

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4970540号
(P4970540)

(45) 発行日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)

(24) 登録日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 F 1/46 (2006. 01)

G O 1 F 1/46

G O 1 F 1/00 (2006. 01)

G O 1 F 1/00

K

G O 1 P 5/165 (2006. 01)

G O 1 P 5/165

G O 1 P 5/16 (2006. 01)

G O 1 P 5/16

D

G O 1 P 13/00 (2006. 01)

G O 1 P 5/16

B

請求項の数 13 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-519812 (P2009-519812)
 (86) (22) 出願日 平成19年6月8日 (2007. 6. 8)
 (65) 公表番号 特表2009-544021 (P2009-544021A)
 (43) 公表日 平成21年12月10日 (2009. 12. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/005082
 (87) 国際公開番号 W02008/009333
 (87) 国際公開日 平成20年1月24日 (2008. 1. 24)
 審査請求日 平成22年4月15日 (2010. 4. 15)
 (31) 優先権主張番号 202006011065. 8
 (32) 優先日 平成18年7月18日 (2006. 7. 18)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 594037501
 テスト アーゲー
 ドイツ、7 9 8 5 3 レンツキルヒ、テス
 トシュトラーセ 1
 (74) 代理人 100085198
 弁理士 小林 久夫
 (74) 代理人 100098604
 弁理士 安島 清
 (74) 代理人 100087620
 弁理士 高梨 範夫
 (72) 発明者 ロムバッハ、マルチン
 ドイツ国、7 9 8 5 3 レンツキルヒ、ア
 ム ソンメルベルク 1 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流路内における流れ測定のための測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流路中の流速を測定する測定装置において、前記測定装置は、

- 流路 (1) を備え、
 - プローブ管 (1 0) を備え、前記プローブ管は、第 1 の開口を通して流路 (1) の内部に差し込み自在に設けられ、プローブ管のうち流路 (1) に差し込まれた部分が流路 (1) 内で、流速が (v_s) である流れの作用を受け、そしてプローブ管 (1 0) の流れに正対する側に複数の穴 (1 1) を持ち、前記穴はプローブ管 (1 0) の内部で相互に接続されているので、プローブ管 (1 0) の内部では、流速に依存する全圧 (p_G 、 p_1 、 p_5) が支配し、
 - また差圧センサ (2 0) を備え、前記差圧センサは、プローブ内部における全圧 (p_G 、 p_1 、 p_5) と流路 (1) における静圧 (p_0) との間の差圧 (p_s) を測定するのに適しているものである、測定装置であって、
 プローブ管 (1 0) は少なくともその一部が、スライド可能および / または長さを調節可能なシールド (1 2 a 、 1 2 b) にかこまれ、前記シールドが形成されるに当たっては、プローブ管 (1 0) にそってのシールド (1 2 a 、 1 2 b) のポジション又は長さに応じて、穴 (1 1) を 1 つも閉じないか、あるいは 1 つまたは複数個閉じるように形成されている、測定装置。

【請求項 2】

流路中の流速を測定する測定装置において、前記測定装置は、

10

20

- 流路 (1) を備え、
- プローブ管 (1 0) を備え、前記プローブ管は、当該プローブ管 (1 0) の全体が、第 1 の開口を通して流路 (1) の内部に差し込まれて、そこで流速が (v_s) である流れの作用を受け、そしてプローブ管 (1 0) の流れに正対する側に複数の穴 (1 1) を持ち、前記穴はプローブ管 (1 0) の内部で相互に接続されているので、プローブ管 (1 0) の内部では、流速に依存する全圧 (p_G 、 p_1 、 p_5) が支配し、
- また差圧センサ (2 0) を備え、前記差圧センサは、プローブ内部における全圧 (p_G 、 p_1 、 p_5) と流路 (1) における静圧 (p_0) との間の差圧 (p_s) を測定するのに適しているものである、測定装置であって、
プローブ管 (1 0) は少なくともその一部が、プローブ管に沿って移動可能なシールド (1 2 c) にかこまれ、前記シールドが形成されるに当たっては、プローブ管 (1 0) にそってのシールド (1 2 c) のポジションおよび / または長さに応じて、穴 (1 1) を 1 つも閉じないか、あるいは 1 つまたは複数個閉じるように形成されている、測定装置。

