

(19)日本国特許庁（J P）

(12) **公開特許公報** (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002－17726

(P2002－17726A)

(43)公開日 平成14年1月22日(2002.1.22)

(51)Int.Cl⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

A 6 1 B 8/06

A 6 1 B 8/06

4 C 3 0 1

8/04

8/04

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 数)

(21)出願番号 特願2000－203839(P2000－203839)

(22)出願日 平成12年7月5日(2000.7.5)

(71)出願人 000207012

大槻 茂雄

神奈川県相模原市横山2丁目12番15号

(71)出願人 000216759

田中 元直

宮城県仙台市青葉区国見4丁目4－26

(72)発明者 大槻 茂雄

神奈川県相模原市横山2丁目12番15号

(72)発明者 田中 元直

宮城県仙台市青葉区国見4丁目4の26

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

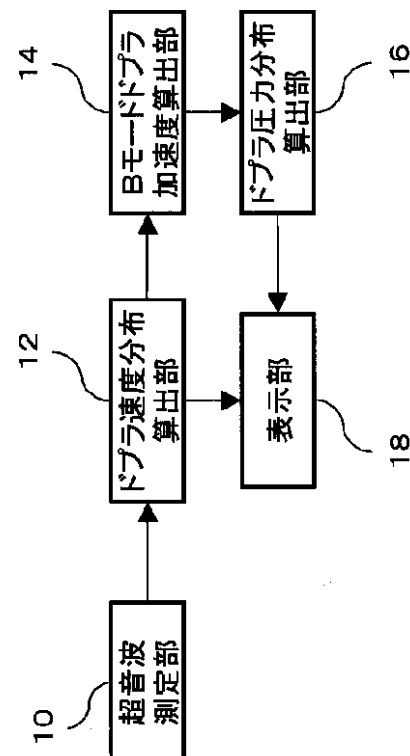
F ターム (参考) 4C301 DD04 DD09 EE20 FF30 KK12

(54)【発明の名称】 ドプラ圧力推定装置

(57)【要約】

【課題】 ドプラ法により得られる情報から、観測面内の圧力に関する情報を推定する装置を提供する。

【解決手段】 ドプラ速度分布算出部12は、超音波測定部10で得られたパルスドプラの受信信号に対して周知のドプラ法の処理を施すことにより、観測面内のドプラ速度の分布を算出する。Bモードドプラ加速度算出部14は、ドプラ速度の分布から、観測面内でそのビーム方向に直交する方向の速度成分の分布を推定する。そして、この推定結果を用い、観測面内各点のBモードドプラ加速度Adbを算出する。ドプラ圧力分布算出部16は、Bモードドプラ加速度Adbの分布に基づき、観測面内各点のドプラ圧力pdを算出する。表示部18は、ドプラ圧力pdの分布をBモード断層像に重畳して表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パルスドプラ法により、観測面内の各点のビーム方向速度成分の分布を求めるドプラ処理手段と、

求められたビーム方向速度成分の分布からビーム方向に垂直な方向の速度成分の分布を推定し、推定した速度成分の分布とビーム方向の速度成分の分布とから、Bモードドプラ加速度の分布を求めるBモード加速度分布算出手段と、

求められたBモードドプラ加速度の分布から前記観測面内の点のドプラ圧力を求めるドプラ圧力算出手段と、を備えるドプラ圧力推定装置。

【請求項 2】 前記ドプラ圧力算出手段で算出した前記観測面内各点のドプラ圧力を分布表示する表示手段を更に備える請求項 1 記載のドプラ圧力推定装置。

【請求項 3】 パルスドプラ法により観測面のBモード画像を生成する手段とを更に備え、前記表示手段は、前記ドプラ圧力の分布を前記Bモード画像に重畳して表示する、請求項 2 記載のドプラ圧力推定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は流体の観測面内ドプラ速度分布から圧力を推定する装置に関し、特に二次元観測面のドプラ速度分布から面内の圧力に関する情報を推定するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 超音波のドプラ効果を利用して観測面内の流体の流速分布を観測する方法が実用化されており、例えば心臓内の血流速度観測等に用いられている。このような血流分布は心臓の超音波断層像と重ね合わせてカラー表示され、心臓内の血管診断などに広く実用化されている。このようなドプラ速度は超音波ばかりでなく他の電磁波を用いても行うことができ、さらに、近年においてはこのような流速観測は海洋、湖水等の潮流観測あるいは空気中の雲の流れなどの観測に広く応用分野が広がっている。

