



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 244 816 A1

4(51) G 01 F 1/66

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 F / 285 417 3

(22) 24.12.85

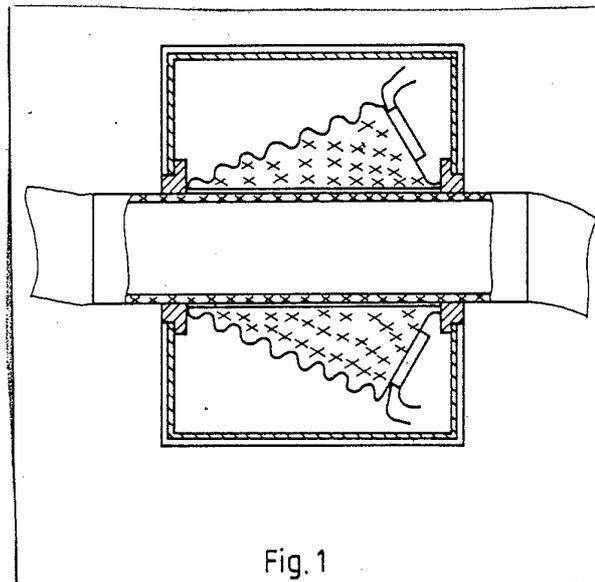
(44) 15.04.87

(71) VEB Kombinat Medizin- und Labortechnik Leipzig, 7035 Leipzig, Franz-Flemming-Straße 43/45, DD

(72) Cobet, Ulrich, Dr. rer. nat.; Scharf, Rüdiger, Dr.; Uffrecht, Eckart, Dr. rer. nat.; Teuber, Frank, Dipl.-Ing., DD

(54) Wandleranordnung zur dopplersonografischen Durchflußmengenmessung

(57) Die Erfindung betrifft eine Wandleranordnung zur dopplersonografischen Durchflußmengenmessung. Ihr Ziel ist es, die Meßgenauigkeit zu erhöhen, die Reproduzierbarkeit der Meßwerte zu verbessern und die Schalleinkopplung zu überwachen. Die zu schaffende Wandleranordnung soll eine homogene Überlappung der Sender- und Empfängercharakteristik über den Strömungsquerschnitt erzeugen, eine Veränderung der Ankopplung von Meßküvette zu Meßküvette und über die Zeit einschränken und entsprechende Änderungen erkennen – Erfindungsgemäß ist vorgesehen: Beide Wandler sind direkt gegenüberliegend an der Meßküvette angeordnet. Die Ankopplungskeile bestehen aus einem Material mit nahezu gleichen akustischen Eigenschaften wie das der Meßküvette. Die zweiten, nicht die Wandler tragenden Neigungsflächen der Ankopplungskeile sind mit Rillen quer zur Neigung versehen. Die Ankopplungskeile sind in auf die Meßküvette aufgesetzte Rahmen aus einem schallabsorbierenden Material eingefast. Die Meßküvette weist einen rechteckigen Querschnitt auf. Fig. 1



### **Erfindungsanspruch:**

1. Wandleranordnung zur dopplersonografischen Durchflußmengenmessung mit zwei auf je einem Ankopplungskeil angeordneten Ultraschallwandlern, **dadurch gekennzeichnet**, daß beide Ultraschallwandler (8; 10) direkt gegenüberliegend an der Meßküvette (1) angeordnet sind, die Ankopplungskeile (9; 11) aus einem Material mit nahezu gleichen akustischen Eigenschaften wie das der Meßküvette (1) bestehen, die zweiten, nicht die Ultraschallwandler (8; 10) tragenden Neigungsflächen (13; 14) der Ankopplungskeile (9; 11) mit Rillen quer zur Neigung versehen sind, die Ankopplungskeile (9; 11) in auf die Meßküvette (1) aufgesetzte Rahmen (15; 16) aus einem schallabsorbierenden Material eingefaßt sind und die Meßküvette (1) einen rechteckigen Querschnitt aufweist.
2. Wandleranordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rahmen (15; 16) einen Paßsitz (17; 18) für die Meßküvette (1) aufweisen.
3. Wandleranordnung nach Punkt 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die Rahmen (15; 16) eine metallische Haube (19; 20) und eine diese umhüllende Kunststoffkappe (21; 22) aufgesetzt sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Wandleranordnung zur dopplersonografischen Durchflußmengenmessung. Ultraschalldurchflußmeßgeräte sind für beliebige, auch nichtleitende Flüssigkeiten und Gase geeignet, was ihnen ein großes Anwendungsgebiet in der Wissenschaft und Technik sichert.

### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

In der DE-OS 3 136 797 „Wandlervorrichtung für einen Ultraschallströmungsmesser“, G. 01 F— 1/66, wird der komplette Aufbau eines nach dem Doppler-Prinzip arbeitenden Ultraschallwandlerkopfes beschrieben. Das aus einem Stück durch Spritzgießen hergestellte Wandlergehäuse besteht aus einem Boden, aus zwei Seitenwänden, zwei Stirnwänden, einem Deckel und zwei innenseitig an den Boden angeformten Ankopplungskeilen. Das verwendete Gußmaterial muß gute akustische Übertragungseigenschaften aufweisen, wie z. B. Polyamidimid. Der Boden hat eine halbzyklindrische, konkave Außenfläche mit einem Radius, der kleiner als der Radius der Außenwand des Rohres ist, an dem der Wandlerkopf festgeklemmt wird. Die Ankopplungskeile sind nebeneinander und quer zur Rohrachse angeordnet und besitzen zwei Neigungsflächen, von denen je zwei in einer Ebene liegen. Auf den gleichgeneigten Flächen der Ankopplungskeile ist je ein Wandler aufgesetzt und durch einen Federarm gehalten. Die Neigungsflächen sind mit einem akustischen Kopplungsfett beschichtet. Der zwischen dem aufgesetzten Gehäuse und dem Rohr verbleibende Raum sichelförmigen Querschnitts ist ebenfalls mit einem akustischen Kopplungsmittel ausgefüllt.

Der eine Wandler wird als Sender betrieben, der andere Wandler als Empfänger. Die vom Sender ausgesandten Ultraschallwellen werden von dem strömenden Medium reflektiert. Sie erfahren dabei eine Frequenzänderung, die durch den Empfänger erfaßt und in einer angeschlossenen Meßschaltung der Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit zugrunde gelegt wird.

Die Meßgenauigkeit dieser Wandleranordnung ist unbefriedigend. Hauptursache ist die nichthomogene Überlappung der Sender- und Empfängerstrahlungscharakteristik über den Strömungsquerschnitt. Die Reproduzierbarkeit der Meßwerte von Meßobjekt zu Meßobjekt und über längere Zeit ist schlecht, weil die Ankopplungsbedingungen sich ändern. Es fehlt eine Kontrolle der Schalleinkopplung.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, die Meßgenauigkeit zu erhöhen, die Reproduzierbarkeit der Meßwerte zu verbessern und die Schalleinkopplung zu überwachen.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Wandleranordnung zur dopplersonografischen Durchflußmengenmessung zu schaffen, die eine homogene Überlappung der Sender- und Empfängerstrahlungscharakteristik über den Strömungsquerschnitt erzeugt, eine Veränderung der Ankopplung von Meßküvette zu Meßküvette und über die Zeit einschränkt und Veränderung der Schalleinkopplung erfaßt.

Die Lösung dieser Aufgabe schließt als bekannt zwei auf je einem Ankopplungskeil aufgebrauchte Ultraschallwandler ein. Erfindungsgemäß ist vorgesehen: Beide Ultraschallwandler sind direkt gegenüberliegend an der Meßküvette angeordnet. Die Ankopplungskeile bestehen aus einem Material mit nahezu gleichen akustischen Eigenschaften wie das der Meßküvette. Die zweiten, nicht die Ultraschallwandler tragenden Neigungsflächen der Ankopplungskeile sind mit Rillen quer zur Neigung versehen. Die Ankopplungskeile sind in auf die Meßküvette aufgesetzte Rahmen aus einem schallabsorbierenden Material eingefaßt. Die Meßküvette weist einen rechteckigen Querschnitt auf.