10

【請求項 3】

前記シールドがベローズ (1 2 b) として形成されている、請求項 1 に記載の測定装置。

【請求項 4】

前記シールドがテレスコピックチューブ (1 2 a) として形成されている、請求項 1 に記載の測定装置。

【請求項 5】

20

前記プローブ管 (1 0) はその一部だけが流路 (1) に差し込まれて、前記シールド (1 2 a、1 2 b) が流路 (1) の外にある穴 (1 1) を覆う、請求項 1、3、4 のいずれか一項に記載の測定装置。

【請求項 6】

前記シールドが、スライド可能なチューブまたはスライド可能なレール (1 2 c) として形成され、前記チューブまたはレールは複数の穴 (1 3) を備えるが、前記穴が配置されるに当たっては、シールドの第 1 のポジション、すなわち前記穴 (1 3) がプローブ管 (1 0) の穴 (1 1) とオーバーラップする前記ポジションから出発して、シールドをスライドするとき、プローブ管の穴 (1 1) が順次 1 つずつシールドによって閉じられるように配置される、請求項 2 に記載の測定装置。

30

【請求項 7】

流路 (1) 内の静圧を測定するため、前記差圧センサ (2 0) が第 2 の開口を經由して流路に直接接続されている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の測定装置。

【請求項 8】

前記プローブ管 (1 0) が第 1 のチャンバ (1 0 a) と第 2 のチャンバ (1 0 b) とを備え、前記第 1 のチャンバは、穴 (1 1) を經由して流路に接続されて、全圧 (p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 、 p_5) の作用を受け、前記第 2 のチャンバは、プローブ管 (1 0) の末端面に設けられた開口 (1 4) を經由して流路に接続されて、静圧 (p_0) の作用を受ける、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の測定装置。

【請求項 9】

40

前記差圧センサ (2 0) をプローブ管に接続して、それにより、前記差圧センサが、プローブ管 (1 0) の第 1 のチャンバにおける全圧 (p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 、 p_5) と、第 2 のチャンバにおける静圧 (p_0) との差を測定する、請求項 8 に記載の測定装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の測定装置を用いて、流路 (1) 中の流れプロファイルを測定する方法であって、プローブ管の穴 (1 1) すべてが開かれている基本状態から出発して、シールド (1 2 a、1 2 b、1 2 c) をスライドさせることにより、プローブ管の穴を (1 1) を順次 1 つずつ閉じる、方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の測定装置を用いて、流路 (1) 中の流れプロフ

50

ィールを測定する方法であって、プローブ管(10)の穴(11)の1つだけが閉じられないでいる基本状態から出発して、シールド(12a、12b、12c)またはプローブ管をスライドさせることにより、プローブ管の穴(11)を順次1つずつ開く、方法。

【請求項12】

圧力数値の1つの測定シリーズを測定する際、差圧(p_s)を得るための新しい測定値は、プローブ管(10)で次の1つの穴(11)が閉じられたとき、あるいは開かれたときに測定される、請求項10または11に記載の方法。

【請求項13】

前記測定シリーズから流れプロファイルが計算される、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、動圧プローブを用いて流路内の流速と体積流量を測定する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

動圧プローブ(ピトー管ともいう)は、流速を測定する際、流れ測定技術で広く用いられているセンサである。ピトー管の特殊な形態は、たとえば飛行の際に速度測定に用いられるプラントル型ピトー管である。しかし、ピトー管は、ベンチレーション技術においても、ベンチレーション流路中で流速、体積流量、または質量流量を測定する際に用いることができる。ピトー管は、取り付けが簡単な点で、そしてまた取り付け状態では圧力損失が小さい点で、すぐれているからである。

20

【0003】

この種の動圧プローブの公知の構造形態の例を、図1に示す。プローブ管10は、1つの開口を通して流路1の内部に差し込まれている。プローブ管10の流れに正対する側には、プローブ管10の軸にそって複数の穴11が配置されているので、プローブ管内部では、流速 v_s に依存する全圧 p_G が支配する。プローブ管10の内部は、差圧センサ20の第1のポートに接続されている。差圧センサ20の第2のポートは、流路のもう1つの開口に接続されているが、この開口には流れが直接には流入しない。したがって差圧センサ20の第2のポートは、流路内部における静圧 p_0 に相当する圧力レベルがかかっている。差圧 $p_s = p_G - p_0$ は動圧と呼ばれる。動圧 p_s から、下記のようにして流速 v_s を簡単に計算できる。

