POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA

URZĄD PATENTOWY PRL

OPIS PATENTOWY 97775

Patent dodatkowy do patentu _____

Zgłoszono: 18.02.75 (P. 178139)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 13.03.76

Opis patentowy opublikowano: 31.01.1980

MKP
A61b 5/02
A61b 10/00

Int. Cl[2].
A61B 5/02
A61B 10/00
G01S 9/66

CZYTELNIA Urzędu Patentowego

Twórca wynalazku: Andrzej Nowicki

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk
Instytut Podstawowych Problemów Techniki,
Warszawa (Polska)

Sposób wyznaczania kąta nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego oraz urządzenie do realizacji tego sposobu

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania kąta nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego w ciele pacjenta oraz urządzenie do realizacji tego sposobu, współpracujące z impulsowym dopplerowskim miernikiem prędkości przepływu krwi.

Podstawowym ograniczeniem w stosowaniu ultradźwiękowych metod i urządzeń do mierzenia prędkości przepływu krwi jest trudność w wyznaczaniu kąta nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem kierunku tego przepływu; wynik pomiaru prędkości przepływu krwi jest bowiem zależny od cosinusa powyższego kąta. Z tego też względu metody dopplerowskie nie mogą być stosowane do ilościowej oceny prędkości przepływu krwi przy badaniach prowadzonych z powierzchni ciała, gdy nachylenie naczynia krwionośnego względem powierzchni ciała jest nieznane.

Znane jest m.in. z opisu patentowego NRD nr 66483 rozwiązanie zawierające dwie głowice ultradźwiękowe współpracujące z dopplerowskim miernikiem przepływu z falą ciągłą, w którym jedna z głowic ustawiona jest prostopadle względem naczynia krwionośnego i mierzy jedynie jego średnicę i wyznacza płaszczyznę odniesienia a pod określonym kątem do niej umieszczona jest druga głowica pomiarowa rejestrująca prędkość fali w naczyniu krwionośnym. Rozwiązanie to ma jednak szereg wad, gdyż bardzo często naczynie krwionośne nie przebiega równolegle do powierzchni ciała i pomiar prędkości fali ultradźwiękowej w naczyniu nie odbywa się na tym samym odcinku naczynia wyznaczonym przez głowicę ustawioną do niego prostopadle i inny też jest rzeczywisty kąt głowicy pomiarowej względem naczynia krwionośnego niż względem głowicy prostopadłej do naczynia. Ponadto, w przypadku dwu umiejscowionych pod sobą naczyń krwionośnych mierzony jest przepływ sumaryczny.

Wynalazek ma na celu opracowanie sposobu i urządzenia, które eliminowałoby te niedogodności. Według wynalazku cel ten osiągnięto przez opracowanie sposobu, zgodnie z którym z powierzchni ciała wysyła się sygnały ultradźwiękowe w kierunku naczynia krwionośnego kolejno z dwóch różnych ultradźwiękowych przetworników nadawczo-odbiorczych, mierzonych trwale blisko siebie pod określonym kątem a następnie rejestruje

się ich odbicie od przedniej i tylnej ścianki naczynia. Impulsy ultradźwiękowe, po przetworzeniu na sygnały elektryczne, podaje się do impulsowego dopplerowskiego miernika prędkości przepływu krwi, za pomocą którego ustala się czas przejścia impulsów między ściankami przednią i tylną. Tym samym ustala się odległość między ściankami na drodze każdej z dwóch wiązek, przy czym kąt między wiązkami jest znany. Z kolei na podstawie zależności matematycznych wyznacza się kąt nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego. Znajomość tego kąta umożliwia wyznaczenie w znany sposób prędkości przepływu krwi w badanym naczyniu krwionośnym.

Urządzenie według wynalazku do stosowania opisanego sposobu jest zaopatrzone w dwa nadawczo-odbiorcze przetworniki ultradźwiękowe trwale umocowane względem siebie pod określonym kątem. Oba przetworniki są połączone z dwupołożeniowym przełącznikiem, za pośrednictwem którego są naprzemian łączone z impulsowym miernikiem dopplerowskim.

Wynalazek jest dokładniej opisany na przykładzie w związku z rysunkiem, na którym pokazano schemat urządzenia w trakcie działania.

Urządzenie ma dwa nadawczo-odbiorcze ultradźwiękowe przetworniki 1 i 2 połączone za pośrednictwem dwupołożeniowego przełącznika 3 z impulsowym dopplerowskim miernikiem 4. Przetworniki 1 i 2 są względem siebie umocowane pod kątem.

