



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 40 690 A1** 2005.04.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 40 690.5**
(22) Anmeldetag: **04.09.2003**
(43) Offenlegungstag: **14.04.2005**

(51) Int Cl.7: **G01L 19/06**
F01D 17/02, B64D 43/00

(71) Anmelder:
MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE

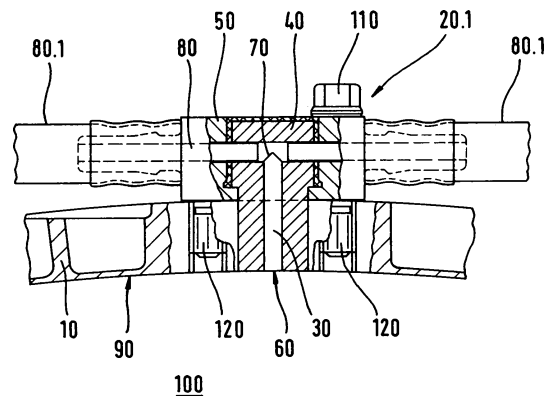
(72) Erfinder:
Götz, Werner, 85101 Lenting, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Drucksonde**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sonde (20.1, 20.2) zur Messung des Drucks eines Gases in einem Raum (100), insbesondere in einem Lufteinlauf eines Strahltriebwerks. Die Sonde umfasst eine Druckmessleitung (30), die von einem Sondenkern umgeben ist. Erfindungsgemäß ist der Sondenkern wasserabweisend. Die Sonde (20.1, 20.2) ist so positioniert, dass das in den Raum mündende Ende (60) der Druckmessleitung tiefer liegt als die anderen Bereiche der Druckmessleitung (30). Dadurch wird erreicht, dass die Druckmessleitung (30) auch dann, wenn sich in dem vom Gehäuse (10) umgebenen Raum (100) kalte und feuchte Luft befindet, die Druckmessleitung (30) nicht vereist. Die Erfindung macht die Beheizung der Sonde (20.1, 20.2) überflüssig (Fig. 2).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sonde zur Messung des Drucks eines Gases in einem Raum, insbesondere in einem Lufteinlauf vor einer Verdichterstufe eines Strahltriebwerks.

Stand der Technik

[0002] Eine Sonde nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus DE 19645164 C1 bekannt. Die Sonde, dort Luftdruck-Messfühler genannt, misst den Druck einer Luftströmung oder Luftmasse, z. B. den Luftdruck im Lufteinlauf eines Strahltriebwerks eines Flugzeugs. Bei Flügen in Bodennähe und relativ hoher Luftfeuchte droht bei einer Temperatur um 0°C eine Vereisung der Druckmessleitung. Daher ist die Druckmessleitung flächig von einem ringförmigen Heizelement umgeben.

Aufgabenstellung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Druckmesssonde nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, die keine Beheizung aufweist und die dennoch auch dann eine fehlerfreie Druckmessung ermöglicht, wenn das Gas, dessen Druck zu messen ist, feucht und kalt ist und daher eine Vereisung sowohl der Messbohrung als auch der Druckmessleitung droht.

[0004] Die Aufgabe wird durch eine Sonde nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Die Erfindung sieht vor, dass der Sondenkern wasserabweisend ist. Die wasserabweisende Wirkung wirkt sich mindestens auf die durch den Sondenkern gebildete Wand der Druckmessleitung und die Umgebung des in den Raum mündenden Endes der Druckmessleitung aus. Wasser, das sich als Feuchtigkeit im Gas befindet, kann wegen der wasserabweisenden Gestaltung nicht zu einer vollständigen Benetzung der Druckmessleitung in Form einer Schicht und Blockage der Messleitung führen. Aufgrund der wasserabweisenden Gestaltung vermögen Wassertropfen die Wand der Druckmessleitung nicht zu benetzen, vielmehr bildet das kondensierte Wasser Perlen auf der Wand, welche abtropfen.

[0006] Zudem verhindert die erfindungsgemäße Druckmesssonde, dass sich auf der Stirnseite des Sondenkerns zum Raum hin eine Eisfläche aufbauen kann, womit ein Verschließen der Messbohrung durch Eis unterbunden wird.