30

【数1】

$$v_s = \sqrt{\frac{2 \cdot P_s}{\rho}} \quad (1)$$

【0004】

ここで ρ は、流れる媒体の密度を表す。上記の関係式は、ベルヌーイの方程式から直接得られる。

40

流速 v_s は通常、流路断面上にわたって一定ではない。プローブ管10はその長軸にそって複数の穴11を有するので、平均動圧 p_s と、そこから流路10における平均流速 v_s とが求められる。しかし平均流速のこの種の測定は不正確であって、そのときどきの流れプロファイルを測定結果に取り込む必要がある。これまでこの問題は、動圧プローブを可能性ある流路断面それぞれに個別に適合させて、校正することによって解決している。動圧プローブが固定組付けされている場合、この解決法は問題が少ないが、ポータブルの動作チェック機器を用いる移動型の測定の場合、可能性ある流路断面それぞれに対して適合されたプローブ管が必要であるというのは、移動型の応用として実用的ではない。膨大な数のさまざまなプローブ(可能性ある流路断面それぞれに1つずつのプローブ)が必要となる。

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって本発明の課題は、流路中の流速を測定する測定装置として、任意の管径において流速を十分正確に測定するに適したものを示すことである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題は、請求項1に記載の測定装置によって解決される。さまざまな実施形態および発展形、ならびにこの測定装置を用いる方法を、従属請求項に記載した。

従来の技術とは異なって、本発明の場合は、流路断面上の流れプロファイルが平均流速の測定結果に影響するという問題を、動圧プローブを特別にある特定の流路断面に適合させ、校正することによって解決するのではない。そうではなく、流れプロファイルの測定も可能になるように、そして流れプロファイルの測定結果を平均流速の計算に取り入れることができるように、動圧プローブを改善することによって解決する。

【0007】

流路中の流速を測定するための本発明による測定装置は、流路の傍らにプローブ管と差圧センサとを備え、このプローブ管は、プローブ管の長軸に平行な線にそって配置された複数の穴を有する。このプローブ管は、第1の開口を通して流路の内部に差し込まれ、その際プローブ管の穴は、流路内の流れに正対している。流れに正対するすべての穴はプローブ管内部につながり、プローブ管内部では、流速に依存する全圧（静圧＋動圧）が支配している。

【0008】

差圧センサは、プローブ管内部に接続された第1のポートを備える。差圧センサの第2のポートは、一方の開口を経由して流路に接続されるが、その際第2のポートには流路内部の静圧がかかるようにする。したがって、この後者の開口には流路の流れが流入してはならず、その開口断面は流れの線に平行に位置しなければならない。差圧センサによって測定された差圧は、プローブ内部の動圧に正確に等しい。

【0009】

さらにプローブ管は少なくともその一部が、スライド可能および/または長さを変更可能なシールドにかこまれている。このシールドを形成するに当たっては、プローブ管にそっての前記シールドのポジションおよび/または長さに応じて、穴を1つも閉じたり覆ったりしないか、あるいは1つまたは複数の穴を閉じたり覆ったりするように形成する。

【0010】

プローブを流路に差し込んだ後は、平均圧力だけでなく、プローブ管にある穴と同数の個別圧力測定からなる測定シリーズ全体を測定できる。この場合流入を受ける穴の個数をさまざまに変えながら、その測定シリーズのあらゆる測定が行われる。流入を受けるべきでない穴は、この場合シールドで覆わなければならない。1つの測定でプローブの一部だけを流路に差し込むことができる。この場合シールドを配置するに当たっては、流路に位置しない穴はシールドで覆い、流路内に位置する穴が流入を受けようとする。したがって、この場合シールドは、流路の外だけに位置する。プローブは、全体を流路に差し込むことができる。この場合は当然、シールドも少なくともその一部が流路内に配置され、シールドの長さやポジションに応じてさまざまに異なる個数の穴を覆うようにしなければならない。

