



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 026 766 B4** 2009.01.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 026 766.9**

(22) Anmeldetag: **02.06.2004**

(43) Offenlegungstag: **05.01.2006**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01F 1/44** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Thibaut, Jochen, 82140 Olching, DE; Schell,
Ingmar, Dr.-Ing., 82131 Gauting, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

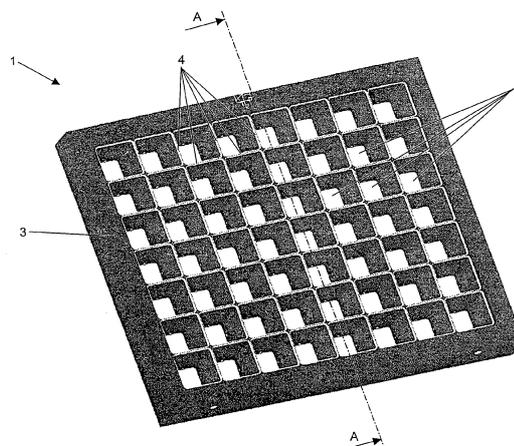
US 27 60 371

US 17 02 274

EP 12 96 118 A1

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Volumenstrommessung**

(57) Hauptanspruch: Einrichtung (1) zur Volumenstrommessung bestehend aus mehreren aneinander grenzenden, nebeneinander angeordneten Venturi-Düsen (2), die sich über den ganzen Querschnitt der zu messenden Strömung erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass die Venturi-Düsen (2) im wesentlichen eine rechteckige Querschnittsform haben und wie in einer Matrix in Spalten und Reihen angeordnet sind, die nur mehr durch schmale Stege voneinander getrennt sind, die sich in Kreuzungspunkten treffen, wobei sich in zumindest einem Kreuzungspunkt zwischen den Venturi-Düsen (2) ein Druckkanal (5) zur Messung des Totaldrucks befindet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Volumenstrommessung, die nach dem Prinzip eines Venturi-Rohres arbeitet.

[0002] Es sind allgemein Einrichtungen zur Messung eines Volumenstroms bekannt, die nach dem Prinzip eines Venturi-Rohres arbeiten. Eine Düse im Venturi-Rohr bewirkt dabei im Volumenstrom eine Beschleunigung der Strömung. Damit ist zwischen dem vollen Rohrquerschnitt des Volumenstroms und dem verengten Rohrquerschnitt an der engsten Stelle der Düse ein Druckabfall verbunden, aus dem sich der Volumenstrom und der Massenstrom für inkompressible Medien berechnen lässt, wenn man die Drücke an den beiden Querschnitten erfasst. Neben Flüssigkeiten gelten auch Gase bei genügend kleinen Druckänderungen als inkompressibel.

[0003] Derartige Einrichtungen sind besonders geeignet zur Messung des Volumenstroms in einem Rohr. Weist dagegen die Strömung einen großen Strömungsquerschnitt auf, kann ein Venturi-Rohr nur lokal in einen Bereich der Strömung hineingehalten werden und den Volumenstrom in diesem Bereich der Strömung ermitteln. Daraus muss dann der Volumenstrom der gesamten Strömung hochgerechnet werden. Nachteiligerweise ist so keine genaue Messung des Volumenstroms einer Strömung mit einem großen Strömungsquerschnitt möglich.

[0004] Aus der EP 1 296 118 A1 ist bereits eine Vorrichtung zur Volumenstrommessung bekannt, die aus mehreren aneinander angrenzenden, nebeneinander angeordneten Venturi-Düsen besteht.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Volumenstrommessung zu schaffen, die auch bei Strömungen mit großem Strömungsquerschnitt eine hohe Messgenauigkeit aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einer Einrichtung zur Volumenstrommessung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Erfindungsgemäß besteht eine Einrichtung zur Volumenstrommessung aus mehreren aneinander grenzenden und nebeneinander angeordneten Venturi-Düsen. Zwischen den aneinander grenzenden Venturi-Düsen kann kein Medium mehr hindurchströmen. Die Venturi-Düsen erstrecken sich zumindest über den ganzen Querschnitt der zu messenden Strömung. Dadurch muss die gesamte Strömung durch die Venturi-Düsen hindurchströmen. Auf diese Weise kann auch der Volumenstrom von Strömungen mit großen Querschnitten exakt erfasst werden. Es müssen nur die in einzelnen Venturi-Düsen erfassten Volumenströme addiert werden, um den gesamten Volumenstrom der Strömung zu erhalten.