[0007] Weiterhin sieht die Erfindung eine bestimmte Positionierung der Sonde vor. Die Sonde ist dabei so positioniert, dass das in den Raum mündende Ende der Druckmessleitung tiefer liegt als die anderen Be-

reiche der Druckmessleitung. Das kondensierte Wasser tropft aufgrund der Schwerkraft aus der Druckmessleitung nach unten ab, bevor diese vereist oder blockiert und dadurch die Druckmessung beeinträchtigt oder verfälscht.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Positionierung der Sonde und durch die wasserabweisende Gestaltung des Sondenkerns erübrigt sich die Beheizung der Druckmessleitung. Damit wird das Gewicht reduziert und eine Stromversorgung für die Beheizung sowie eine Einrichtung, die diese Beheizung überwacht und Fehlfunktionen der Beheizung aufzeichnet und/oder meldet, überflüssig.

[0009] Die erfindungsgemäße Sonde lässt sich sowohl dafür verwenden, den Innendruck in einem von einem Gehäuse umgebenden Raum zu messen, als auch zur Messung des Außendrucks, z. B. des Luftdrucks an einer bestimmten Stelle. Das Gehäuse kann hierbei den Raum ganz oder teilweise umschließen. Der Raum ist beispielsweise ein Lufteinlauf einer Gasturbine (Anspruch 11), insbesondere ein Lufteinlauf vor einem Niederdruck-Verdichter.

[0010] Vorzugsweise wird der Sondenkern aus wasserabweisendem Kunststoff, z. B. Teflon, hergestellt (Anspruch 3, Anspruch 4).

[0011] Die Ausgestaltung nach Anspruch 5 sieht zusätzlich einen Sondenkopf vor, der wenigstens einen Teil des Sondenkerns umgibt. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn der Sondenkern über den Sondenkopf am Gehäuse befestigt wird. Dabei befindet sich der Sondenkern überwiegend in der Gehäusewandung und wird außerhalb dieser zumindest teilweise, insbesondere in Umfangsrichtung, vom Sondenkopf kraftschlüssig umgeben. Der Sondenkopf ist mit dem Gehäuse verbunden, insbesondere verschraubt und fixiert somit auch den Sondenkern. Zudem kann der Sondenkopf in dieser Konstellation die Gasleitungen aufnehmen, die das entnommene Gas bzw. den entnommenen Gasdruck zur angeschlossenen Messeinrichtung (Drucksensoren) weiterleiten. Dieser Sondenkopf ist mit einem wasserabweisenden Material beschichtet. Dadurch vermeidet er, dass sich Wasser auf ihm niederschlägt, vereist, den Sondenkern abkühlt und dadurch die Druckmessung beeinträchtigt oder verfälscht. Zudem wird der Innenraum des Sondenkopfes dadurch nicht weiter abgekühlt, so dass auch im Innern befindliches kondensiertes Wasser nicht gefriert.

Ausführungsbeispiel

[0012] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen:

[0013] Fig. 1 die Positionierung von zwei Sonden in

einem Lufteinlauf als dem Gehäuse;

[0014] Fig. 2 den Aufbau einer dieser Sonden;

[0015] Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine Sonde in einem Lufteinlauf vor einem Niederdruck-Verdichter einer Gasturbine. Der Lufteinlauf **10** fungiert in diesem Beispiel als ein den Raum **100** wenigstens teilweise umgebendes Gehäuse. Der vom Lufteinlauf **10** umschlossene Raum **100** ist in diesem Beispiel annähernd rotationssymmetrisch um die Längsachse L des Triebwerks. In der oberen Hälfte sind zwei Sonden (durch strichgepunkteten Kreis markiert) in derselben Ebene, die senkrecht auf der Längsachse L steht, angebracht.

[0016] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch den Lufteinlauf **10**. Der Lufteinlauf **10** umschließt einen Raum **100**, der in Richtung der Längsachse L von Luft durchströmt wird, deren statischer Druck zu messen ist. Die elektronische Regeleinheit **200** dient zur Steuerung des Triebwerks.

[0017] In den Lufteinlauf **10** sind zwei Sonden **20.1** und **20.2** so eingelassen, dass die zum Raum **100** zeigenden Seiten bündig mit der an den Raum **100** angrenzenden Oberfläche **90** des Lufteinlaufs **10** abschließt. Die Positionen der beiden Sonden **20.1**, **20.2** sind durch Winkel $\alpha = 60^\circ$ bzw. $\beta = -62^\circ$ aus der Vertikalen V verschoben.

