



Wirtschaftspatent

Teilweise bestaetigt gemaeß § 6 Absatz 1 des
Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

147 872

Int.Cl.³

3(51) G 01 J 5/12

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 01 J/ 2177 57

(22) 17.12.79

(45) 21.09.83

(44) 22.04.81

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

(72) MUELLER, JUERGEN,DIPL.-PHYS.:RATZ, PETER;DD;

(73) siehe (72)

(74) ADW DER DDR, ZI F. OPTIK UND SPEKTROSKOPIE, PATENTBUERO, 1199 BERLIN, RUDOWER
CHAUSSE 5

(54) **STRAHLUNGSDETEKTOR FUER ABSOLUTMESSUNGEN**

Müller, Jürgen

07. 12. 1979

Ratz, Peter

Zustellungsbevollmächtigt: AdW der DDR, Zentralinstitut für
Optik und Spektroskopie
- Patentbüro -

Strahlungsdetektor für Absolutmessungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Strahlungsdetektor für absolute Strahlungsmessungen (Absolutempfänger), insbesondere einen thermoelektrischen Strahlungsempfänger, der für Absolutmessungen geringerer thermischer Strahlungsleistungen geeignet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind verschiedene Typen von Absolutempfängern bekannt, die den Vergleich einer Strahlungsleistung mit einer elektrischen Heizleistung bei Anwendung einer Substitutionsmethode gestatten. Diese Empfänger sind zu einem großen Teil als Mikrokalorimeter aufgebaut. Das sind zumeist Hohlraumabsorber, die die zu messende Strahlung aufnehmen und auch elektrisch beheizt werden können und deren Erwärmung dann mit Hilfe von Thermoelementen oder Widerstandsthermometern ausgemessen wird. Solche Absolutempfänger sind wenig empfindlich, daher vorwiegend für stärkere, z. B. Laserstrahlungsleistungen geeignet.

Außerdem sind sie träge und besitzen eine Reihe von Mängeln, die mit der Messung der Strahlungsabsorption in den verschiedenen Teilen des Mikrokalorimeters und den unterschiedlich langen Wegen der Wärme innerhalb solcher Kalorimeter zusammenhängen.

Bekannt wurden auch eine Reihe von Absolutempfängern vom sog. "disk"-Typ: Dabei dient zur Strahlungsaufnahme nicht ein Hohlraum, sondern eine mit einer gut absorbierenden Schicht überzogene ebene Platte, z. B. aus 0,5 mm Aluminium (Gillham, E. J.: Proc. Roy. Soc. A 269 (1962), 249) oder ca. 20 - 50 μ m starkem Glimmer, auf die zusätzlich noch zumeist mäanderförmig eine Metалldünnschicht aufgebracht ist, mit deren Hilfe die Platte elektrisch beheizt werden kann. Zur Bestimmung der Temperatur dieser Platte ist in verschiedenen Detektortypen auf die Platte - elektrisch isoliert - zusätzlich ein Bolometerwiderstand als Draht oder Dünnschicht aufgebracht oder es wird als Heiz- und Bolometerschicht dieselbe Schicht verwendet, oder die Temperatur der Platte wird durch eine in gewissem Abstand dahinter angeordnete Strahlungsthermosäule erfaßt (Bischoff, K.: Optik 28 (1968), 183), oder zwischen Platte und Detektorgehäuse sind zickzackförmig hin und her die Thermodrähte einer Thermosäule gespannt. Dabei gibt es Anordnungen, bei denen die Thermodrähte an der Unterseite der Platte befestigt sind, und solche, bei denen die Thermodrähte zwischen dem Rand der Platte und deren Detektorgehäuse radial ausgespannt sind. Beim "disk"-Typ ist es zumeist üblich, daß auf der Platte zusätzlich zur Heizschicht eine von dieser elektrisch isolierte Schicht aus einem Material besonders guter thermischer Leitfähigkeit aufgebracht ist, die die Aufgabe hat, das z. B. mäanderförmige thermische Profil, das sich bei elektrischer Erwärmung der Platte infolge der besonderen Heizerstruktur herausbildet, weitestgehend zu glätten.