【0003】 圧力情報は流れの様子を示す非常に重要な情報の一つである。超音波診断装置でも、圧力情報の診断への利用が試みられている。この例としては、特開平 5-317313 号公報に示すものがある。この従来技術では、カテーテルにより血管中に圧力センサを導入し、このセンサで血流の圧力を測定して診断に利用している。また、超音波を利用して血圧の連続測定を行う技術として、特開平 11-309144 号公報に開示された装置が知られている。この装置では、在来のカフ式の血圧計にて間欠的に血圧を測定する一方、超音波断層像にて血管の面積の変化を求め、この血管面積の連続的な

変化と血圧計の間欠的な血圧値に基づき、連続的な血圧変化を求めている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 特開平 5-317313 号公報の技術は、侵襲的な方式であり簡便性に欠ける。また、特開平 11-309144 号公報の技術は、血圧計の測定値を超音波診断情報により校正することにより血圧値を求めるものであり、超音波診断情報だけでは血圧値が求められない。さらに、上記従来技術はいずれも「血圧」としてのマクロな結果を求めるためのものであり、血流の各点の圧力情報を求めるといったミクロな測定はできなかった。

【0005】 本発明は上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、観測されたドプラ速度分布のみから観測面内各点の圧力に関する情報を推定することができる装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明に係るドプラ圧力推定装置は、パルスドプラ法により、観測面内の各点のビーム方向速度成分の分布を求めるドプラ処理手段と、求められたビーム方向速度成分の分布からビーム方向に垂直な方向の速度成分の分布を推定し、推定した速度成分の分布とビーム方向の速度成分の分布とから、Bモードドプラ加速度の分布を求めるBモード加速度分布算出手段と、求められたBモードドプラ加速度の分布から前記観測面内の点のドプラ圧力を求めるドプラ圧力算出手段とを備える。

【0007】 好適な態様では、ドプラ圧力推定装置は、パルスドプラ法により観測面のBモード画像を生成する手段と更に備え、この手段で生成したBモード画像に対し、ドプラ圧力算出手段で求めた観測面内各点のドプラ圧力の分布を重畳して表示する。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【0009】 [原理] 超音波カラードプラ法によれば、観測面内各点の速度の時空間における変化の情報が得られる。この速度変化から加速度が推定でき、これからこの加速度を生じさせる圧力分布の情報が求められる。これが本実施形態の手法の基本的な考え方である。ドプラ法から推定できる圧力の成分をドプラ圧力と呼ぶことにする。以下、このドプラ圧力の求め方について説明する。

【0010】 流体中の速度ベクトルを V とすると、速度と圧力 p には Navier-Stokes の運動方程式により次の関係が成り立つ。

【0011】**【数 1】**

(3)
3

$$\frac{DV}{Dt} = F - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 V \quad (1)$$

ここで、 DV/Dt は実質加速度、 F は単位質量当たりの外力ベクトル、 ρ は密度、 ν は動粘性係数である。粘性が無視できるときには、次のFulerの運動方程式*

$$\frac{DV}{Dt} = F - \frac{1}{\rho} \nabla p \quad (2)$$

一般的な状況で作用する外力は重力であるが、重力は血流や雲の水滴などのミクロな系では他の力からみて無視できる程度に小さい。したがって、運動方程式は次のよ*

$$\frac{DV}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla p \quad (3)$$

ここで、実質加速度 DV/Dt は、カーテシアン座標では、 x 、 y 、 z 方向の速度成分をそれぞれ u 、 v 、 w とすると、次のように表される。

$$\begin{aligned} \frac{DV}{Dt} = & \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) i \\ & + \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) j \\ & + \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) k \end{aligned} \quad (4)$$

<Aモードドプラ圧力>パルスドプラ法で計測できるビーム方向の速度成分 u について求められる加速度成分 A_{da} は、次のようになる。

$$A_{da} = \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} \quad (5)$$

この加速度成分をAモードドプラ加速度と呼ぶことにする。なお、ここでは、超音波ビームの送受方向を x 方向としている。

【0016】さて、このAモードドプラ加速度に対応す

$$A_{da} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp_{da}}{dx} \quad (6)$$