[0018] Die Sonden **20.1** und **20.2** arbeiten nach einem dem Fachmann geläufigen Prinzip der Druckmessung. Derartige Prinzipien sind z. B. aus „Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau“, 20. Auflage, Springer-Verlag, 2001, Abschnitt 2.5.4 „Druckmesstechnik“, sowie aus EP 834743 B1, EP 314447 B1, US 4,730,487, DE 3604335 A1 und DE 1573533 A1 bekannt.

[0019] In Fig. 2 werden die Bestandteile der Sonde **20.1** gezeigt. Die Druckmessleitung **30** steht senkrecht auf dem Lufteinlauf **10** und ist auf voller Länge von einem Sondenkern **40** umgeben. Beispielsweise ist die Druckmessleitung **30** als Bohrung durch den Sondenkern **40** oder als Aussparung im Sondenkern **40** gestaltet. Das Ende **60** der Druckmessleitung **30** mündet in den Raum **100**. Der Sondenkern **40** schließt bündig mit der Oberfläche **90** des Lufteinlaufs **10** ab. Das andere Ende **70** der Druckmessleitung **30** ist mit einer weiteren Druckmessleitung **80** verbunden, die über Druckschläuche **80.1** die Sonden **20.1**, **20.2** untereinander und mit einer Messeinheit verbindet (siehe auch Fig. 1).

[0020] Der Sondenkern **40** ist in seinem unteren Bereich im Lufteinlauf **10** eingelassen. Der nicht vom Lufteinlauf **10** umgebene obere Bereich des Sondenkerns **40** ist von einem Sondenkopf **50** kraftschlüssig umgeben. Der Sondenkopf **50** hat in diesem Beispiel

die Form eines Quaders mit abgerundeten Ecken. Die Sonde ist mittels des Sondenkopfs über Schrauben **110** und selbstsichernde Gewindeeinsätze oder Muttern **120** fest mit dem Lufteinlauf verbunden. Die übrigen Bestandteile der Sonde **20.1**, z. B. eine Druckmessdose als Messeinheit, sind in Fig. 2 nicht dargestellt.

[0021] Der die Druckmessleitung **30** umgebende Sondenkern **40** ist in diesem Ausführungsbeispiel aus Teflon hergestellt. Teflon ist ein wasserabweisender Kunststoff. Für den Sondenkopf **50** wird im vorliegenden Beispiel Titan oder rostfreier Stahl verwendet. Der Sondenkopf **50** ist wasserabweisend beschichtet, und zwar vorzugsweise dergestalt, dass der Lotuseffekt auftritt. Durch Ausnutzung des Lotuseffekts werden selbstreinigende Oberflächen bereitgestellt. Winzige Erhebungen bewirken beim Lotuseffekt eine Noppenstruktur, auf der Wasser und Schmutz nicht haften bleiben können. Erreicht wird diese Noppenstruktur durch Basislackierung und Deckschicht mit strukturbildenden Partikeln. Beispielsweise wird eine hydrophobe Oberfläche hergestellt, die Partikel mit einer Größe im Mikrometerbereich bis Submikrometerbereich aufweisen, welche wiederum eine zerklüftete Struktur im Nanometerbereich aufweisen. Die wasserabweisende Gestaltung des Sondenkopfes **50** bewirkt, dass sich kein Wasser auf ihm niederschlagen und vereisen kann. Damit vermeidet die wasserabweisende Gestaltung des Sondenkopfes **50**, dass die weitere Druckmessleitung **80** durch Eisbildung abkühlt, was die Druckmessung beeinträchtigen oder verfälschen würde.

[0022] Im vorliegenden Beispiel verlaufen die Druckmessleitungen **30** der Sonden **20.1**, **20.2** senkrecht zur Oberfläche des Lufteinlaufs **10**, es ist jedoch auch möglich, dass die Druckmessleitung **30** mit einer Senkrechten auf dem Gehäuse einen Winkel ungleich Null Grad einschließt und sie somit schräg in der Wandung des Lufteinlaufs **10** verläuft.