【0011】

測定シリーズで最初の差圧測定の際には、プローブ管の第1の穴だけを閉じないで置き、自由に流入可能にする。第2の差圧測定の前に、プローブ管の第2の穴（たとえばすでに開いている第1の穴に直接隣接する穴）を開放し、こうして、第2の測定の際に2つの（たとえばたがいに隣接する）穴が流入を受け、プローブ管内部の平均動圧をそれに応じて変化させる。その後いずれの測定の前にも、プローブ管のもう1つの穴、すなわちそれ以前にはシールドによって覆われていた穴を開放する（たとえばその1つ前に開放された

穴に直接隣接する穴)。このプロセスを、プローブ管のすべての穴が閉じられることなく、自由に流入可能となるまで続ける。当然のことであるがこのプロセスは、逆の順序でも同様に良好に行うことができる。すなわち最初の測定では、プローブ管のすべての穴が流入を受けて、後続の測定の際には順次1つずつ穴をシールドで覆う。そして、自由に流入可能な穴、かつプローブ管内の平均圧力に寄与する穴がただ1つとなるまで、上記のプロセスを続ける。穴を覆い、あるいは開放する順序は、結果には影響しない。しかし実際的な理由から、穴は多くの場合、上記の順序に従って覆われ、あるいは開放されるものとする。

【0012】

プローブ管の穴を次々と開きまたは閉じるとき、プローブ管内部の平均動圧の変化は、流路断面上の流れプロファイルに関する情報を含む。測定された動圧数値の列から、流れプロファイルの形状を求めることができる。

【0013】

本発明の重要な視点は、シールドの形成である。これは長さを調節できるペローズまたはテレスコピックチューブとして形成できる。このペローズまたはテレスコピックチューブはプローブ管にかぶせられ、そのポジションおよび/または長さに応じて、プローブ管の穴を1つも覆わなかったり、あるいは1つまたは複数の穴を覆って、覆われた穴が流入を受けることをできなくしたりする。もう1つの方法は、もう1つのチューブを使用することである。このもう1つのチューブは、やはりプローブ管にかぶせられるもので、複数の穴が設けられ、これらの穴は、シールドのポジションに応じてプローブ管の穴とオーバーラップし、後者の穴をポジションに依存して開放し、あるいは閉じることができる。この場合、チューブの代わりにレールを用い、このレールを流れに正対する側に配置することができる。

【0014】

汎用的なパラメータ測定プローブとして使用できるようにするために、プローブ管における本発明の測定装置に、湿度センサや温度センサを設けることができる。

下記では、各図に示す実施例により、本発明を詳しく説明する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】従来の技術による動圧プローブを備える測定装置である。

【図2】シールドとしてテレスコピックチューブを備える本発明による動圧プローブである。

【図3】シールドとしてペローズを備える本発明による動圧プローブである。

【図4】本発明による動圧プローブであって、シールドとしてチューブを備えるものである。このチューブはやはり複数の穴を備え、これらの穴は、ポジションに依存してプローブ管の穴とオーバーラップする。

【図5】図3と同様な本発明による動圧プローブであるが、この動圧プローブは、静圧を同時に検出するために、内部スペースを2つのチャンバに分けられている。

【図6a】本発明の方法によって記録された動圧の測定シリーズの線図である。この測定シリーズは、プローブ管の自由に流入可能な穴に依存する。

【図6b】図6aの測定シリーズから計算された数値の線図である。この数値は、流路断面上の流れプロファイルに比例する。各図に記載する部品で同一のものには、同一の符号を付した。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図2aおよび2bは、本発明による測定装置の一部、すなわち穴11を備えるプローブ管10を示す。これらの穴は、流れに正対する側で、対称軸に平行な1本の線にそって配置されている。またこのプローブ管は、テレスコピックチューブ12aを備え、このテレスコピックチューブは、プローブ管にかぶせられて、ポジションおよび長さの調整に応じて、1つも穴を覆わなかったり、あるいは1つまたは並んで続く複数の穴を覆ったりする

