

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **220157**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **392822**

(51) Int.Cl.  
**G01P 5/02 (2006.01)**  
**G01F 1/26 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **02.11.2010**

(54)

**Anemometr światłowodowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**07.05.2012 BUP 10/12**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.09.2015 WUP 09/15**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**EDWARD WOJNAR, Kraków, PL  
BOLESŁAW KARWAT, Kraków, PL  
RYSZARD MACHNIK, Kraków, PL  
ŁUKASZ WOJNAR, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Jolanta Woźniak**

**PL 220157 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest anemometr światłowodowy pozwalający na zwiększenie pewności i dokładności pomiarów przepływu gazów lub cieczy.

Znany jest z polskiego opisu zgłoszenia P-380579 sposób kształtowania pasma przenoszenia anemometru stałotemperaturowego z kompensacją częstotliwości, charakteryzujący się tym, że czujnik pomiaru prędkości w anemometrze zasila się w układzie zawierającym regulator takim prądem, aby minimalizować różnicę rezystancji czujnika i rezystancji zadanej, a ponadto steruje się parametrami regulatora tak, aby uzyskać pasmo przenoszenia anemometru o zadanej szerokości w funkcji prędkości przepływu. Elektroniczny anemometr stałotemperaturowy z kompensacją częstotliwości zawierający czujnik pomiaru prędkości, komparator rezystancji oraz regulator pracujący w pętli sprzężenia zwrotnego, charakteryzuje się tym, że czujnik pomiaru prędkości połączony jest z układem komparacji rezystancji, którego wyjście sygnałem błędem  $\varepsilon$  steruje pracą regulatora a sygnał wyjściowy regulatora poprzez pierwszą pętlę sprzężenia zwrotnego i układ komparacji rezystancji zasila czujnik a ponadto sygnał wyjściowy regulatora poprzez blok funkcyjny w drugiej pętli sprzężenia zwrotnego steruje sygnałem  $\gamma$  parametrami regulatora.

Z opisu zgłoszenia patentowego P-383663 znany jest sposób obliczania składowych wektora prędkości przepływu gazu i ich zwrotu oraz elektroniczny anemometr wektorowy.

Sposób obliczania składowych wektora prędkości przepływu gazu oraz ich zwrotu, z wykorzystaniem trzech elementów pomiarowych, charakteryzuje się tym, że cyklicznie w jednym z trzech elementów pomiarowych generuje się impulsy cieplne oraz poddaje się detekcji impulsy cieplne w dwóch pozostałych elementach pomiarowych, przy czym w każdym cyklu mierzy się czasy przelotu impulsów cieplnych od elementu generującego do detektorów, a na podstawie znanej odległości pomiędzy elementami pomiarowymi oraz na podstawie zmierzonych czasów przelotu impulsów cieplnych oblicza się składowe wektora prędkości przepływu gazu ( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ).

Z polskiego opisu patentowego Pat. 176 998 znany jest anemometr, który ma światłowód dołączony z jednej strony do półprzewodnikowego lasera a z drugiej strony do sprężystej płytki wykazującej zupełną odwracalność pracy odkształcenia. Płytkę jest zabudowana na drodze przepływu medium w rurze pomiarowej, w której znajduje się matryca światłowodowa utworzona z zamocowanych trwale końców wiązki włókien światłowodowych, rejestrujących plamkę światła laserowego ze wspomnianego światłowodu odginanego razem z płytką przez przepływające medium. Odchylenie płytki prędkościowej może być monitorowane przy pomocy liniowej matrycy światłowodowej ustawionej na ścianie rury tuż nad sprężystą płytką, do której dołączony jest światłowód, który z drugiej strony sprzęgnięty jest z półprzewodnikowym laserem, przepływające medium odchyła płytkę, a tym samym odchyłana jest wiązka światła wychodząca ze światłowodu, wiązka jest odbierana z kolei przez światłowody ustawione na trwale w linijce ustawionej w płaszczyźnie odchylenia się światłowodu nadawczego zamocowanego trwale na płycie sprężystej.

Wadą takiego monitorowania położenia płytki jest konieczność detekcji światła oddzielnie z każdego światłowodu wbudowanego w matrycę oraz uwzględnienie nierównomiernego optycznego sprzęgnięcia światłowodu nadawczego z każdym światłowodem matrycy. Zmęczenie materiału płytki przenosi się na brak powtarzalności zakodowanych wcześniej punktów kalibracyjnych jak też płytkę sprężystą może być podatna na różnego rodzaju wibracje, co z kolei prowadzić może do błędnych interpretacji sygnałów optycznych pochodzących z matrycy światłowodowej.

Okazało się nieoczekiwanie, że można zwiększyć pewność i dokładność pomiarów przepływu gazów czy cieczy z wykorzystaniem pojedynczej płytki.