In einer zweckmäßigen Ausführung ist weiterhin vorgesehen:

Auf die Rahmen sind eine metallische Haube und eine diese umhüllende Kunststoffkappe aufgesetzt. Die Rahmen weisen einen Paßsitz für die Meßküvette auf.

## Ausführungsbeispiel

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Figur 1: den Längsschnitt durch eine Wandleranordnung

Figur 2: den Querschnitt durch eine Wandleranordnung

Als Ausführungsbeispiel wurde eine Wandleranordnung für die extrakorporale Blutflußmengenmessung gewählt, wie sie z. B. in Verbindung mit einer künstlichen Niere verwendet wird.

Die den Blutstrom führende Meßküvette 1 ist an einer kurzen Konsole 2 der Frontplatte 3 eines Blutflußmengenmeßgerätes befestigt. Die Meßküvette 1 ist durch Schläuche 4; 5, in die sie eingeschweißt ist, direkt oder über einen Dialysator mit dem Kreislauf des Patienten verbunden. Sie besitzt einen quadratischen Querschnitt und ist aus einem schalldurchlässigen Material hergestellt.

Auf die Meßküvette 1 sind die Ultraschallköpfe aufgesetzt, der Senderkopf 6 und der Empfängerkopf 7. Sie liegen sich an der Meßküvette 1 gegenüber, so daß zwischen ihnen das Patientenblut strömt. Beide sind gleichartig aufgebaut. Der Senderwandler 8 ist an einer Neigungsfläche des Ankopplungskeiles 9 befestigt, der Empfängerwandler 10 an einer Neigungsfläche des Ankopplungskeiles 11. Die Ankopplungskeile 9; 11 bestehen aus einem ähnlichen Material wie die Meßküvette 1 und sitzen mit ihrer größten Fläche unter Zwischenschaltung eines Koppelgels 12 auf den ebenen Flächen der Meßküvette 1 auf. Die zweiten, nicht die Wandler 8; 10 tragenden Neigungsflächen 13; 14 der Ankopplungskeile 9; 11 sind mit Rillen quer zur Neigung versehen. Die Ankopplungskeile 9; 11 sind in je einen Rahmen 15; 16 aus einem schallsorbierenden Material eingefast, die auf die Meßküvette 1 aufgesetzt sind. Die Rahmen 15; 16 sind hierfür mit einem Paßsitz in der Art einer Längsführung auf ihrer Unterseite ausgerüstet. In dem Querschnitt Figur 2 sind nur die äußeren Führungsleisten 17; 18 zu sehen. Die inneren Führungsleisten sind an der Stelle der Konsole 2 unterbrochen. Die Gehäuse der Ultraschallköpfe 6; 7 sind durch metallische Hauben 19; 20 und über sie geschobene Kunststoffkappen 21; 22 vervollständigt. Ihren Sitz auf den Rahmen 15; 16 gewährleisten angeformte Paßleisten 23; 24.

Zur Verbindung mit dem Meßgerät sind die Wandler 8; 10 mit elektrischen Anschlüssen versehen, wie in Figur 1 angedeutet.

Die beschriebene Wandleranordnung besitzt folgende Funktionsweise:

