen zwischen 50°C und 250°C mit einer Auflösung von $0,1^\circ\text{C}$ möglich.

Die bekannte Messvorrichtung hat den grossen Nachteil,

dass zur Messung der physikalischen Grösse, hier die Temperatur, eine aufwendige Technik benötigt wird und zudem der Messbereich auf Temperaturen weit oberhalb Zimmertemperatur eingeschränkt ist. Insbesondere muss entweder über Lumineszenz gemessen werden oder dann sind zwei abwechselnd gepulste LED mit zwei verschiedenen Wellenlängen benötigt, um eine zuverlässige Temperaturmessung durchführen zu können. Ein anderer wesentlicher Nachteil besteht darin, dass der eigentliche Sensor eine zu grosse Länge aufweist, um an schwer zugängliche Stellen und auf engstem Raum Messungen vornehmen zu können. Ausserdem sind aufgrund des oben erwähnten Messprinzips keine Messungen anderer physikalischer Grössen als die Temperatur möglich. Eine eingehende Recherche der auf dem Gebiet der Faseroptik bekannten Literatur hat erwiesen, dass für die Messung verschiedener physikalischer Grössen jeweils ein anderes Messprinzip angewandt werden muss, was eine Integration von Sensoren für die gleichzeitige Messung verschiedener physikalischer Grössen, wie Druck, Temperatur, Feuchte, Luftgeschwindigkeit, sehr erschwert, so nicht fast unmöglich. Von der anderen Seite ist eine integrierte Messung für viele prozesstechnische Regelsysteme von ausserordentlicher Bedeutung.

Durch die Erfindung, wie sie im Anspruch 1 gekennzeichnet ist, wird die Aufgabe gelöst, aufgrund einer Vorrichtung zur Messung einer physikalischen Grösse der vorgenannten Art, eine einfachere und kostengünstigere anzugeben, die auf einem Messprinzip beruht, das gleichzeitig für viele, sehr verschiedene physikalische Grössen geeignet ist.

Die Erfindung hat den enormen Vorteil, dass nunmehr mehrere physikalische Grössen mit dem gleichen Messprinzip erfasst werden können, was eine Integration der verschiedenen Sensoren auf engstem Raum erst ermöglicht. Dadurch entstehen für regeltechnische Probleme ungeahnte Möglichkeiten, wie beispielsweise in der Trocknung von Schüttgütern, z.B. Futtermitteln, wo erst die Erfassung der relativen Feuchte und der Temperatur sowohl am getrockneten Gut sowie der Abluft eine optimale Regelung der Trocknungsanlage bewirkt. An solchen Anlagen kann eine vollautomatische, rechnergesteuerte Prozessleitung auch die Messung der Feuchte, der Temperatur und des Schüttgewichts des in den Trockner eingehenden Nassgutes fordern, wobei die Messwerte unbedingt am selben Ort erfasst werden müssen. Ein anderes Beispiel stellt die Messung der Druckluft für die Bremsen von Lastkraftwagen dar. Um eine optimale Regelung der Druckluft zu erreichen, ist die gleichzeitige Messung der relativen Feuchte, der Temperatur und des Druckes unbedingt notwendig. Durch die Erfindung ist die Messung dieser Grössen auch auf engstem Raum und an schwer zugänglichen Stellen problemlos geworden. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung. Dort wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Beispiels näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Ausführungsform der Messvorrichtung, und

Fig. 2 das Absorptionsspektrum von CoCl_2 in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchte.

In Fig. 1 ist eine prinzipielle Anordnung einer Messvorrichtung dargestellt. Sie besteht aus einer Lichtquelle 1, einer lichtemittierenden Diode, einem Sensorelement 2 und einem Photoelement 3. Das Sensorelement 2 ist auf der einen Seite über einen Lichtwellenleiter 4 mit der Lichtquelle 1 verbunden, auf der anderen Seite über einen Lichtwellenleiter 4' mit dem Photoelement 3, eine Photodiode oder ein Phototransistor. Die Lichtquelle 1 ist auf dem Sockel 5, das Photoelement 3 auf einem Sockel 5' angebracht, und über ein Kabel 6 mit einer Spannungsversorgung oder einem Signalverstärker verbunden. Die Lichtquelle 1 und das Photoelement 3 sind mit einer lichtleitenden Paste 7 an den Lichtwellenleitern 4 und 4' angekopelt.

In Fig. 2 ist das Absorptionsspektrum von CoCl_2 in Abhän-

gigkeit der relativen Feuchte aufgetragen. Auf der Abszisse ist die Wellenlänge λ in nm, auf der Ordinate der Transmissionskoeffizient T in % angegeben. Die Kurve α_1 ist bei 35% relativer Feuchte, die Kurve α_2 bei 100% relativer Feuchte aufgenommen. Aus der Figur ist ersichtlich, dass es bei etwa 650 nm eine starke Änderung der Absorption in Abhängigkeit der relativen Feuchte gibt. Diese Eigenschaft wird nun für die Messung ausgenutzt. Die Lichtquelle 1 sollte dazu monochromatisches Licht von 650 nm aussenden und das Photoelement 3 speziell empfindlich sein auf diesen Spektralbereich. Es gibt noch eine Reihe von anderen feuchteempfindlichen Salzen, wie z.B. CoBr_2 , CoNO_3 , NiCl_2 , $\text{Ni(NO}_3)_2$, NiSO_4 , LaCl_3 , CuCl_2 , $\text{Cu(NO}_3)_2$, CoSO_4 oder $\text{Er(NO}_3)_3$. Das zugehörige Sensorelement 2 besteht vorzugsweise aus einem zylinderförmigen Körper aus einem wasserdampfdurchlässigen und hydrophoben Kunststoff, der einen der oben genannten Salze in Kristallform enthält. Ein anderes Sensorelement 2 besteht aus einem zylinderförmigen Körper aus einem Cellulosederivat wie Cellulose-