In einem bekannten Detektortyp wurde zu diesem Zwecke eine 0,15 mm dicke Silberscheibe auf die Glimmerplatte geklebt (Bischoff).

Allen diesen Detektoren vom "disk"-Typ ist gemeinsam, daß ihr Empfängersystem jeweils aus zumindest einer oder auch mehreren massiven, d. h. relativ dicken und damit massereichen Schicht (Trägerplatte oder/und Temperaturnausgleichsschicht und/oder Meßfühlerelement) bestehen, so daß das Empfängersystem, das insgesamt durch die Bestrahlung erwärmt wird, eine große Wärmekapazität und damit eine große Trägheit und nur geringe Empfindlichkeit besitzt.

Das trifft auch für eine weitere Detektorvariante zu, bei der die Thermosäule nicht mehr aus dünnen Drähten, sondern aus aufgedampften Dünnschichtelementen besteht. Dabei handelt es sich um das eigentliche Detektorelement eines Laser-Mikrokalorimeters, das ebenfalls als eine "disk"-Variante anzusehen ist. Hier wird eine dünne Glimmerplatte als Trägerschicht verwendet, auf der - nur im zentralen Teil - zur Aufnahme der Strahlung ein Absorber in Form einer geschwärzten Kupferplatte, in die eine elektrische Heizvorrichtung eingebettet wurde, angeordnet ist (Sakurai, K. u. a.: IEEE Trans. IM-16 (1967) 3, 212 - 219 u. Birnbaum, G. u. M.: Proc. IEEE 55 (1967) 6, 1026 - 1031). Diese dickeren robusteren Schichten (Glimmer- u. Kupferplättchen) sind hier erforderlich, um den Detektorkopf thermisch genügend widerstandsfähig für cw-Laserstrahlung zu gestalten. Und ähnlich "massereich" ist auch das System eines elektrisch eichbaren Radiometers (Boivin, L. P., T. C. Smith: Appl. Opt. 17 (1978) 19, 3067 - 3075) aufgebaut, bei dem zwar eine als nur 400 nm dicke Dünnschicht ausgelegte Thermosäule auf eine jedoch 0,25 mm starke Glasträgerplatte aufgebracht ist.

Darüber hinaus ist dieses System noch mit einem zweiten zusammengeklebt, das aus einer ebenfalls 0,25 mm dicken, im äußeren Teil aus Keramik und im inneren aus Kupfer bestehenden, durch äußerliche SiO-Beschichtung isolierten Platte besteht, die eine elektrische Heizschicht und eine Absorptionsschicht trägt. Dieses insgesamt mehr als 0,5 mm dicke Radiometersystem besitzt eine Empfindlichkeit von maximal nur 93 mV/W bei einer Zeitkonstante von 15 s (bzw. 5 mV/W bei 2,2 s). Auch die beiden zuletzt genannten Systeme eignen sich daher nicht für radiometrische Messungen, wenn die zu vermessende Strahlung nur für die Dauer von Bruchteilen einer Sekunde konstant bleibt bzw. zur Verfügung steht.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, absolute Strahlungsmessungen schneller und mit empfindlicheren Detektoren durchführen zu können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Strahlungsdetektor zu schaffen, dessen strahlungsaufnehmendes System eine möglichst geringe Wärmekapazität besitzt, wobei Bestrahlungsstärken im Bereich von 10 μ W bis 50 mW mit einem Fehler kleiner als 1 % nachweisbar sein sollen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch einen Strahlungsdetektor für Absolutmessungen gelöst, der - in an sich bekannter Weise - aus einer temperaturempfindlichen Schicht, die als Dünnschicht-Thermosäule ausgeführt ist, mindestens einer Temperaturengleichschicht, mindestens einer separaten Heizschicht sowie mindestens einer Absorptionsschicht besteht, die vorzugsweise in dieser Reihenfolge übereinander und voneinander elektrisch isoliert angeordnet sind, wobei jedoch alle Einzelschichten als Dünnschichten mit einer Dicke unterhalb 1,5 μ m und das gesamte Schichtsystem als eine Dünnschicht-Sandwich-Struktur, die insgesamt dünner als 2,5 μ m ist, ausgeführt sind und eine zentrale Öffnung in einem Trägerkörper freitragend überspannen.

