

2

⑤

Int. Cl. 2:

G 01 K 7-30

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



*Handwritten signature or initials*

DT 23 47 765 B2

①

# Auslegeschrift 23 47 765

②

Aktenzeichen: P 23 47 765.8-52

③

Anmeldetag: 22. 9. 73

④

Offenlegungstag: 10. 4. 75

⑤

Bekanntmachungstag: 18. 12. 75

⑩

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

⑤

Bezeichnung: Rauschthermometer

⑦

Anmelder: Kernforschungsanlage Jülich GmbH, 5170 Jülich

⑧

Erfinder: Brixy, Heinz, Dr., 5170 Jülich; Thyssen, Heinz, 5171 Mersch

⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US 31 81 365

Patentansprüche:

1. Rauschthermometer bestehend aus Meßkreis, Vergleichskreis und Meßelektronik, wobei der Meßkreis aus Meßfühler und einem Induktivität und Kapazität aufweisenden, die über dem Meßfühler gebildete Rauschspannung vom Meßfühler zur Meßelektronik leitenden Übertragungssystem besteht und wobei im Vergleichskreis ein veränderbarer Widerstand angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßfühler aus einem Material besteht, dessen Widerstand sich bei einer Änderung der Temperatur innerhalb des im Temperaturbereich zwischen 80 und 1500° K liegenden jeweiligen Meßbereichs, für den das Rauschthermometer vorgesehen ist, um höchstens einige Prozent seines Wertes bei einer vorgegebenen Bezugstemperatur ändert, und daß der ohmsche Widerstand des Meßfühlers so groß ist, daß die Summe der ohmschen Widerstände des Meßfühlers und des Übertragungssystems zwischen Meßfühler und Meßelektronik gleich dem Wellenwiderstand des Übertragungssystems ist.

2. Rauschthermometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anpassung des ohmschen Widerstandes und des Wellenwiderstandes des Übertragungssystems an den ohmschen Widerstand des Meßfühlers das Übertragungssystem aus mehreren parallel geschalteten Kabeln besteht.

3. Rauschthermometer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungssystem zusätzlich mit einem oder mehreren mit dem Meßfühler verbundenen, an den dem Meßfühler abgewandten Ende offenen Kabeln besteht.

4. Rauschthermometer nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß der Temperaturmeßbereich von 80 bis 1400° K reicht, der Meßfühler aus einem aus einer Chrom-Nickel-Legierung mit einem Gehalt von etwa 20% Chrom und etwa 80% Nickel gebildeten Widerstand besteht.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Rauschthermometer bestehend aus Meßkreis, Vergleichskreis und Meßelektronik, wobei der Meßkreis aus Meßfühler und einem Induktivität und Kapazität aufweisenden, die über dem Meßfühler gebildete Rauschspannung vom Meßfühler zur Meßelektronik leitenden Übertragungssystem besteht und wobei im Vergleichskreis ein veränderbarer Widerstand angeordnet ist.

Rauschthermometer werden zur Temperaturmessung in einem weiten Temperaturbereich eingesetzt, der allein durch die Temperaturbeständigkeit der Meßfühler bestimmt ist. Die der Messung mit einem Rauschthermometer zugrunde liegenden Erscheinungen beruhen auf statistischer, unregelmäßiger thermischer Bewegung der Elektronen im Meßfühlermaterial. Die Messung mittels Rauschthermometern ist eine absolute Temperaturmessung. Die Messungen sind zudem praktisch frei von Umgebungseinflüssen, wie beispielsweise von dem Einfluß der Neutronenbestrahlung. Das ist bei Temperaturmessungen in Kernreaktoren von besonderem Vorteil.

Rauschthermometer zur Temperaturmessung sind

bekannt. Als Material für Meßfühler werden verschiedenartige Metalle, wie Platin, Wolfram od. dgl., verwendet. Die Meßmethode besteht darin, daß das mittlere Rauschspannungsquadrat der über dem Widerstand des Meßfühlers in einem bestimmten Frequenzband, dem Meßband, gebildeten Rauschspannung gemessen und mit dem mittleren Rauschspannungsquadrat der über einem Vergleichswiderstand im Vergleichskreis im gleichen Frequenzband gebildeten Rauschspannung in Beziehung gesetzt wird. Messungen mit Rauschthermometern, bei denen das Übertragungssystem aus einem bis zu einigen Metern langen Kabel besteht, sind dabei sehr einfach durchführbar. Die durch die Temperaturänderung bedingte Änderung des Widerstandes des Meßfühlers wird dabei durch Vergleichen der über dem Meßfühler gebildeten Rauschspannung mit der über dem Vergleichswiderstand gebildeten Rauschspannung bei gleichzeitiger Veränderung des Vergleichswiderstandes abgeglichen. Es hat sich jedoch gezeigt daß dieser einfache Widerstandsabgleich bei Messungen mit Rauschthermometern mit einem aus einem längeren Kabel bestehenden Übertragungssystem nicht ausreicht. Dies war dann der Fall, wenn Meßstelle und Meßapparatur weit auseinander lagen, wie beispielsweise in Kernreaktoren oder in Röhrenspaltöfen der chemischen Industrie. Durch den Einfluß der Induktivitäten und Kapazitäten des Übertragungssystems wird nämlich das Leistungsspektrum des Rauschens, das als mittleres Rauschspannungsquadrat über dem Meßfühler gemessen wird, verändert. Das hat zu Meßungenauigkeiten geführt, die nicht in Kauf genommen werden können.