この関係から、Aモードドプラ圧力 p_{da} は、次の式で表される。

$$p_{da} = -\rho \int_{x_0}^x A_{da} dx \quad (7)$$

この圧力 p_{da} は、ある基準位置 x_0 の圧力に対する相対圧力である。

【0019】<Bモードドプラ圧力>ビームの走査面（ xy 面）上でのビームに直交する速度成分 v は、観測面内のドプラ速度 u の分布から推定することができる。この推定は、本出願人による特開平11-83564号公報に示した方法を用いて行う。この推定法の詳細は当該公報に譲るが、簡単に説明すると、以下の通りである。まずドプラ法により求められた観測面内のドプラ速度分布から、流量距離関数 $Q_d(r)$ を求める。ただし、これはセクタ走査型の超音波ビーム走査を行った場合にお

*となる。

【0012】

【数2】

*うに簡略化できる。

【0013】

【数3】

*【0014】

【数4】

【0015】

【数5】

る圧力 p_{da} を、Aモードドプラ圧力と呼ぶこととする。Aモードドプラ圧力 p_{da} は、次の関係を満たす。

【0017】

【数6】

【0018】

【数7】

ける極座標表示の例であり、 r は原点からの距離を示す。この流量距離関数 $Q_d(r)$ は、観測面において、原点 O からの距離が r の円弧を通過する総流量である。この流量距離関数 $Q_d(r)$ を用いることにより、面外から観測面への流出入を量子化することができる。この量子化は、流量距離関数 $Q_d(r)$ を、予め定めた単位流量 q ごとに变化する階段状の関数で近似することにより行う。このようにして近似された階段状関数の下りステップの距離 r に湧き出し点が、上りステップの距離 r に吸い込み点があると仮定する。次に、階段状関数のステップの距離 r の円弧上で、湧き出し又は吸い込み点の位置を特定

する。すなわち、湧き出し点の位置は該当する円弧上においてドプラ速度のビーム方向変化率が負で絶対値が最大となる位置とし、吸い込み点の位置は該当する円弧上においてドプラ速度のビーム方向変化率が正の最大値となる位置とする。これは、流線源の位置付近ではドプラ速度の距離変化率が大きいとの考えに基づくものである。このようにして決定した各流線源は、それぞれ単位流量 q の湧き出し又は吸い込みのいずれかである。これら流線源群は、観測面に対する面外からの流入、流出を代表したものである。流線源群による流量関数をドプラ

法により得られる観測面内のドプラ流量関数 $Q_d(r, \theta)$ と組み合わせることにより、面内の流量関数を求めることができる。流量関数は、2次元の流れ関数を、三次元中の二次元観測面内の

$$\mathbf{A}_{db} = \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) \mathbf{j} \quad (8)$$

とし、これをBモードドプラ加速度と呼ぶことにする。このとき、次の関係を満たす圧力 p_{db} をBモードドプラ圧力と名付ける。

$$\mathbf{A}_{db} = -\frac{1}{\rho} \left(\mathbf{i} \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial}{\partial y} \right) p_{db} \quad (9)$$

この式の両辺を、基準点 $P_0(x_0, y_0)$ から観測点 $P(x, y)$ まで経路 c に沿って線積分することにより、Bモードドプラ圧力 p_{db} を次のように求めることができ

$$p_{db} = -\rho \int_c \mathbf{A}_{db} \cdot d\mathbf{l} \quad (10)$$

このBモードドプラ圧力 p_{db} の値は経路 c に依存し、層状関数となる。層状関数については、「三次元流中の平面内の流量関数と流線」大槻、田中、可視化情報学会誌 pp.40-44, Vol.18, No.69 (1998年4月)、に説明されている。またこのような経路 c の取り方の違いによる積分結果の差の取り扱い方については、本出願人による特開平11-83564号公報に詳しい。また、Helmholtzの定理によれば、このBモードドプラ圧力は、スカラーポテンシャルとベクトルポテンシャルを用いて表現することもできる。