Die kalten bzw. warmen Verbindungsstellen der Thermosäule befinden sich - in an sich bekannter Weise - abwechselnd auf dem massiven Trägerkörper, der die zentrale Öffnung aufweist, bzw. auf einem Dünnschichtsubstrat, das die Öffnung im Trägerkörper überspannt. Die zentral angeordnete Heizschicht erstreckt sich nur über Gebiete auf dem Dünnschichtsubstrat, die sich innerhalb der Öffnung im Trägerkörper befinden, und ist durch Dünnschichtleiterbahnen mit elektrischen Zuführungen, die im massiven Trägerkörper gehalten sind, verbunden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel an Hand von Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1: den prinzipiellen Aufbau eines Strahlungsdetektors für Absolutmessungen und

Fig. 2: eine Draufsicht auf das Schichtsystem eines Strahlungsdetektors für Absolutmessungen, wobei nur Teilelemente der Thermosäule und der Heizschicht in ihrer Lage zueinander dargestellt sind.

Über eine zentrale Öffnung 1 ist in einem Trägerkörper 2 eine dünne elektrisch isolierende Substratschicht 3, z. B. eine ca. 100 nm dicke Zelluloseazetatschicht, freitragend aufgespannt, die als Trägerschicht für das gesamte Schichtsystem des Strahlungsdetektors dient. Darauf ist die strahlungsempfindliche Schicht 4 in Gestalt einer maximal $1,4\text{ }\mu\text{m}$ dicken Dünnschicht-Thermosäule z. B. aufgedampft, die in Fig. 1 jedoch nur durch ein einziges Thermoelement, das aus den sich überlappenden Thermoschenkelschichten 4.1 und 4.2

besteht, symbolisch dargestellt ist. Die Thermosäule ist durch die Zuführungen 5 kontaktiert. Darüber ist zunächst eine weitere Isolationsschicht 3 und dann als thermische Ausgleichsschicht eine z. B. metallische ca. 200 nm dicke Dünnschicht 6 angeordnet, die aus einem Material besonders guter thermischer Leitfähigkeit, z. B. Silber, besteht und sich nur über das Gebiet über der Öffnung 1 erstreckt. Nach einer weiteren Isolationsschicht 3 ist eine ca. 50 nm dicke elektrische Heizschicht 7, die z. B. in bekannter Weise als Mäander ausgeführt ist, aufgebracht. Diese ist durch Zuführungen 8 kontaktiert, wobei die Verbindung zwischen den Zuführungen 8 und der Heizschicht 7, die sich ebenfalls nur über das Gebiet über der Öffnung 1 erstreckt, durch Dünnschichtleiterbahnen 9 hergestellt ist. Diese Verbindungsleiterbahnen 9 sind dabei so angeordnet, daß sie sich überall dort, wo sie auf dem Trägerkörper 2 verlaufen und von diesem auf das die Öffnung 1 überspannende Dünnschichtsubstrat 3 überwechseln, nur neben den Elementen der Thermosäule und nirgends über diesen befinden, um die Gefahr von elektrischen Kurzschlüssen zu vermeiden (Fig. 2).

Schließlich bildet eine ca. 100 nm dicke Absorptionsschicht 10, die vom übrigen System ebenfalls durch eine Isolationsschicht 3 getrennt ist und sich wieder nur über das Gebiet der Öffnung 1 erstreckt, den oberen Abschluß des Systems. Das vom Trägerkörper getragene System ist insgesamt dünner als $2,5\text{ }\mu\text{m}$.

Der Trägerkörper 2 mit dem Schichtsystem ist in ein Schutzgehäuse üblicher Bauart, das in den Zeichnungen nicht mit dargestellt ist, eingebaut.

Ein in der beschriebenen Weise aufgebautes Schichtsystem ist in der Lage, auf sehr geringe Temperaturunterschiede - infolge Absorption von nur sehr geringen Mengen von Strahlungs-

energie - sehr empfindlich und schnell zu reagieren. Die von der Absorptionsschicht in Wärme umgewandelte Strahlungsenergie bzw. die in der Heizschicht elektrisch erzeugte Wärme verändern die Temperatur des gesamten Schichtsystems in nahezu identischer Weise, woraus sich eine gute Meßgenauigkeit und nur sehr geringe Fehler ergeben.