Vorteilhafterweise führt der Düseneffekt der Venturi-Düsen zusätzlich zu einer Homogenisierung der Strömung. Hierdurch kann angenommen werden, dass die einzelnen Venturi-Düsen mit annähernd konstanter Geschwindigkeit durchströmt werden.

[0008] Die Venturi-Düsen haben im Wesentlichen eine rechteckige Querschnittsform. Dies vereinfacht das Anordnen mehrerer Venturi-Düsen nebeneinander, da zwischen den einzelnen Venturi-Düsen sich nur mehr schmale Stege befinden, die nur einen geringfügigen Einfluss auf die Strömung haben. Die Venturi-Düsen sind wie in einer Matrix angeordnet. Dadurch entsteht eine sehr gleichmäßige Anordnung der Venturi-Düsen in Reihen und Spalten, die nur mehr durch schmale Stege voneinander getrennt sind, die sich in Kreuzungspunkten treffen.

[0009] In zumindest einem Kreuzungspunkt zwischen den Venturi-Düsen befindet sich ein Druckkanal zur Messung des Totaldrucks. Zusätzlich kann sich bevorzugterweise im engsten Querschnitt zumindest einer Venturi-Düse ein Druckkanal zur Messung des statischen Drucks befinden. Aus der Differenz des statischen Drucks und des Totaldrucks ergibt sich dann der Staudruck der Strömung am Düsenaustritt der jeweiligen Venturi-Düse und somit auch die Strömungsgeschwindigkeit. Aus der Multiplikation der Strömungsgeschwindigkeit am Düsenaustritt mit der Austrittsfläche der Venturi-Düse kann der Volumenstrom durch die jeweilige Venturi-Düse ermittelt werden.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0011] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, anhand dessen die Erfindung im Folgenden näher beschrieben wird. Die einzelnen Figuren zeigen in schematischer Darstellungsweise:

[0012] [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung eines Messrahmens aus mehreren Venturi-Düsen,

[0013] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Detailansicht des Messrahmens aus [Fig. 1](#) und

[0014] [Fig. 3](#) einen Schnitt durch den Messrahmen aus [Fig. 1](#) entlang der Schnittlinie A-A.

[0015] In den Figuren [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist eine Einrichtung **1** zum Messen einer Luftströmung in einem Windkanal dargestellt. Die Einrichtung **1** besteht aus einer Vielzahl aneinander grenzender Venturi-Düsen **2** mit einem rechteckigen Querschnitt, die in Spalten und Reihen angeordnet sind, und von einem Rahmen **3** umgeben sind. Die aneinander grenzenden Venturi-Düsen **2** sind jeweils nur durch einen gemeinsamen Steg **4** getrennt, der zugleich die inne-

re Begrenzung der Venturi-Düsen **2** darstellt. Die Einrichtung **1** weist aufgrund der sehr dichten Anordnung der einzelnen Venturi-Düsen **2** zueinander einen relativ geringen Strömungswiderstand auf. Die Einrichtung **1** ist dabei von den Dimensionen her so groß ausgelegt, dass die gesamte Luftströmung diese durchströmt.

[0016] Die einzelnen Venturi-Düsen **2** sammeln die Luftströmung in Teilflächen des Strömungsquerschnitts und führen durch den Düseneffekt zu einer Homogenisierung der Luftströmung. Hierdurch kann angenommen werden, dass die einzelnen Venturi-Düsen **2** am Austrittsquerschnitt mit annähernd konstanter Geschwindigkeit durchströmt werden. Durch Messung der Strömungsgeschwindigkeiten am Austritt der Venturi-Düsen **2** und Multiplikation mit der Austrittsflächen kann der Volumenstrom durch die Venturi-Düsen **2** ermittelt werden. Eine Summierung der Volumenströme der einzelnen Venturi-Düsen **2** ergibt genau den Gesamtvolumenstrom durch die Einrichtung **1**.