【0023】<ドプラ圧力>式(3)に示すように加速度は圧力勾配に比例するので、この加速度をある基準点から観測点までの経路に沿って線積分し、その結果を比例定数倍することにより、その基準点に対する観測点の相対圧力としての圧力値が求められる。ここで、周知のように、流体の三次元空間での圧力はスカラーポテンシャルである。圧力がスカラーポテンシャルであるということは、線積分により求める圧力値が、その線積分の経路によらないことを意味している。例えば、図1の例において、2つの点の間の c_1 、 c_2 、 c_3 の3つの異なる

*ものであり、流れの速度ベクトルを90度回転させた流量勾配ベクトルを基準点から観測点まで所定の経路に沿って線積分したものである。また、ドプラ流量関数は、ドプラ法による観測面の側方境界線(セクタ走査の場合は円弧領域の側部の半径の線)上の点を基準点とし、その基準点から観測面内の観測点まで、ビーム方向に垂直な経路に沿ってドプラ速度を線積分したものである。このようにして求めた流量関数の等レベル線として面内の流線が求められる。そして、この面内流線から、ビーム直交方向の速度成分 v が推定できる。

【0020】 x 方向と y 方向の速度成分 u 、 v から求められる加速度成分を、

【数8】

【0021】

【数9】

【0022】

【数10】

る。経路に沿って加速度の線積分を行っても、その結果はすべて同じ値となる。このようなことから、基準点と観測点とが同一観測面内であれば、積分経路を観測面内に設定して線積分を行うことにより圧力値を求めることができる。このとき、本実施形態では、加速度の面内成分のみを用いて線積分を計算する。これにより、三次元 (x, y, z) の流体の(相対)圧力は観測面(ここでは $z = z_0$ とする)内の加速度成分の分布情報のみで、観測面内の圧力に関する情報を決定できる。

【0024】ここで、観測面内の加速度成分の分布を xy 面内の加速度分布とし、 z 軸方向では加速度が変化しない等価加速度ベクトル場を考える。この流体の xy 面内の圧力は、三次元 (x, y, z) 流体内の観測面 ($z = z_0$) の圧力と等価である。そこで、この等価加速度ベクトル場の xy 面内の圧力を求める。

【0025】等価加速度ベクトル場の xy 面内の加速度ベクトルを A_2 とする。これは、Bモードドプラ加速度 A_{db} と次の関係にある。

【0026】

【数11】

(5)

$$\begin{aligned}
 \mathbf{A}_2 &= \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) \mathbf{i} \\
 &+ \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) \mathbf{j} \\
 &= \mathbf{A}_{db} + \mathbf{A}_{wz}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

ここで、Bモードドブラ加速度 $\mathbf{A}_{db}$ を回転成分 $\mathbf{A}_{rot}$ とその他の成分 $\mathbf{A}_d$ とに分解すると次のようになる。

$$\mathbf{A}_{db} = \mathbf{A}_d + \mathbf{A}_{rot} \tag{12}$$

この加速度 $\mathbf{A}_d$ をドブラ加速度と名付ける。また、加速度 $\mathbf{A}_{wz}$ も、回転成分 $\mathbf{A}_{wzr}$ とその他の成分 $\mathbf{A}_\delta$ とに分けると、次のようになる。

$$\mathbf{A}_{wz} = \mathbf{A}_\delta + \mathbf{A}_{wzr} \tag{13}$$

図2に、各加速度成分 $\mathbf{A}_2$ 、 $\mathbf{A}_{db}$ 、 $\mathbf{A}_{wz}$ 、 $\mathbf{A}_{rot}$ 、 $\mathbf{A}_d$ 、 $\mathbf{A}_{wzr}$ 、 $\mathbf{A}_\delta$ の関係を模式的に図示する。

【0029】以上の関係を総合すると、加速度 $\mathbf{A}_2$ は次

$$\begin{aligned}
 \mathbf{A}_2 &= \mathbf{A}_d + \mathbf{A}_\delta + (\mathbf{A}_{rot} + \mathbf{A}_{wzr}) \\
 &= \mathbf{A}_d + \mathbf{A}_\delta + \mathbf{A}_{2r}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

