

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4287183号
(P4287183)

(45) 発行日 平成21年7月1日 (2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月3日 (2009.4.3)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 8/06 (2006.01)	A 6 1 B 8/06
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 O G
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-112072 (P2003-112072)	(73) 特許権者	390029791
(22) 出願日	平成15年4月16日 (2003.4.16)		アロカ株式会社
(65) 公開番号	特開2004-313484 (P2004-313484A)		東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(43) 公開日	平成16年11月11日 (2004.11.11)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成18年3月23日 (2006.3.23)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	望月 剛
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
			カ株式会社内
		(72) 発明者	広瀬 昌紀
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
			カ株式会社内
		審査官	宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続波としての超音波を被検体内に放射し、前記被検体内からの連続波としての超音波エコー信号を受信することにより、連続波ドプラ法でパラレル受信を行うための超音波探触子であって、

超音波送受波面のほぼ中央部に密集配置された超音波送信用の複数の振動子からなる送信振動子グループと、

前記送信振動子グループの周辺部に分散粗配置された複数の超音波受信用の振動子からなる受信振動子グループと、

前記送信振動子グループの周囲を包囲する形状を有し、前記送信振動子グループと受信振動子グループとの間を音響的に分離する分離帯と、

を含み、

前記分離帯の内側の中央部に前記送信振動子グループが密集配置され、前記分離帯の外側の周辺部に前記受信振動子グループが分散粗配置された、ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記分離帯は、送信振動子グループと受信振動子グループとの間に形成された空気ギャップであることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記分離帯は、送信振動子グループと受信振動子グループとの間に形成された溝に目詰め材を充填して形成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 4】

請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記分離帯は、振動子を脱分極させて不感素子化して形成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 5】

請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記分離帯は、振動子をショートさせて不感素子化して形成することを特徴とする超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波探触子、特に連続波を用いた超音波ドプラ計測に使用可能な超音波探触子の振動子の配列の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

超音波検査に用いられるドプラ法には、連続波ドプラ法やパルスドプラ法等がある。特に、連続波を用いた連続波ドプラ法は、対象物の移動速度の計測の時に、折り返し現象（エイリアシング）の影響を受けないことや、診断距離の制限がないこと等の利点があり、超音波診断の分野では幅広く用いられている。ただし、連続波ドプラ法の場合、連続波であるため波動が時間的に連続して存在する。従って、パルスドプラ法で使用するような 1 個の振動子を超音波の送信用に共用することができず、超音波送信用の振動子と超音波受信用の振動子とを個別に設ける必要がある。この時、送信系から受信系へのクロストークを減少または防止するために、超音波探触子の中で、物理的に送信用振動子と受信用振動子とを分離する必要がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

このような、送信用振動子と受信用振動子とを分離する方法としては、例えば、図 6（a）、（b）に示すような方法がある。図 6（a）は、円形単板振動子 100 を 2 分割して、片方の領域を送信用振動子 100 a、他方の領域を受信用振動子 100 b としている。また、図 6（b）は、1 次元配列アレイ振動子 102 をほぼ中央で 2 つの領域に分割して、片方の領域を送信用振動子 102 a、他方の領域を受信用振動子 102 b としている。そして、送信用振動子 100 a と受信用振動子 102 b との間には、クロストークを防止するための分離壁として、例えば無効素子帯 A が配置されている。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 7-16228 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 6（a）の場合、単板振動子を用いているため、送信または受信用の超音波ビームの方向は物理的に固定されてしまう。その結果、超音波ビームを任意の方向に偏向することができない。

【0006】

また、図 6（b）の場合、送信用及び受信用共に配列型振動子群で構成されているので、位相制御を行ったパルス波で個々の振動子を励振することができる。その結果、超音波ビームを任意の方向に制御することが可能となる。しかし、配列が 1 次元であるため配列方向を含む平面内のみでしかビーム方向の制御を行うことができない。つまり、3 次元空間内の任意の方向にビームを偏向することができない。