Mehrere nach der im Ausführungsbeispiel beschriebenen Ausführungsform aufgebaute Muster von Strahlungsdetektoren für Absolutmessungen zeigten bei Betrieb an Luft durchschnittlich eine Empfindlichkeit von 0,5 V/W bei einer Zeitkonstante von ca. 100 ms. Es gelang damit, noch 6 μ W nachzuweisen.

Erfindungsanspruch

1. Strahlungsdetektor für Absolutmessungen, dessen strahlungsaufnehmendes Empfängerflächensystem aus einer als Dünnschicht-Thermosäule ausgelegten temperaturempfindlichen Schicht, mindestens einer elektrischen Heizschicht, mindestens einer thermischen Ausgleichsschicht und mindestens einer Absorptionsschicht besteht, die untereinander durch elektrisch isolierende Schichten getrennt und gemeinsam auf einer Unterlage angeordnet sind, die von einem Trägerkörper gehalten wird, und bei dem die Heizschicht(en) durch Verbindungsleiterbahnen mit Zuführungen verbunden sind, die in dem Trägerkörper befestigt sind,
g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h ,
daß a l l e Einzelschichten als Dünnschichten mit einer Dicke unterhalb $1,5\text{ }\mu\text{m}$ und das gesamte Schichtsystem als eine Dünnschicht-Sandwich-Struktur, die insgesamt dünner als $2,5\text{ }\mu\text{m}$ ist, ausgeführt sind und eine zentrale Öffnung im Trägerkörper freitragend überspannen.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