Man hat zwar bei Verwendung eines langen Kabels zur Übertragung des Rauschsignals versucht, die nachteiligen Einflüsse des Übertragungssystems auf die Messung ebenfalls abzugleichen. Zu diesem Zweck wurde außer dem Widerstandsabgleich im Meßband ein zweiter Abgleich in einem höheren Frequenzband als dem Meßband mit Hilfe einer regelbaren Induktivität und einer regelbaren Kapazität im Vergleichskreis durchgeführt. Der Abgleich war jedoch nur näherungsweise durchführbar, da die Kapazitäten und Induktivitäten des Übertragungssystems durch eine bestimmte Induktivität und eine bestimmte Kapazität im Vergleichskreis nicht exakt nachgebildet werden konnten. Das hatte die Folge, daß eine genaue Messung schon bei Verwendung von 50 bis 100 m langen Kabeln trotz des angewendeten Abgleichsverfahrens nicht möglich war.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Rauschthermometer bestand darin, daß das bei Verwendung langer Kabel erforderliche Abgleichverfahren nur mit komplizierten, zusätzlichen elektronischen Geräten durchführbar war, deren Handhabung zeitraubend und schwierig war und die zudem einen hohen Kostenaufwand erforderten. Da der Abgleich bei jeder Temperaturmessung erneut vorgenommen werden mußte, hatte dies die nachteilige Folge, daß die Messungen mittels der bekannten Rauschthermometer vom Benutzer selbst meist nicht durchgeführt werden konnten. Das hat dazu geführt, daß sich die Temperaturmessung mittels Rauschthermometern trotz der erheblichen Vorteile gegenüber anderen bekannten Temperaturmeßeinrichtungen nicht durchzusetzen vermochte.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Rauschthermometer zu schaffen, daß die Nachteile der bekannten Rauschthermometer vermeidet, das einfach in der Handhabung, einfach und somit wirtschaftlich herstell-

bar ist und zudem genaue Temperaturmessungen auch dann ermöglicht, wenn die Meßstelle und die Geräte der Meßelektronik 100 m und mehr voneinander entfernt sind.

Die Aufgabe der Erfindung wird bei einem Rauschthermometer der genannten Art dadurch gelöst, daß der Meßfühler aus einem Material besteht, dessen Widerstand sich bei einer Änderung der Temperatur innerhalb des im Temperaturbereich zwischen 80 und 1500° K liegenden jeweiligen Meßbereichs, für den das Rauschthermometer vorgesehen ist, um höchstens einige Prozent seines Wertes bei einer vorgegebenen Bezugstemperatur ändert, und daß der ohmsche Widerstand des Meßfühlers so groß ist, daß die Summe der ohmschen Widerstände des Meßfühlers und des Übertragungssystems zwischen Meßfühler und Meßelektronik gleich dem Wellenwiderstand des Übertragungssystems ist.

Als Material des Meßfühlers werden zweckmäßigerweise Metalle oder Legierungen mit einem im Temperaturmeßbereich kleinen Temperaturkoeffizienten, beispielsweise Chrom-Nickel-Legierungen, verwendet. Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, bei Messungen im Temperaturbereich bis etwa 1000°C, bei denen Meßfühlerwiderstände verwendet werden, die im allgemeinen größer sind als etwa 35 Ohm, den Widerstand des Meßfühlers so zu bemessen, daß er an den Wellenwiderstand und den ohmschen Widerstand des Übertragungssystems angepaßt ist. Das Übertragungssystem kann dabei aus einem einzigen Kabel bestehen. Da Kabel mit einem Wellenwiderstand von 35, 50, 75, 93, 100, 150, 200 und 250 Ohm erhältlich sind, können so unter Berücksichtigung des ohmschen Widerstandes des Übertragungskabels Meßfühler verwendet werden, deren Widerstand etwa den genannten Ohmwerten entspricht.