Bezugszeichenliste

10	Lufteinlauf eines Niederdruck-Verdichters als Gehäuse
20.1, 20.2	Druckmesssonden
30	Druckmessleitung
40	Sondenkern
50	Sondenkopf
60	unteres Ende der Druckmessleitung 30
70	oberes Ende der Druckmessleitung 30
80	weitere Druckmessleitung
80.1	Druckschläuche
90	Oberfläche des Lufteinlaufs 10
100	Vom Lufteinlauf 10 umgebener Raum
110	Schrauben
120	Muttern oder Gewindeeinsatz (selbstsichernd)
200	Regeleinheit (elektronisch)

Patentansprüche

1. Sonde (**20.1**, **20.2**, ...) zur Messung des Drucks eines Gases in einem Raum (**100**), wobei die Sonde
 - eine Druckmessleitung (**30**) für die Zuführung von Gas aus dem Raum (**100**) und
 - einen die Druckmessleitung umgebenden Sondenkern (**40**) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Sondenkern (**40**) wasserabweisend ist und
 - die Sonde (**20.1**, **20.2**, ...) so positioniert ist, dass ein in den Raum mündendes Ende (**60**) der Druckmessleitung (**30**) der vertikal am tiefsten liegende Bereich der Druckmessleitung (**30**) ist.
2. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmessleitung (**30**) gerade ist.
3. Sonde nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sondenkern (**40**) aus wasserabweisendem Kunststoff ist.
4. Sonde nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der wasserabweisende Kunststoff Teflon ist.
5. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**20.1**, **20.2**, ...) einen wenigstens einen Teil des Sondenkerns (**40**) umgebenden Sondenkopf (**50**) umfasst, der mit einem wasserabweisenden Material beschichtet ist.
6. Sonde nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Sondenkopf (**50**) aus einem Metall ist.
7. Sonde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Metall Titan oder rostfreier Stahl ist.
8. Sonde nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die wasserabweisende Beschichtung des Sondenkopfes (**50**) derart gestaltet ist, dass ein Lotuseffekt auftritt.
9. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**20.1**, **20.2**, ...) fest mit einem wenigstens teilweise den Raum umgebenden Gehäuse (**10**) verbunden ist
10. Sonde nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**20.1**, **20.2**, ...) in der vertikal oberen Hälfte des Gehäuses (**10**) positioniert ist.
11. Gasturbine mit einem Lufteinlauf (**10**) mit mindestens einem Sensor (**20.1**, **20.2**, ...) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Messung des Gasdrucks im Lufteinlauf (**10**).