acetat, Cellulosepropionat oder Celluloseacetobutyrat, in dem eines der Salze gelöst ist. Anstatt eines der Salze sind auch bestimmte Farbstoffe feuchteempfindlich und für die beschriebene Messvorrichtung geeignet.

Es gibt jedoch auch Stoffe, wie das Dehydrodianthrone, die ihre Farbe in Abhängigkeit des Druckes oder der Temperatur ändern. Eine ausführliche Beschreibung über die sogenannte Thermochromie und Piezochromie ist zu finden in Angew. Chemie, 70. Jahrg. 1958, Nr. 1 Seiten 14 bis 20, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird. Wie aus diesem Artikel folgt, ist das Dehydrodiathron ausgezeichnet für die oben angegebene Messmethode geeignet, um Druck oder Temperatur zu messen. Allgemein hat man Thermochromie bei aromatisch substituierten Äthylenen gefunden. Das Sensorelement 2 selbst besteht in diesen Fällen aus einem wärmeleitenden oder druckempfindlichen Körper, in dem die Stoffe enthalten sind.

Weitere thermochrome Stoffe sind bekannt aus J. Amer. chem. Soc. 76 (1954), Seiten 4134 bis 4136.

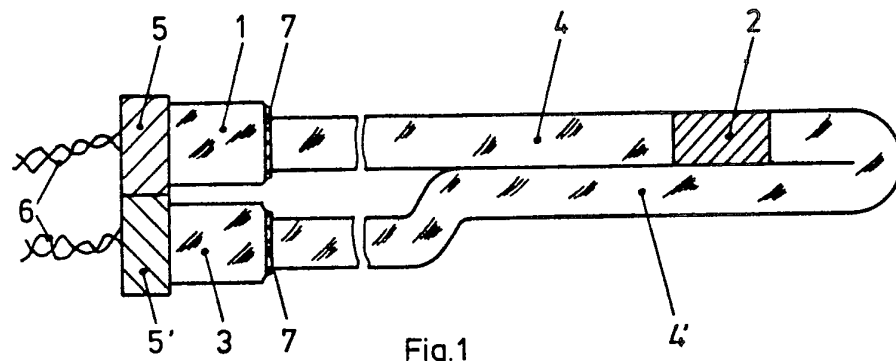


Fig. 1

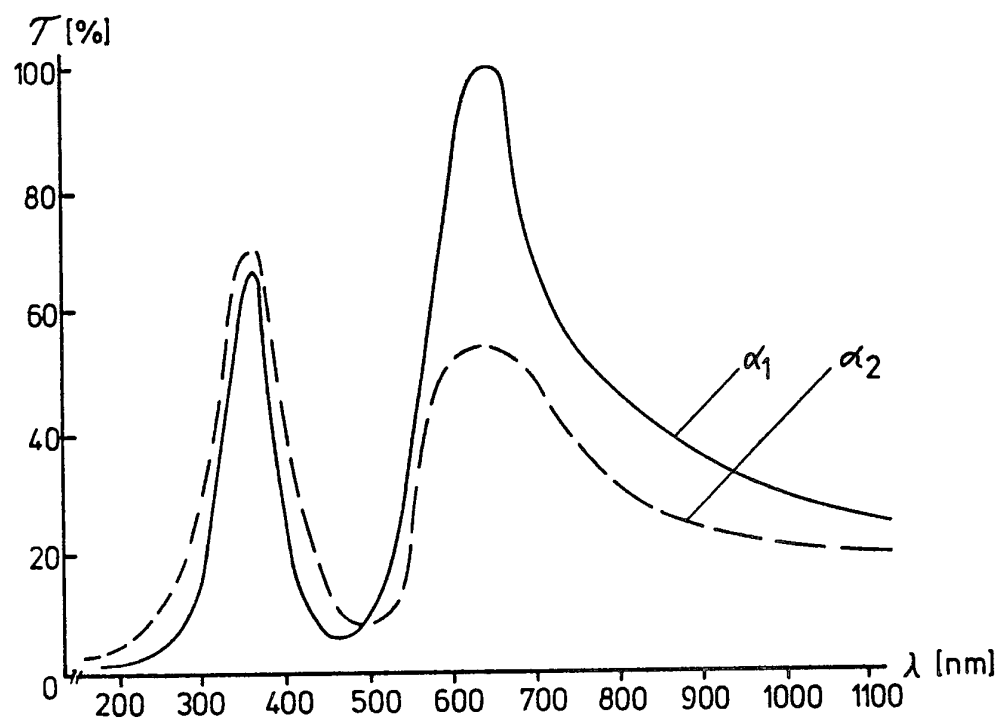


Fig. 2