のに好適である。プローブ管 11 は流路に差し込まれるが、その際、テレスコピックチューブ 12 a の長さの調整に応じて、差し込みの深さを変えることができる。図 2 a は、引き出しポジションにあるテレスコピックチューブを示す。このポジションで、プローブ管の穴はただ 1 つの穴を残してほかはすべて、このテレスコピックチューブに覆われている。ただ 1 つの穴だけが流路に位置する。したがってプローブ管内部における全圧 p_1 の形成には、流路に 1 つ残った穴が寄与する。ここでテレスコピックチューブ 12 a のポジションに応じて、任意の個数の穴 11 を開き、または閉じることができる。開いていて自由に流入を受けることができる穴 11 だけが、全圧 p_1 、 p_2 などの形成に寄与する。図 2 b は、繰り込みポジションにあるテレスコピックチューブを示す。このポジションでテレスコピックチューブは、長さが最小となり、穴 11 を 1 つも覆わない。その結果、すべての穴 11 は流路内に位置し、自由に流入可能であって、プローブチューブ 10 の内部で平均全圧 p_5 を形成するのに寄与する。全圧 p_5 という場合の添え字「5」は、測定の際にプローブ管の 5 つの穴 11 が流入を受けたことを表す。

【0017】

図 3 a および 3 b は、図 2 a および 2 b とほぼ同様であるが、テレスコピックチューブ 12 a の代わりに、ベローズ 12 b がシールドとして用いられる。したがって、ベローズ 12 b は、たとえばその最小長さの 20 倍に伸張でき、プローブ管の穴 11 のうち覆われて流れに対してシールドされる個数を調節するのに、非常によく適する。

【0018】

図 4 は、シールドを備える本発明のプローブ管のもう 1 つの実施形態を示す。これがほかの実施形態と異なるのは、測定シリーズ実行の際はいつも、プローブ管 10 の全体が流路内に差し込まれている点である。この場合 - やはり流路内に位置する - シールドが、もう 1 つのチューブによって形成され、このチューブがプローブ管にかぶせられている。これと異なる実施形態では、上記もう 1 つのチューブの代わりにただ 1 本のレールを、プローブ管の流れと正対する側に配置することもできる。このもう 1 つのチューブ 12 c またはレールは、やはり穴 13 を備える。これらの穴を形成、配置するに当たっては、このもう 1 つのチューブのポジションに応じて、このもう 1 つのチューブの穴 13 すべてが、プローブ管の穴 11 すべてとオーバーラップし、それにより流れが自由に流入可能となるように、あるいはまたプローブ管における任意の個数の穴 11 が、もう 1 つのチューブによって覆われるように、形成、配置する。この実施形態の場合も、このもう 1 つのチューブ 12 c のポジションに応じて、プローブ管の穴 11 がこのもう 1 つのチューブ 12 c によって、1 つも覆われなかったり、あるいは 1 つの穴または並んで続く複数の穴が覆われたりする。図 4 は、5 つの穴 11 を有するプローブ管に対して、もう 1 つのチューブ 12 c が取る 5 つの異なるポジションを模式的に示す。これにより、もう 1 つのチューブ 12 c のポジションに応じて、プローブ管では 5 つ、4 つ、3 つ、2 つ、またはただ 1 つの穴 11 が覆われず、流れが自由に流入可能である。それに付随してプローブ管内部に生じる全圧は、圧力 p_5 から p_1 に相当する。

【0019】

図 5 は、図 3 に示したベローズを備えるプローブ管であるが、プローブ管内部は、この場合 2 つのチャンバ 15 および 16 を有する。穴 11 すべては第 1 のチャンバ 15 につながり、第 2 のチャンバ 16 は、ただ 1 つの開口 14 を経由して流路に接続されている。しかしこの開口 14 を配置するに当たっては、この開口に流れが直接流入しないように、すなわちこの穴が流れの線に平行に位置するように、たとえば円筒形プローブ管の末端面に位置するように配置する。相応の流れがあれば、第 1 のチャンバ 15 にはふたたび全圧 p_1 、 p_2 などが生じ、この全圧は、流れに依存する動圧と静圧との和として計算される。第 2 のチャンバ 16 には、静圧 p_0 だけが生じる。なぜならば、チャンバ 16 を流路に接続する穴 14 を通っては、流れが流入しないからである。この配置の利点は、全圧 p_1 、 p_2 など、および静圧 p_0 を、同一のプローブ管で測定できることと、図 1 に示す従来の技術のような、静圧 p_0 を測定するための専用の流路開口を必要としないことである。