Urządzenie umieszcza się na powierzchni ciała pacjenta. Z miernika 4 impulsy wielkiej częstotliwości doprowadza się do przetwornika 1, z którego, po przetworzeniu, sygnały ultradźwiękowe zostają wysłane przez skórę 5 i ciało 6 w kierunku naczynia krwionośnego 7. Po odbiciu od przedniej 8 i tylnej 9 ścianek naczynia sygnały wracają do przetwornika 1. Po przetworzeniu na sygnały elektryczne zostają one podane do miernika 4, w którym zostaje zmierzony czas przejścia impulsów przez światło naczynia. Tym samym zostaje ustalona odległość AA' między przednią i tylną ściankami naczynia 7. W identyczny sposób, po przyłączeniu miernika 4 do przetwornika 2, wyznacza się odległość BB' na drodze drugiej wiązki sygnałów ultradźwiękowych.

Na podstawie znajomości odległości AA' i BB' oraz kąta φ wyznacza się kąt θ lub α między jedną z wiązek ultradźwiękowych a naczyniem 7.

Kąt θ jest opisany wzorem

$$\theta = \frac{m^\circ + n^\circ}{2} \tag{a}$$

gdzie:

$$m^\circ = \varphi \tag{b}$$

$$n^\circ = 2 \operatorname{arc\,tg} \left[\frac{BB' - AA'}{BB' + AA'} \operatorname{ctg}\left(90^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right] \tag{c}$$

W przypadku, gdy prędkość fali ultradźwiękowej w ośrodku otaczającym przetworniki 1 i 2 jest różna od prędkości w ciele 6, w miejsce kąta φ we wzorach (b) i (c) należy podstawić kąt φ', opisany wzorem:

$$\varphi' = 180^\circ - 2 \operatorname{arc\,cos} \left[\frac{C_2}{C_1} \cos\frac{\varphi}{2}\right] \tag{d}$$

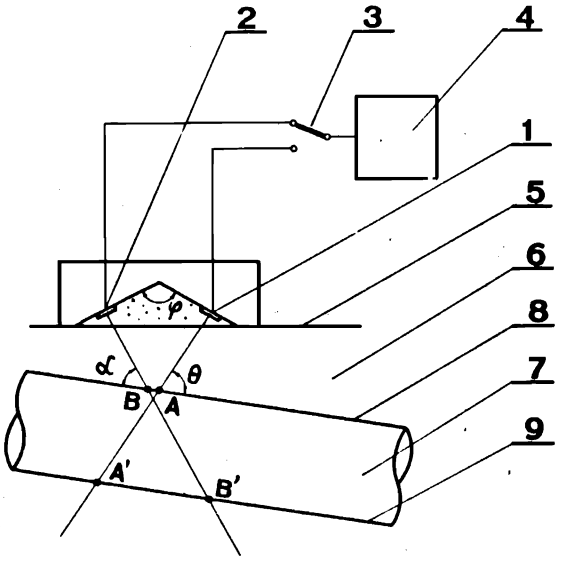
gdzie:

C_1 – prędkość fali ultradźwiękowej w ośrodku otaczającym przetworniki 1 i 2;

C_2 – prędkość fali ultradźwiękowej w ciele.

Ze wzorów (a), (b), (c) i (d) wyznacza się kąt θ, dzięki czemu staje się możliwe wyznaczenie prędkości przepływu krwi w naczyniu 7.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania kąta nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego w ciele pacjenta, znamienny tym, że z powierzchni ciała wysyła się wiązki sygnałów ultradźwiękowych w kierunku naczynia krwionośnego kolejno z dwóch różnych źródeł, pod określonym kątem względem siebie, następnie rejestruje się odbicie tych sygnałów od przedniej i tylnej ścianki naczynia krwionośnego, otrzymane impulsy podaje się do impulsowego dopplerowskiego miernika prędkości przepływu krwi i za jego pomocą dokonuje się pomiaru odległości między ściankami przednią i tylną naczynia na drodze każdej z wiązek wysyłanych sygnałów, po czym na podstawie zależności matematycznych wyznacza się kąt nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego.

2. Urządzenie do wyznaczania kąta nachylenia wiązki ultradźwiękowej względem naczynia krwionośnego w ciele pacjenta, z n a m i e n n e t y m, że ma dwa nadawczo-odbiorcze ultradźwiękowe przetworniki (1) i (2), trwale umocowane względem siebie pod określonym kątem φ, połączone z impulsowym dopplerowskim miernikiem (4) prędkości przepływu krwi za pośrednictwem dwupołożeniowego przełącznika (3).