ここで、加速度 $\mathbf{A}_2$ は、スカラーポテンシャルである圧力勾配に比例するベクトルなので、回転成分は持たない。

$$\mathbf{A}_{2r} = \mathbf{A}_{rot} + \mathbf{A}_{wzr} = 0 \tag{15}$$

となるので、次の関係が導かれる。

【0031】

$$\mathbf{A}_{wzr} = -\mathbf{A}_{rot} \tag{16}$$

この関係は、加速度の回転成分 g 、Bモードドブラ加速度 $\mathbf{A}_{db}$ の回転成分を打ち消すことを意味する。結局、加速度 $\mathbf{A}_2$ は次のように表されることになる。

$$\mathbf{A}_2 = \mathbf{A}_d + \mathbf{A}_\delta \tag{17}$$

ここで、加速度 $\mathbf{A}_\delta$ は、観測面を横切る流体の観測面に平行な速度成分が変化することにより、圧力に影響を与えることになる加速度成分である。三次元空間でのある点の加速度 $\mathbf{A}$ と x - y 面内での加速度 $\mathbf{A}_2$ 、及び加速度 $\mathbf{A}_d$ 、 $\mathbf{A}_\delta$ の関係を図3に模式的に示す。

【0033】本実施形態では、このドブラ加速度 $\mathbf{A}_d$ が

$$p_d = -\rho \left(\int_S \nabla \cdot \mathbf{A}_{db} \left(\int_{r_0}^r \frac{dr}{2\pi r} \right) dS + \int_c \mathbf{A}_{db} \cdot d\mathbf{l} \right) \tag{18}$$

ここで、 r はドブラ圧力を求める点（すなわち観測点）と面 S の面積素 dS との距離であり、 r_0 は基準点と面積素 dS との距離である。ここで、 S は観測面である。また、 $\mathbf{A}_{db}$ （アッパーバー付き）は、Bモードドブラ加速度 $\mathbf{A}_{db}$ の面 S での平均である。そして、 $d\mathbf{l}$ は面 S 内で任意に設定した線積分経路 c の線素である。

【0035】この式（18）の導出について以下説明す

ら求められる圧力情報をドブラ圧力 p_d とし、これを求めて表示等に利用する。ドブラ圧力 p_d は次式で表される。

【0034】
【数18】

る。Helmholtzの定理に示されるように、任意のベクトル場 $\mathbf{V}$ はスカラーポテンシャル ϕ とベクトルポテンシャル $\mathbf{A}$ とによって次のように表される（「理工学のための数学ハンドブック」数学ハンドブック編集委員会、丸善株式会社（1960）p. 258参照）。

【0036】
【数19】

$$\begin{aligned}
 \mathbf{V} &= \text{grad } \phi + \text{rot } \mathbf{A} \quad (\text{div } \mathbf{A} = 0) \\
 \phi &= - \int \int \int_V \frac{\text{div } \mathbf{V}}{4\pi r} dV \\
 \mathbf{A} &= \int \int \int_V \frac{\text{rot } \mathbf{V}}{4\pi r} dV
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

そして、三次元ベクトルの発散とスカラーポテンシャルとの関係は次のように表せる。 * 【0037】
* 【数20】

$$\begin{aligned}
 \phi &= - \int \int \int_V \frac{\text{div } \mathbf{V}}{4\pi r} dV \\
 &= \int \int \int_V \left(\int_{r_0}^r \frac{\text{div } \mathbf{V}}{4\pi r^2} dr \right) dV
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

これは、発散 $\text{div } \mathbf{V}$ が球面拡散した単位体積当たりのベクトルを、 r_0 (基準点までの距離) から r (観測点までの距離) まで積分して求められる単位体積当たりのスカラーポテンシャルを体積積分したものと解釈できる。

【0038】一方、二次元流の場合にこれを拡張すると、この発散 $\text{div } \mathbf{V}$ が円筒拡散した単位面積当たりのベクトル成分 $\{\text{div } \mathbf{V} / (2\pi r)\}$ を、 r_0 (基準点ま

*での距離) から r (観測点までの距離) まで積分して求められる単位面積当たりのスカラーポテンシャルを面積積分したものと解釈できる。すなわち、以下の通りである。