【0020】

図 6 a は、本発明の測定プロセスで求められる測定シリーズの経過の例を示す（縮尺に忠実ではない）。当初シールドによって完全に閉じられていた動圧プローブは、シールドまたは動圧プローブを手動でスライドさせることにより（動圧プローブをスライドすることにより、シールドもまたスライドし、および / または圧縮され、または伸張される）、ステップごとに動圧プローブの穴を順次 1 つずつ開放する。そして該当する穴が開放された後、動圧プローブ内部における全圧と静圧との差圧として、動圧が求められる。したがって、穴 11 を n 個持つ動圧プローブの場合、1 つの測定プロセスで、個別数値 p_n が n 個得られる。

【 0 0 2 1 】

この測定シリーズから、流れプロファイルの形状が容易に求められる。流れプロファイルに比例する個々のポイントの動圧数値 Δp_n の列は、それぞれの時点で測定された動圧と、その時点の測定時に覆われていない穴の個数との積から、その前に測定された動圧と、その際覆われていなかった穴の個数との積を引き算することによって得られる。したがって、その測定シリーズの n 番目の測定の際に、 n 個の穴が流入を受けるならば、個々のポイントの動圧は下記のようにして得られる。

【 0 0 2 2 】

$$\Delta p_n = p_n \cdot n - p_{n-1} \cdot (n - 1) \quad \text{ただし } n > 1 \quad (2)$$

プローブ管で流入を受ける穴がただ 1 つである最初の測定の際、個々のポイントの動圧 Δp_1 は、平均動圧 p_1 に当然等しい。

$$\Delta p_1 = p_1 \quad (3)$$

【 0 0 2 3 】

そうすると、個々のポイントの動圧数値 Δp_n に相当する数値であって、かつ求められる局所的な流速 v_n に対する数値は、式 (1) と同様に下記の下記の式から得られる。

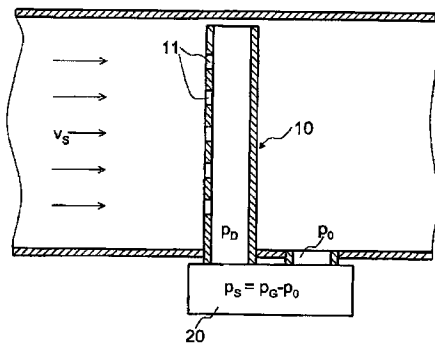
【 数 2 】

$$v_n = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_n}{\rho}} \quad (4)$$

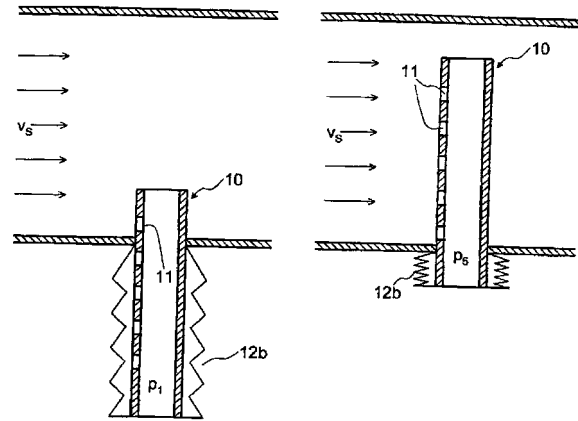
【 0 0 2 4 】

流れプロファイルの位置分解能は、各穴の間隔に正確に相当する。このようにして求められた流れプロファイルの形状から、流路内の平均流速、あるいは体積流量または質量流量を容易に計算できる。