[0017] Zur Messung der Strömungsgeschwindigkeiten muss jeweils der Totaldruck der Luftströmung und der statische Druck im engsten Querschnitt der Venturi-Düsen **2** ermittelt werden. Dazu befindet sich in den Kreuzpunkten der Stege **4** zwischen den Venturi-Düsen **2** jeweils ein Druckkanal **5** zur Messung des Totaldrucks. Im engsten Querschnitt der Venturi-Düsen **2** befindet sich jeweils in der Wand ein Druckkanal **6** zur Messung des statischen Drucks. Durch diese geschickte Integration der Druckkanäle **5** und **6** in die Einrichtung **1** sind die Messstellen mechanisch geschützt. Aus der Differenz der Drücke ergibt sich der Staudruck der Strömung am Austritt der jeweiligen Venturi-Düse **2**, und daraus kann die Strömungsgeschwindigkeit abgeleitet werden.

[0018] Der Rahmen **3** mit allen Venturi-Düsen **2** besteht aus einem einzigen Bauteil aus Kunststoff, das mittels Stereolithografie-Technik hergestellt ist. Diese Technik ermöglicht es, auch sehr komplizierte Bauteile mit Hinterschneidungen einteilig aus einem Kunststoff herzustellen. Zudem können alle Druckkanäle **5** und **6** direkt bei der Fertigung der Einrichtung **1** integriert werden. Die Einrichtung **1** kann in beliebiger Größe aufgebaut werden.

[0019] Die Einrichtung **1** ermöglicht so nicht nur die genaue Erfassung des gesamten Luftstroms im Windkanal, sondern erfasst zusätzlich auch die Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit über den Strömungsquerschnitt.

Patentansprüche

1. Einrichtung **(1)** zur Volumenstrommessung bestehend aus mehreren aneinander grenzenden, nebeneinander angeordneten Venturi-Düsen **(2)**, die

sich über den ganzen Querschnitt der zu messenden Strömung erstrecken, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Venturi-Düsen **(2)** im wesentlichen eine rechteckige Querschnittsform haben und wie in einer Matrix in Spalten und Reihen angeordnet sind, die nur mehr durch schmale Stege voneinander getrennt sind, die sich in Kreuzungspunkten treffen, wobei sich in zumindest einem Kreuzungspunkt zwischen den Venturi-Düsen **(2)** ein Druckkanal **(5)** zur Messung des Totaldrucks befindet.

2. Einrichtung **(1)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich im engsten Querschnitt zumindest einer Venturi-Düse **(2)** ein Druckkanal **(6)** zur Messung des statischen Drucks befindet.

3. Einrichtung **(1)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Venturi-Düsen **(2)** von einem Rahmen **(3)** umgeben sind.

4. Einrichtung **(1)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Venturi-Düsen **(2)** in einem einzigen Bauteil dargestellt sind.

5. Einrichtung **(1)** nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Venturi-Düsen **(2)** und der Rahmen **(3)** in einem einzigen Bauteil dargestellt sind.

6. Einrichtung **(1)** nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil aus Kunststoff besteht.

7. Einrichtung **(1)** nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mittels Stereolithografie-Technik hergestellt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