Istota wynalazku polega na tym, że płytkę zawieszają obrotowo z wykorzystaniem łożysk ślizgowych umożliwiających i zapewniających swobodne wychylenie się płytki, przy czym płytkę powyżej osi obrotu ma grzebień w postaci półkolistej zakładki ustawionej prostopadle do powierzchni płytki, która to zakładka jest trwale zespolona z płytką tak, że kąt wychylenia płytki jest identyczny z kątem obrotu zakładki, która przemieszcza się pomiędzy dwiema ściankami w niewielkiej milimetrowej odległości od powierzchni ścianek, natomiast w obu ściankach naprzeciw siebie usytuowane są w dwu ćwiartkach, w dwóch współśrodkowych okręgach przylegające do siebie końcówki światłowodów, których czoła są wyrównane z powierzchnią ścianek. Światłowody z obu ćwiartek są prowadzone w dwóch oddzielnych wiązkach, każda wiązka na końcu jest zaopatrzona w stosowny układ optyczny wprowadzający światło do światłowodów z dwóch oddzielnych źródeł, najkorzystniej z LED. Po drugiej stronie zakładki w opozycji do ćwiartek światłowodów wprowadzających światło usytuowane są iden-

tyczne ćwiartki okręgów światłowodów odbierających światło, przy czym wiązki tych światłowodów są zakończone odpowiednimi detektorami. W pierwszym kręgu umieszczone są światłowody o grubości 400  $\mu\text{m}$ , natomiast w kręgu zewnętrznym światłowody o średnicy zewnętrznej 800  $\mu\text{m}$ , przy czym są to światłowody plastikowe. W wiązce światłowodów odbierających są usytuowane światłowody o średnicy 600  $\mu\text{m}$  w kręgu wewnętrznym oraz światłowody o średnicy 900  $\mu\text{m}$ , przy czym osie geometryczne przeciwstawnych światłowodów pokrywają się.

Wynalazek opisano w parciu o przykładowe wykonanie przedstawione na rysunku, na którym fig. 1 ukazuje schematyczne ujęcie anemometru, natomiast fig. 2 przedstawia widok obu okręgów światłowodów.

Płytką 1 mocowana jest do uchwyty 2, który jest zawieszony przy pomocy łożysk 3 na wale 4. Z jednego boku płytki 1 prostopadle do niej jest zamocowana półkolista zakładka 5, która wprowadzona jest pomiędzy dwie ścianki 6 i 7. Do ścianek tych doprowadzone są światłowody, których końcówki 8 i 9 ułożone są w dwa koliste rzędy o różnym promieniu krzywizny na jednej ściance oraz końcówki 10 i 11 światłowodów precyzyjnie ułożone naprzeciw końcówek 8 i 9, tak że osie geometryczne światłowodów pokrywają się tworząc wiązkę nadawczą 12 wprowadzona do układu optycznego źródła światła 13 oraz wiązkę nadawczą 14, którą wprowadzane jest światło przy pomocy układu optycznego sprzęgniętego ze źródłem światła 15, przy czym najkorzystniej jest gdy są to diody LED emitujące bliska podczerwień, np. diody 890 nm. Światłowody o końcówkach 10 ułożone w kole o promieniu zgodnym z promieniem koła, w którym są ułożone końcówki 8 tworzą wiązkę odbiorczą 16, która jest wprowadzana przy pomocy znanych układów optycznych do fotodetektora 17. Z kolei światłowody o końcówkach 11 ułożone w ćwiartce okręgu naprzeciw końcówek 9 tworzą wiązkę odbiorczą 18, która jest doprowadzona do fotodetektora 19. Światłowody z wiązki 12 i 16 są światłowodami o średnicy dwukrotnie większej od średnicy światłowodów z wiązki 14 i 18, jednocześnie osie geometryczne światłowodów z wiązki 12 pokrywają się z odpowiednimi osiami geometrycznymi światłowodów z wiązki 16, natomiast osie geometryczne światłowodów z wiązek 14 i stojących w opozycji światłowodów z wiązki 18 leżą w tych samych liniach prostych.

#### Wykaz oznaczeń na rysunku

- 1 – Płytką
- 2 – Uchwyt ramy nośnej
- 3 – Łożyska
- 4 – Oś wału
- 5 – Zakładka
- 6 – Ścianka
- 7 – Ścianka
- 8 – Końcówki światłowodów
- 9 – Końcówki światłowodów
- 10 – Końcówki światłowodów
- 11 – Końcówki światłowodów
- 12 – Wiązka nadawcza
- 13 – Źródło światła
- 14 – Wiązka nadawcza
- 15 – Źródło światła
- 16 – Wiązka odbiorcza
- 17 – Fotodetektor
- 18 – Wiązka odbiorcza
- 19 – Fotodetektor