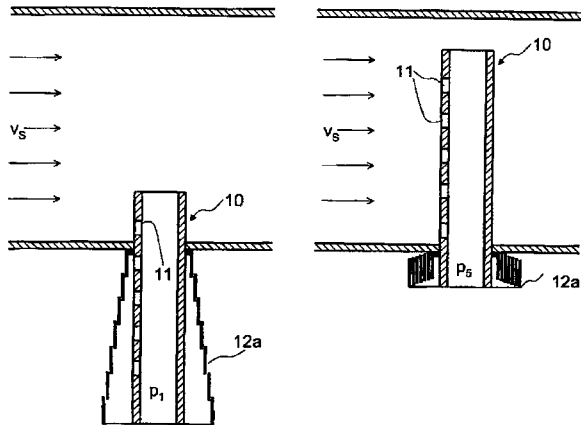
【図 1】



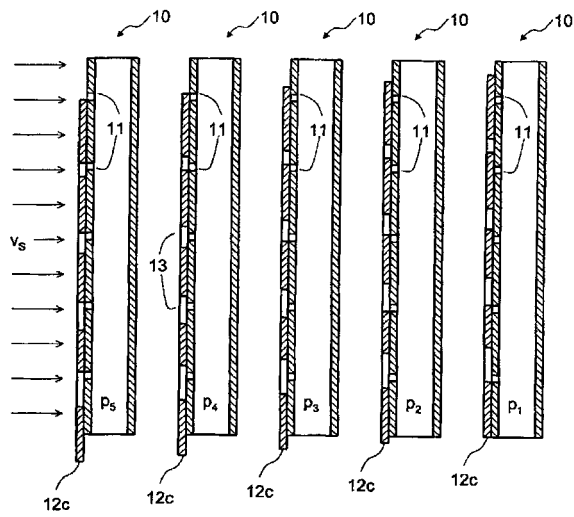
【図 3】



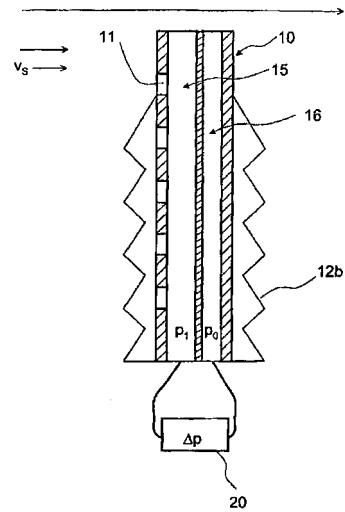
【図 2】



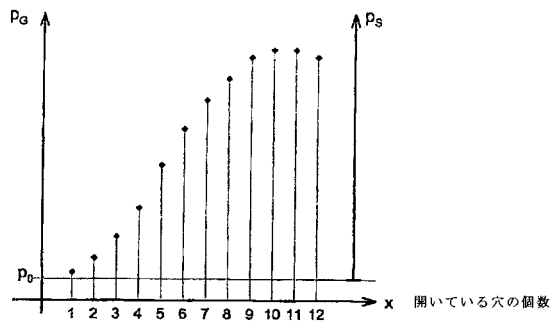
【図 4】



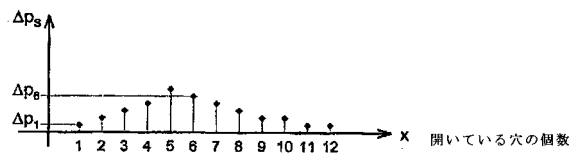
【図 5】



【図 6 a】



【図 6 b】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 P 13/00 D

- (72)発明者 フーグ, ウド
ドイツ国、7 8 0 5 2 ビリンゲン - シュベニンゲン、アン デル ホールガス 1 1
- (72)発明者 ストレイシエル, マンフレッド
ドイツ国、7 9 8 5 3 レンツキルヒ、イム ナイデルドルフ 1 5 アー
- (72)発明者 ホール, ユールゲン
ドイツ国、7 9 8 7 7 ローテンバッハ、アム ハルト 1 0

審査官 石井 哲

- (56)参考文献 特公昭5 0 - 0 1 6 6 5 9 (J P , B 1)
特開平0 8 - 2 1 0 8 8 7 (J P , A)
実開平0 1 - 1 2 6 5 2 6 (J P , U)
特開平1 1 - 0 2 3 6 0 5 (J P , A)
実開昭6 3 - 0 1 2 7 4 3 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01F 1/46
G01F 1/00
G01P 5/16
G01P 5/165
G01P 13/00