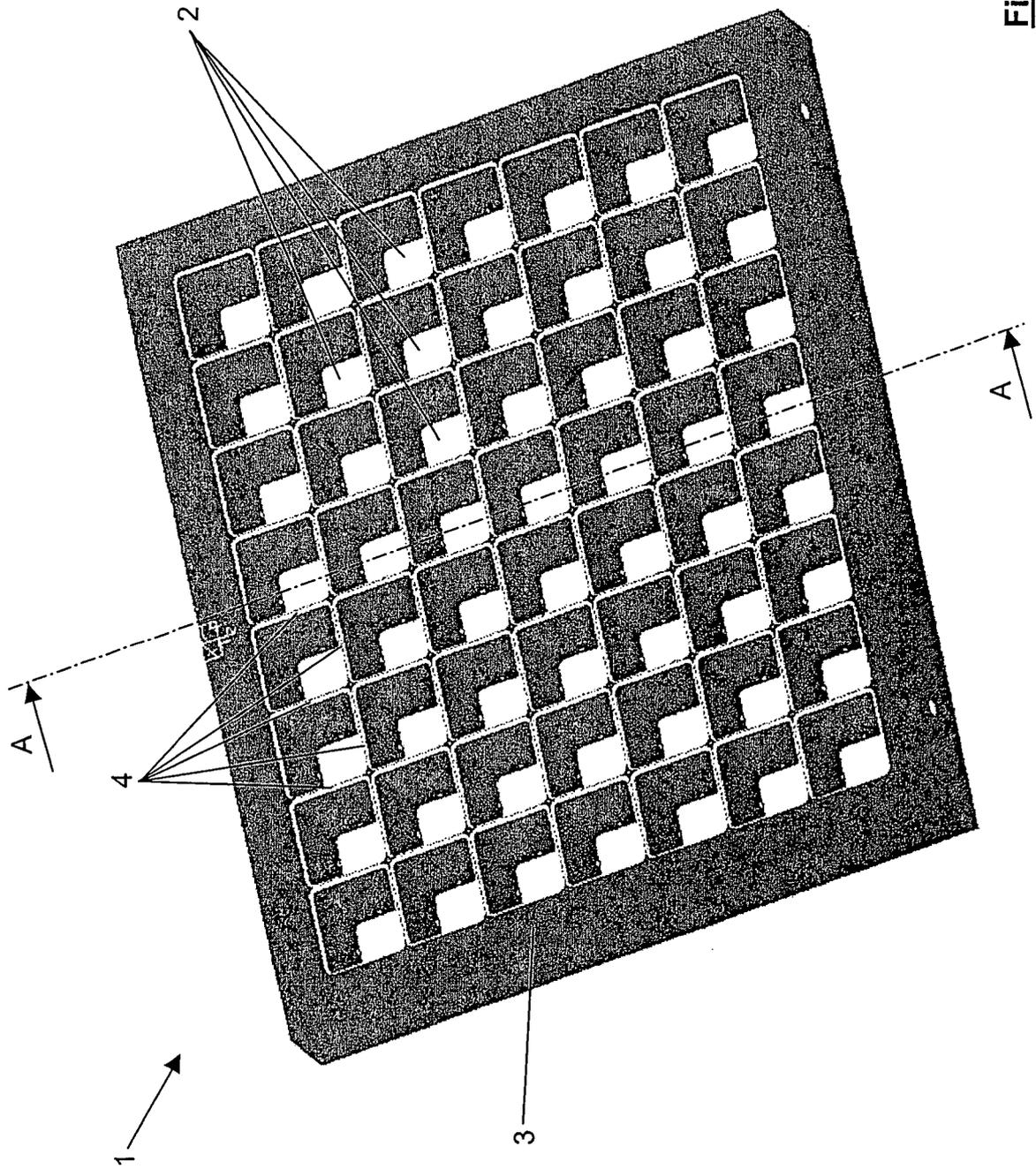


Fig. 1

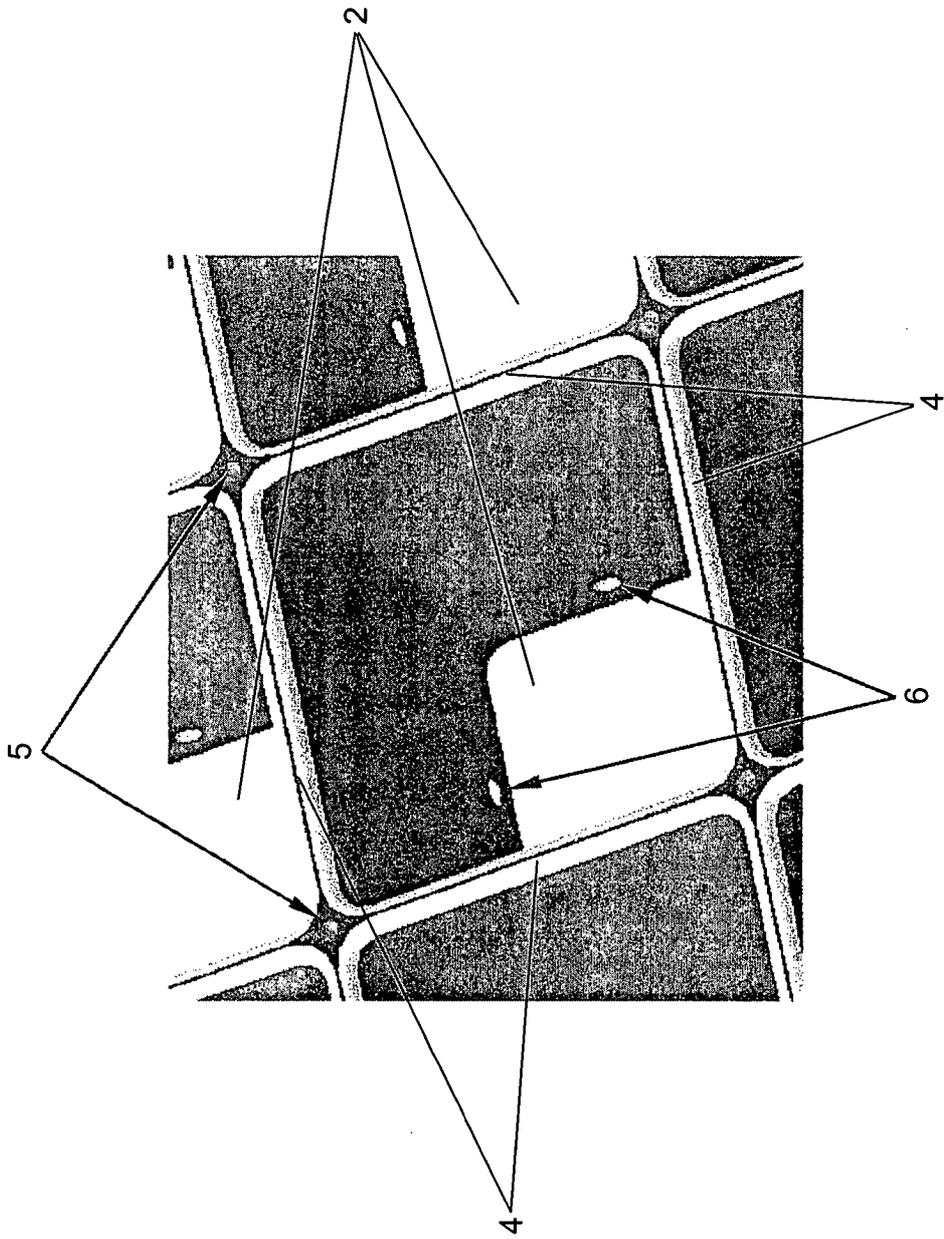