### Zastrzeżenia patentowe

1. Anemometr światłowodowy wyposażony w jedną płytkę, **znamienny tym**, że płytką (1) zawieszona jest obrotowo z wykorzystaniem łożysk ślizgowych (3), przy czym płytką powyżej osi obrotu ma grzebień w postaci półkolistej zakładki (5) ustawionej prostopadle do powierzchni płytki, która zakładka jest trwale zespolona z płytką (1) tak, że kąt wychylenia płytki jest identyczny z kątem obrotu

zakładki (5), która przemieszcza się pomiędzy dwiema ściankami (6, 7) w niewielkiej odległości od powierzchni ścianek, natomiast w obu ściankach (6, 7) naprzeciw siebie usytuowane są w dwu ćwiartkach, w dwóch współśrodkowych okręgach przylegające do siebie końcówki światłowodów (8 i 9), których czoła są wyrównane z powierzchnią ścianek, światłowody z obu ćwiartek są prowadzone w dwóch oddzielnych wiązkach, każda wiązka na końcu jest zaopatrzona w stosowny układ optyczny wprowadzający światło do światłowodów z dwóch oddzielnych źródeł, po drugiej stronie zakładki (5) w opozycji do ćwiartek światłowodów wprowadzających światło usytuowane są identyczne ćwiartki okręgów światłowodów odbierających światło, przy czym wiązki tych światłowodów są zakończone odpowiednimi detektorami (17 i 19).

2. Anemometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do ścianek (6 i 7) doprowadzone ma światłowody, których końcówki (8 i 9) ułożone są w dwa koliste rzędy o różnym promieniu krzywizny na jednej ściance oraz końcówki (10 i 11) światłowodów precyzyjnie ułożone naprzeciw końcówek (8 i 9), tak że osie geometryczne światłowodów pokrywają się tworząc wiązkę nadawczą (12) wprowadzona do układu optycznego źródła (13) światła oraz wiązkę nadawczą (14), którą wprowadzane jest światło przy pomocy układu optycznego sprzężonego ze źródłem światła (15).

Rysunki

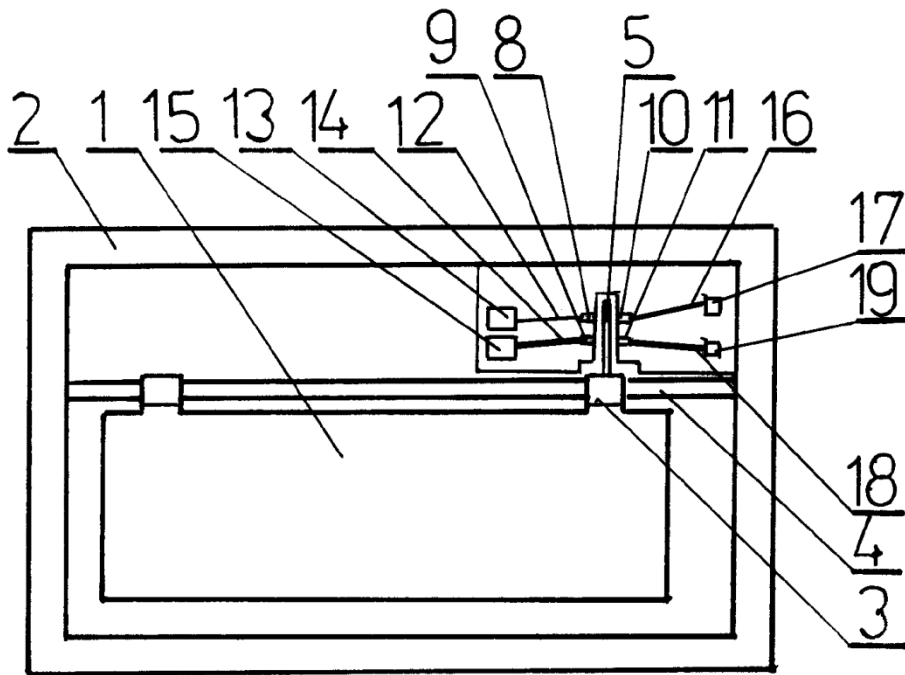


fig.1

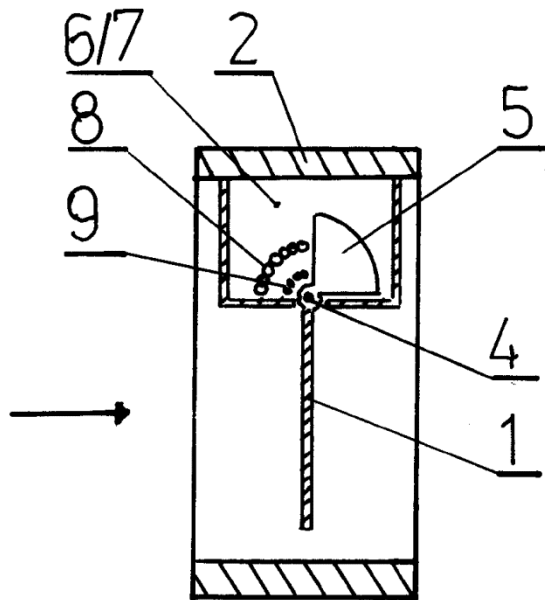


fig.2