【0007】

そこで、3次元空間内の任意の方向にビームを偏向することにより3次元データを取得したいという要望がある。さらに、その場合に、高速で移動する物体のデータを得たいという要望がある。高速で移動する物体のデータを取得するためには、高速のデータ取り込みが必要なる。この場合、1本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成するような送受信方法（パラレル受信）が得られることが望ましい。もちろんこの場合、サイドロープの影響が少ないことが必要である。

【0008】

本発明は、上記のような要望を満たすためになされたものであり、3次元空間内の任意の方向にビームを偏向し、サイドロープの影響の少ない良好なパラレル受信を行い、高速で3次元データの取得が可能な超音波探触子を得ることを目的とする。

10

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記のような目的を達成するために、本発明は、連続波としての超音波を被検体内に放射し、前記被検体内からの連続波としての超音波エコー信号を受信することにより、連続波ドプラ法でパラレル受信を行うための超音波探触子であって、超音波送受波面のほぼ中央部に密集配置された超音波送信用の複数の振動子からなる送信振動子グループと、前記送信振動子グループの周辺部に分散粗配置された複数の超音波受信用の振動子からなる受信振動子グループと、前記送信振動子グループの周囲を包囲する形状を有し、前記送信振動子グループと受信振動子グループとの間を音響的に分離する分離帯と、を含み、前記分離帯の内側の中央部に前記送信振動子グループが密集配置され、前記分離帯の外側の周辺部に前記受信振動子グループが分散粗配置された、ことを特徴とする。

20

【0010】

ここで、ほぼ中央部とは、超音波送受波面の厳密な中央部ではなく、実質的な中央部であればよいことを意味する。また、密集配置とは、受信振動子グループの配置状態に対し密であればよい。

【0011】

この構成によれば、送信振動子グループをほぼ中央部に配置して、超音波ビームの送信を行うことにより、2次元配列された振動子により3次元空間内の任意の方向に送信用の超音波ビームを偏向することが可能となる。この時、密集配置することにより超音波の送信開口を小さくすることが可能になり、サイドロープの抑制を行うことができると共に、1本にまとまった太い送信ビームの形成を容易に行うことができる。また、受信振動子グループを送信振動子グループの周辺部に配置してエコー信号の受信を行うことにより、受信開口を大きくすることが可能になり、受信ビームはビーム軸周辺に形成される細いビームになる。その結果、太い送信ビームに対し、複数の細い受信ビームを形成する良好なパラレル受信を行うことが可能になる。

30

【0012】

上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記分離帯は、送信振動子グループと受信振動子グループとの間に形成された空気ギャップであることを特徴とする。

【0013】

上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記分離帯は、送信振動子グループと受信振動子グループとの間に形成された溝に目詰め材を充填して形成することを特徴とする。

40

【0014】

上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記分離帯は、振動子を脱分極させて不感素子化して形成することを特徴とする。

【0015】

上記のような目的を達成するために、本発明は、上記構成において、前記分離帯は、振動子をショートさせて不感素子化して形成することを特徴とする。

【0016】

50

上述の構成によれば、送信振動子グループと受信振動子グループとの間のクロストークを容易かつ良好に抑制することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態（以下、実施形態という）を図面に基づき説明する。

【0018】

図1には、本実施形態の超音波探触子10の超音波送受波面12上の振動子の配列パターンが模式的に示されている。

【0019】

本実施形態の特徴的事項は、超音波送信用の複数の振動子からなる送信振動子グループ14と超音波受信用の振動子からなる受信振動子グループ16とが分離配置され、かつ、送信振動子グループ14を構成する振動子14aが超音波送受波面12のほぼ中央部に密集配置され、受信振動子グループ16を構成する振動子16aが送信振動子グループ14の周辺部に分散粗配置され、1本の送信ビームに対して複数の受信ビームを形成する平行受信を可能にしているところである。