Sehr vorteilhaft ist es, daß zur Anpassung des ohmschen Widerstandes und des Wellenwiderstandes des Übertragungssystems an den ohmschen Widerstand des Meßfühlers das Übertragungssystem aus mehreren parallelgeschalteten Kabeln besteht. Dadurch ist es möglich, auch im Temperaturmeßbereich oberhalb etwa 1000°C, in dem der Widerstand des Meßfühlers im allgemeinen kleiner als 35 Ohm ist, die Anpassung so vorzunehmen, daß der Wellenwiderstand des Übertragungssystems an den Widerstand des Meßfühlers und den ohmschen Widerstand des Übertragungssystems angeglichen wird. So kann beispielsweise durch Parallelschalten zweier Kabel mit einem Wellenwiderstand von 35 Ohm ein Wellenwiderstand des Übertragungssystems von 17,5 Ohm erhalten und unter Berücksichtigung des ohmschen Widerstandes der beiden parallelgeschalteten Kabel mit einem Widerstand des Meßfühlers von etwa 17 Ohm gemessen werden.

Für eine sehr genaue Anpassung des Übertragungssystems an den Widerstand des Meßfühlers hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß das Übertragungssystem zusätzlich aus einem oder mehreren mit dem Meßfühler verbundenen, an den dem Meßfühler abgewandten Ende offenen Kabeln besteht, da zwar die Wellenwiderstände, nicht aber die ohmschen Widerstände der

nicht mit der Meßelektronik verbundenen Kabel des Übertragungssystems in die Anpassung eingehen. Dadurch, daß die Zahl der mit der Meßelektronik verbundenen Kabel variiert wird, kann das Übertragungssystem sehr genau an den Widerstand des Meßfühlers angepaßt werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, im Temperaturmeßbereich bis etwa 1000°C Rauschthermometer mit einem Übertragungssystem aus mehr als einem Kabel zu verwenden. So ist es beispielsweise von Vorteil, zwei Kabel parallel zu schalten, wenn das Widerstandsrauschen der Kabel ausgeschaltet werden soll.

Eine Weiterbildung des Rauschthermometers gemäß der Erfindung besteht darin, daß für den Fall, daß der Temperaturmeßbereich von 80 bis 1400° K reicht, der Meßfühler aus einem aus einer Chrom-Nickel-Legierung mit einem Gehalt von etwa 20% Chrom und etwa 80% Nickel gebildeten Widerstand besteht.

Auf diese Weise ist es möglich, mit einem einzigen Meßfühler im Temperaturbereich von etwa 80 bis etwa 1500° K Messungen durchzuführen.

Wie sich gezeigt hat, wird bei Messungen mit dem Rauschthermometer gemäß der Erfindung, bei dem auch bei sehr guter Anpassung des Meßfühlers an das Übertragungssystem bei Verwendung langer Kabel von beispielsweise etwa 200 m praktisch keine störenden Einflüsse des Übertragungssystems mehr vorhanden sind, keine zusätzliche Elektronik benötigt, der Vergleichskreis enthält zudem nur noch einen regelbaren Widerstand. Bei der Anschaffung eines Rauschthermometers gemäß der Erfindung entstehen daher keine Kosten für zusätzliche Elektronik. Durch Wegfall des komplizierten Abgleichverfahrens sind Messungen auch bei Verwendung langer Kabel in kurzer Zeit und so einfach durchzuführen, daß sie von jedem Benutzer selbst vorgenommen werden können.

Auch bei Verwendung langer Kabel sind die Messungen mit dem Rauschthermometer gemäß der Erfindung viel genauer durchführbar als mit bekannten Rauschthermometern, bei denen trotz des verwendeten komplizierten Abgleichs die störenden Einflüsse des Übertragungssystems nicht vollständig ausgeschaltet werden konnten.

#### Ausführungsbeispiel

Mit einem Rauschthermometer wurden Temperaturmessungen im Bereich zwischen etwa 80 und 1500° K durchgeführt. Das Material des Meßfühlers, dessen ohmscher Widerstand bei Raumtemperatur 31 Ohm betrug, bestand aus einer Chrom-Nickel-Legierung mit einem Gehalt von etwa 20% Chrom und etwa 80% Nickel. Das Übertragungssystem bestand aus drei parallelgeschalteten, mit Meßfühler und Meßelektronik verbundenen Kabeln von je 93 Ohm Wellenwiderstand und einer Länge von je 100 m. Das mittlere Rauschspannungsquadrat der über dem Widerstand des Meßfühlers gebildeten Rauschspannung wurde im Frequenzbereich zwischen 10 und 100 kHz gemessen. Vergleichsmessungen mit bekannten Temperaturmeßeinrichtungen ergaben im gesamten Temperaturbereich einen Fehler von kleiner als 0,5%.