【0039】
【数21】

$$\begin{aligned}
 \phi &= \int \int_S \left(\int_{r_0}^r \frac{\text{div } \mathbf{V}}{2\pi r} dr \right) dS \\
 &= \int_{r_0}^r \left(\int \int_S \frac{\text{div } \mathbf{V}}{2\pi r} dS \right) dr \\
 &= \int_{r_0}^r \left(\int_Q \frac{dQ}{2\pi r} \right) dr
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

この式では、微小面積 dS での湧き出し $\text{div } \mathbf{V} dS$ を dQ とした。更にこれをベクトルとして扱ふと次の結果が得られる。 *

* 【0040】
【数22】

$$\begin{aligned}
 \phi &= \int_{r_0}^r \left(\int_Q \frac{dQ}{2\pi r} \right) dr \\
 &= \int_{r_0}^r \left(\int_Q d\mathbf{A} \right) \cdot d\mathbf{r} \\
 &= \int_{r_0}^r \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}
 \end{aligned}
 \tag{22}$$

ここで、ベクトル $d\mathbf{A}$ の大きさは、 $dQ / (2\pi r)$ である。 $d\mathbf{A}$ の向きは、湧き出しのある微小面積の位置から見た観測点の向きである。観測領域内のすべての湧き出しによる観測点のベクトルが、この式におけるベクトル $\mathbf{A}$ である。

【0041】一般に、空間 V 内の圧力 p の分布は、同じ空間内の三次元流の加速度 $\mathbf{A}$ の分布から次のように求められる。

【0042】
【数23】

$$p = -\rho \left(\int_V \nabla \cdot \mathbf{A} \frac{dV}{4\pi r} + \int_c \bar{\mathbf{A}} \cdot d\mathbf{l} \right)
 \tag{23}$$

ここで $\mathbf{A}$ (アッパーバー付き) は、空間における加速度の平均値である。この式を、前記式 (21) 及び (22) を考慮して二次元に拡張すると、前述の式 (18) が得られる。

【0043】以上説明したように、本実施形態によれ

ば、まずパルスドプラ法によって、観測面内の各点のドプラ速度 (ビーム方向の速度成分) の分布が求められる。このように求められたドプラ速度分布から、流線源を推定することにより、ビーム方向に垂直な方向の速度成分を推定できる。そして、流体のビーム方向の速度成

分及びそれに垂直な速度成分から、Bモードドプラ加速度の分布を求めることができる。Bモードドプラ圧力の分布は、このBモードドプラ加速度の分布から求めることができる。三次元空間での流体の圧力はスカラー量なので、Bモードドプラ加速度からその回転成分を除いて得られるドプラ加速度から、スカラー量としてのドプラ圧力 p_d を求めることができる。ドプラ圧力は、流体で満たされた自由空間で、ドプラ情報から推定できる流体の圧力分布である。

【0044】〔装置構成例〕図4に、本発明に係るドプラ圧力推定法を適用した超音波診断装置の概略構成を示す図である。

【0045】図4において、超音波測定部10は、超音波振動子とその走査機構（電子方式でも機械方式でもよい）を備え、予め指定された観測面に沿って超音波パルスのビームを走査する。観測面内の音波反射体のエコーが超音波測定部10で受信される。ドプラ速度分布算出部12は、その受信信号に対して周知のドプラ法の信号処理及び演算処理を施すことにより、観測面内の各点のドプラ速度（ビーム方向速度）を算出する。ドプラ速度分布の情報は表示部18に与えられる。またドプラ速度分布算出部12は、通常のBモード断層画像の生成も行い、これを表示部18に供給する。

【0046】Bモードドプラ加速度算出部14は、このドプラ速度の分布の情報から、観測面内のBモードドプラ加速度 A_{db} の分布を求める。この処理において、Bモードドプラ加速度算出部14は、まず上述のようにドプラ速度の分布から、観測面内でそのビーム方向に直交する方向の速度成分の分布を推定する。そして、この推定結果を用いることにより、ビーム方向の速度成分（ドプラ速度）とそれに垂直な方向の面内速度成分とから、前述の式（8）を用いて観測面内各点のBモードドプラ加速度 A_{db} を算出する。