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

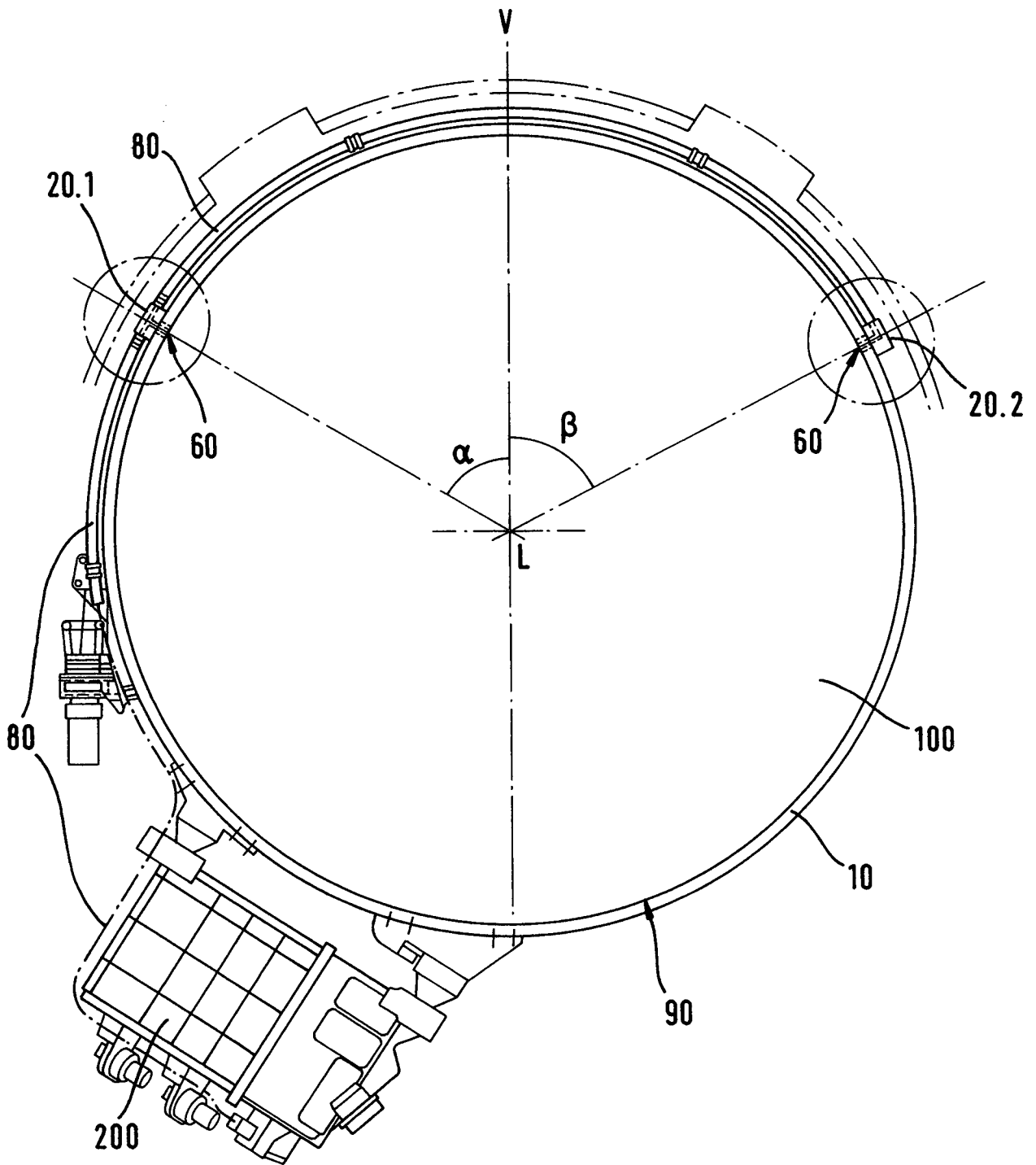


Fig. 1

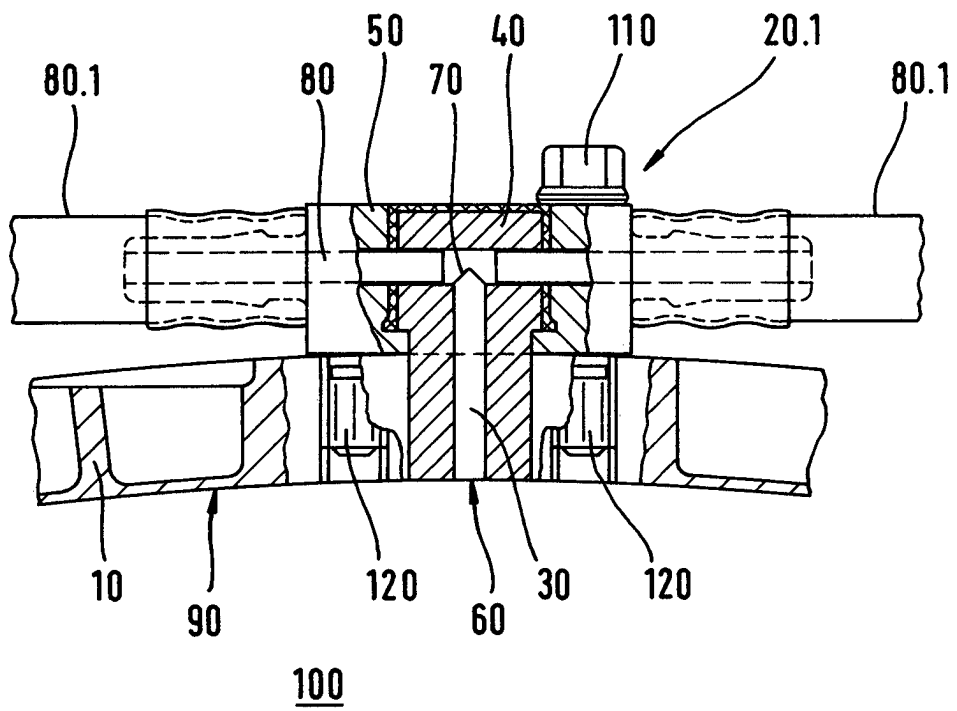


Fig. 2