Fig. 2

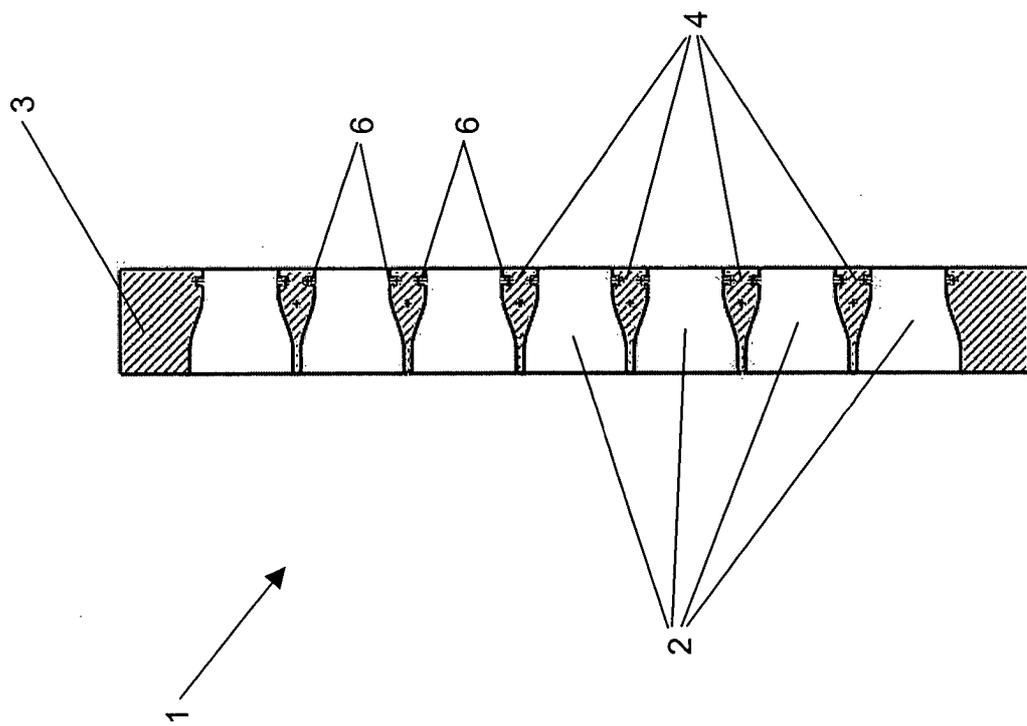


Fig. 3