【0047】そして、ドプラ圧力分布算出部16は、B*

*モードドプラ加速度 A_{db} の分布に基づき、前述の式（18）を用いて観測面内各点のドプラ圧力 p_d を算出する。

【0048】表示部18は、このようにして求められたドプラ圧力 p_d の分布を画面表示する。この場合、ドプラ圧力分布をBモード断層像に重畳して表示することで、被検体内部での流体の圧力分布がわかりやすくなる。ドプラ圧力分布の表示は、例えばカラー表示によりBモード断層像（一般に白黒の濃淡表示である）と区別できるようにし、圧力値の大小をそのカラーの濃淡で表すようにすればよい。また、圧力の高低を色相のグラデーションで表現することも好適である。なお、表示部18は、この圧力分布の表示の他に、ドプラ速度分布の表示も行うことができる。

【0049】この装置によれば、ドプラ法により得られるビーム方向の速度の分布情報のみから、観測面内各点のドプラ圧力を推定し、この分布を表示することができる。このドプラ圧力の分布により、観測面内の圧力に関する情報が得られる。

【0050】以上、観測波として超音波を用いた装置を例にとって説明したが、本発明は電磁波を用いた気象ドプラレーダなどにも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 異なる線積分の経路を示す図である。

【図2】 実施形態の方法で導出される各加速度成分の関係を模式的に示す図である。

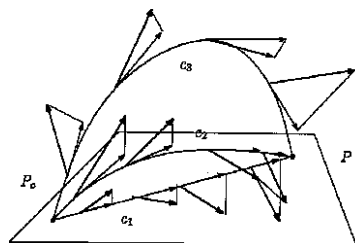
【図3】 三次元の加速度 A と、本実施形態で導出される各加速度成分との関係を模式的に示す図である。

【図4】 実施形態の超音波診断装置の構成例を示す図である。

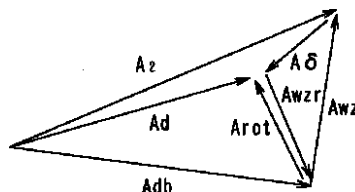
【符号の説明】

10 超音波測定部、12 ドプラ速度分布算出部、14 Bモードドプラ加速度算出部、16 ドプラ圧力分布算出部、18 表示部。

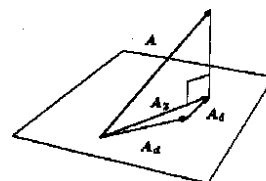
【図1】



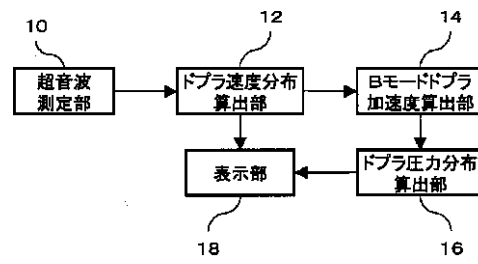
【図2】



【図3】



【図4】



专利名称(译)	多普勒压力估计装置		
公开(公告)号	JP2002017726A	公开(公告)日	2002-01-22
申请号	JP2000203839	申请日	2000-07-05
[标]申请(专利权)人(译)	乙木茂雄 田中 元直		
申请(专利权)人(译)	乙木茂雄 田中 元直		
[标]发明人	大槻茂雄 田中元直		
发明人	大槻 茂雄 田中 元直		
IPC分类号	A61B8/06 A61B8/04		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/04		
F-TERM分类号	4C301/DD04 4C301/DD09 4C301/EE20 4C301/FF30 4C301/KK12 4C601/DD06 4C601/DE01 4C601/DE03 4C601/EE30 4C601/FF20 4C601/KK23 4C601/KK24		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种用于根据通过多普勒方法获得的信息来估计观察平面中的压力信息的装置。 解决方案：多普勒速度分布计算单元12通过对由超声测量单元10获得的脉冲多普勒接收信号执行公知的多普勒方法处理来计算观察平面中的多普勒速度分布。。 B模式多普勒加速度计算单元14根据多普勒速度的分布来估计在观察平面上与射束方向正交的方向上的速度分量的分布。 然后，使用该估计结果，计算观察平面中的每个点处的B模式多普勒加速度Adb。 多普勒压力分布计算单元16基于B模式多普勒加速度Adb的分布来计算观察平面中的每个点处的多普勒压力pd。 显示单元18在B模式断层图像上叠加并显示多普勒压力pd的分布。