Die vom Senderwandler 8 abgestrahlten kontinuierlichen Ultraschallwellen durchdringen den Ankopplungskeil 9, das Koppelgel 12 und die Küvettenwand. An der Grenzschicht zwischen Blut und Küvettenwand erfahren sie eine Brechung. Ihre Ausbreitungsrichtung bildet mit der Strömungsrichtung des Blutes den Winkel  $\alpha$ . Die Ultraschallwellen werden an den sich bewegenden Erythrozyten gestreut und geringfügig in ihrer Frequenz geändert. Ein Teil des gestreuten Ultraschalls trifft unter dem Winkel  $\beta$  auf die gegenüberliegende Küvettenwand, wird an dieser Grenzschicht gebeugt, durchdringt die Küvettenwand, das Koppelgel 12, den Ankopplungskeil 11 und gelangt zum Empfängerwandler 10. Dieser wandelt ihn in elektrische Schwingungen um, deren Frequenzverschiebung  $\Delta f$  im Meßgerät erfaßt wird. Die Frequenzverschiebung  $\Delta f$  ist der Blutflußgeschwindigkeit  $v$  nach folgender Gleichung proportional:

$$v = \frac{\Delta f}{f_0} \cdot \frac{c}{\cos \alpha + \cos \beta}$$

worin  $f_0$  die Sendefrequenz und  $c$  die Schallgeschwindigkeit im Blut sind. Da der Querschnitt der Meßküvette 1 konstant ist, ist die Blutflußmenge ebenfalls der Frequenzverschiebung  $\Delta f$  proportional.

An der mit Rillen versehenen Neigungsfläche 13 des Ankopplungskeiles 9 erfolgt eine diffuse Reflexion der seitlich vom Senderwandler 8 abgestrahlten Ultraschallwellen. Ein geringerer Teil wird senkrecht zur Meßküvette 1 reflektiert und durchdringt den Ankopplungskeil 9, das Koppelgel 12, die Küvettenwand, den Blutstrom, die gegenüberliegende Küvettenwand, das Koppelgel 12, den Ankopplungskeil 11 und gelangt zur gerillten Neigungsfläche 14, wo wiederum ein Teil auf den Empfängerwandler 10 umgelenkt wird. Da diese Ultraschallwellen senkrecht den Blutstrom passieren, erfahren sie gemäß obiger Gleichung keine Frequenzverschiebung. Sie können elektronisch aus den frequenzverschobenen Ultraschallwellen ausgefiltert werden. Ihre Amplitude ist ein Maß für die Güte der Ankopplung der beiden Ultraschallköpfe 6; 7 an die Meßküvette 1. Durch die Überwachung der Amplitude ist folglich eine laufende Kontrolle des Ankopplungsgrades möglich, wozu durch die Art der Wandleranordnung die Voraussetzung geschaffen wird.

Im Bedarfsfalle kann nunmehr der Ankopplungsgrad auf den gewünschten Wert gebracht werden, z. B. durch Verschieben oder Neuaufsetzen eines der beiden Schallköpfe 6; 7, was eine Reproduzierbarkeit der Meßwerte sicherstellt.

Die gegenüberliegende Anordnung der Schallköpfe 6; 7 an der rechteckförmigen Meßküvette 1 bewirkt eine homogene Verteilung der Sende- und Empfangscharakteristik über den Querschnitt der Meßküvette 1. Änderungen des Strömungsprofils nichtnewtonscher Flüssigkeiten bei Änderung der Durchflußmenge können somit erfaßt und die mittlere Strömungsgeschwindigkeit  $v$  ebenso wie die Blutflußmenge mit höherer Genauigkeit bestimmt werden.