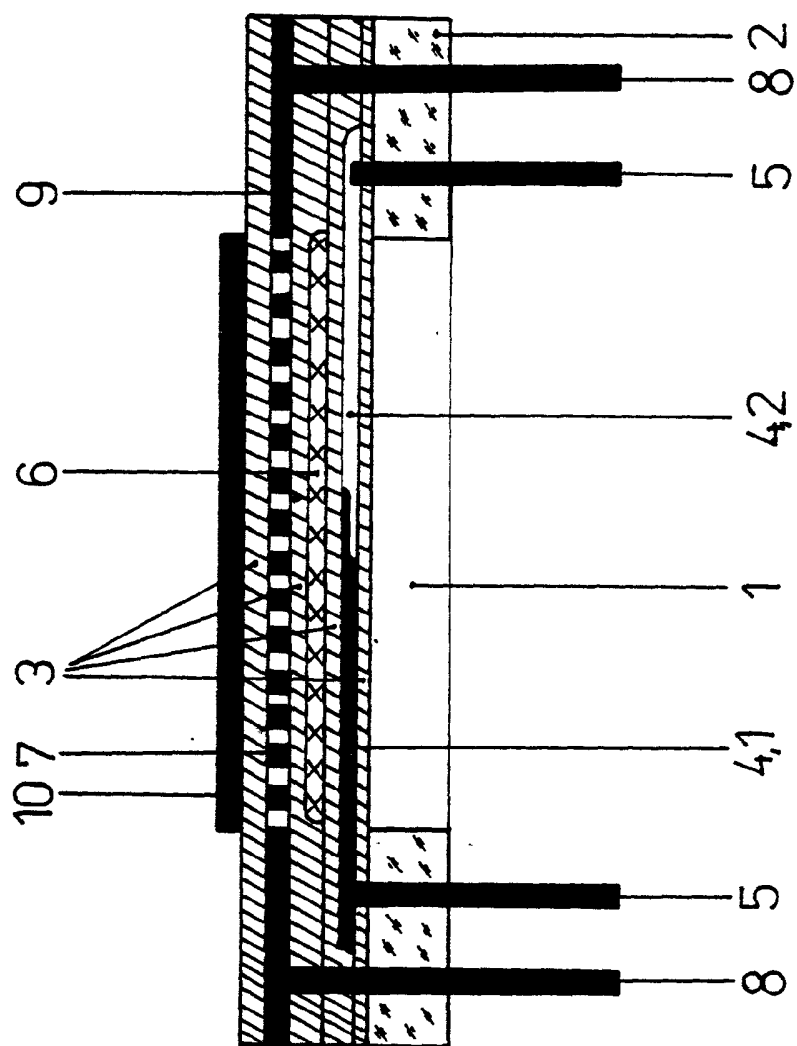


Fig.1

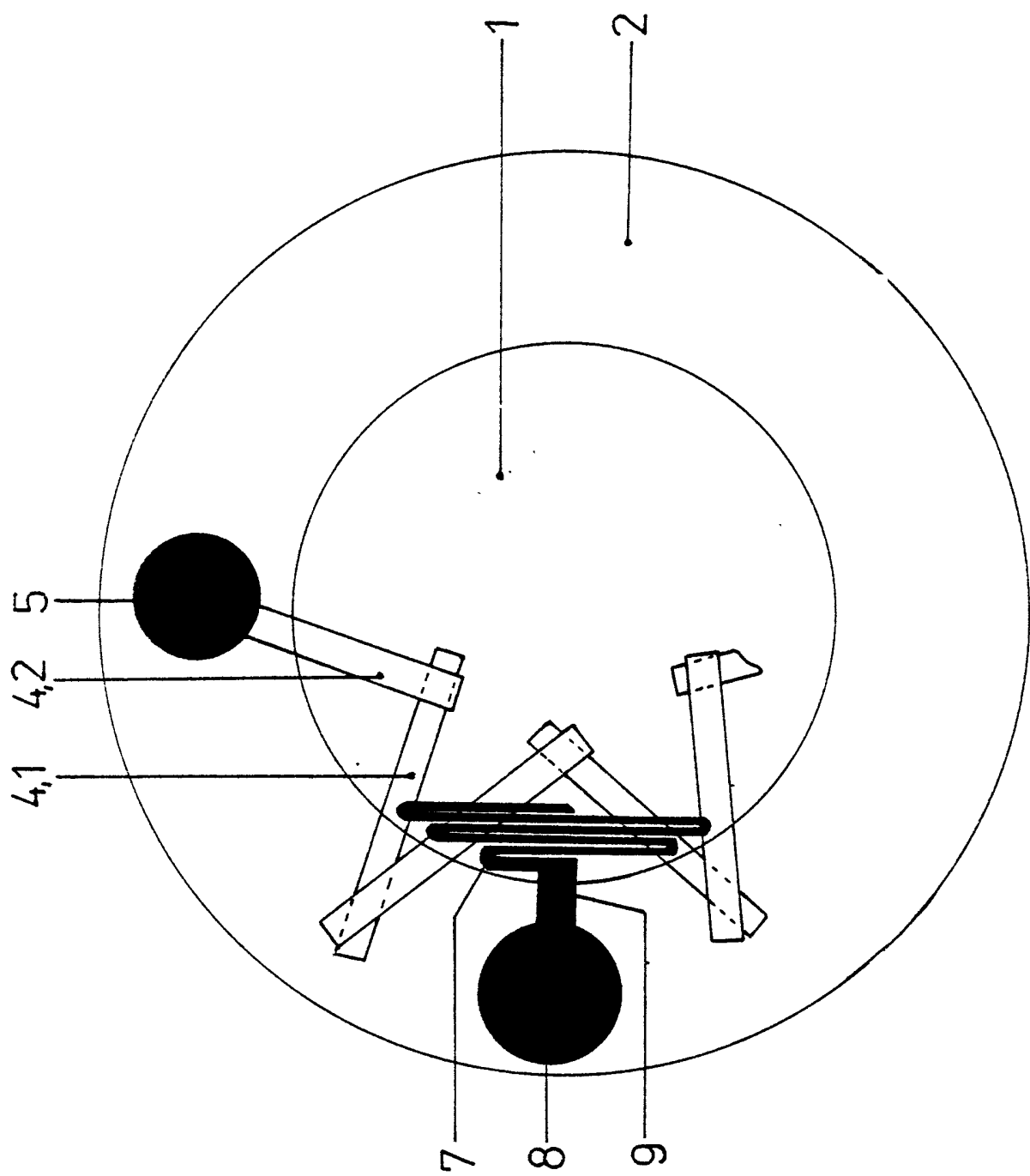


Fig. 2