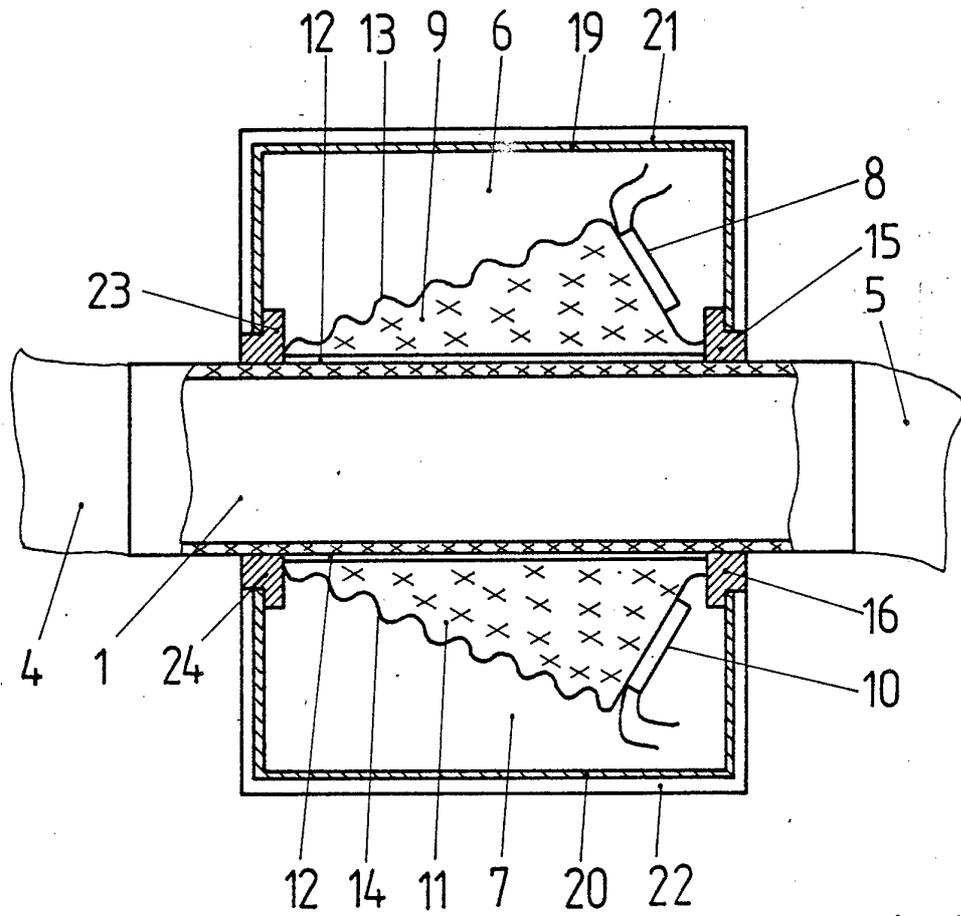


Fig. 1

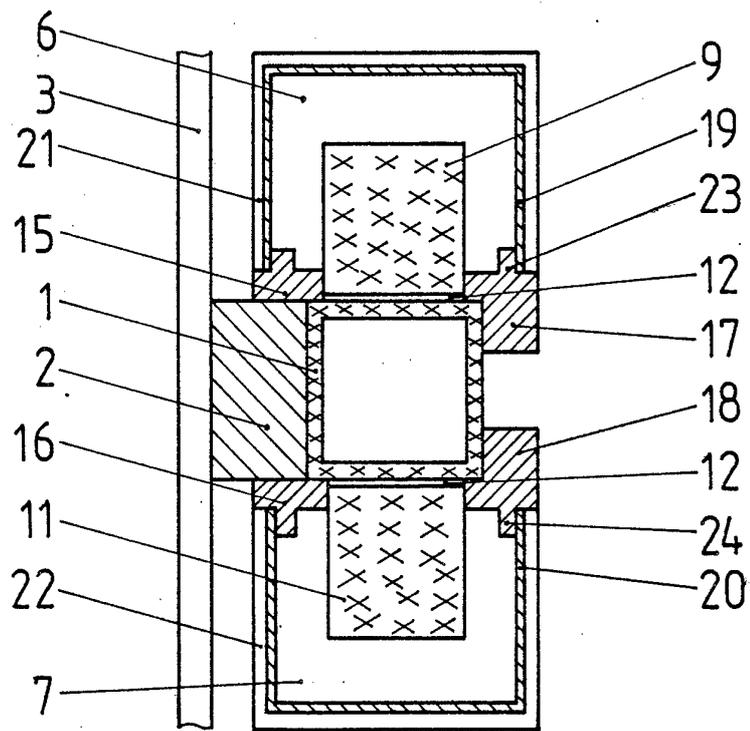


Fig. 2

24. DEZ. 1985 \* 310248