【0020】

図2には、図1の模式的パターンをさらに現実的に配列したシミュレーション例が示されている。図において、中央に密集した白丸が送信振動子グループ14を構成する振動子14aであり、周囲に分散的に粗に配置されたバツ（×）が受信振動子グループ16を構成する振動子16aである。また、送信振動子グループ14と受信振動子グループ16との間には、両者を音響的に分離するために設けられた分離帯（アイソレーター）18が配置され、図中黒塗りで示されている。すなわち、送信振動子グループ14の周囲を包囲する形状（環状に閉じた形状）を有する分離帯18が設けられている。分離帯16から見て、その内側は送信振動子グループ14であり、その外側は受信振動子グループ16である

。

【0021】

超音波送受波面12の中央部に送信用の振動子14aを密集配置することにより、超音波送受波面12全体の開口面積に対し、送信開口を小さくしている。その結果、ビームは1本にまとまり、複数の受信ビームを同時に形成する平行受信を行うのに適した太い送信ビームを形成することができる。このように、送信開口を小さくすることにより、周知のようにサイドローブを抑制することができる。なお、ここで、密集配置とは、幾何学的にできる限り密集させることが望ましく、少なくとも振動子16aの配置より密集していることが必要である。

【0022】

一方、本実施形態において、超音波送受波面12において、送信振動子グループ14の周囲に振動子16aを分散的に粗に配置することにより、超音波送受波面12全体の開口面積に対し、受信開口を大きくしている。その結果、受信ビームはビーム軸周辺に細く多数分布するマルチビームとなる。この場合、各受信ビームに着目すると、受信開口が小さくなるので、サイドローブが発生するが、送信ビームのサイドローブが抑制されているので、送受信全体で考えると相互に打ち消しサイドローブが相対的に低減され、超音波エコー信号の取得に影響しない程度にすることができる。

【0023】

図3には、上述のような構成の超音波探触子10の超音波送受波面12の前面方向の回転角度 θ に対する送受信ビームの音圧強度 I の関係を示すビームプロファイルが示されている。図3において、1本の送信ビーム（破線）に対し、4本の受信ビーム（実線）が形成されている例が示されている。平行受信を行う場合、送信ビームの幅をなるべく太く広げて、その領域内に多数の受信ビームを含ませる必要がある。この場合、送信ビームの幅が広げれば、送信ビームが中心方向以外ですぐに減衰してしまうことが回避され、強い受信ビームを良好に受信することが可能になる。つまり、上述のような振動子14a、16aの配置を行うことにより平行受信を行うのに適したビームプロファイルを得るこ

とができる。

【0024】

ところで、前述したように、振動子16aを分散的に粗に配置するとサイドローブは増加する傾向になる。振動子16aを粗に配列する場合、規則的な配列を行ってしまうと、各波形が重なり、サイドローブが増強されてしまう場合がある。つまり、振動子の2次元配列に関し、フーリエ変換を行った結果が空間のビーム特性になる。振動子の配列に規制性がある場合、フーリエ変換したものにも規則性が出てしまい、位相のあう部分が出てサイドローブが増強されてしまう。そこで、本願においては、シミュレーションによりサイドローブの増強が発生しないように受信振動子グループ16を構成する振動子16aの配列を厳密に行っている。つまり、本実施形態では、振動子16aの粗配列は、単にランダムに粗配列するのではなく、意図的に位相の重なりが発生しないように粗配列されたものである。

10

【0025】

連続波ドブラ法の場合、送信系から受信系へのクロストークが発生し易く、超音波エコー信号の品質低下につながる。そこで、本実施形態においては、前述したように、送信振動子グループ14と受信振動子グループ16との間には、両者を音響的に分離するように分離帯18が配置されている。音響的な分離を行う場合、最も有効なものは、空気層（空気ギャップ）による分離であり、送信振動子グループ14と受信振動子グループ16との間に溝を形成することが望ましい。しかし、現実の超音波探触子の場合、水分の進入等を完全に回避する必要があるため、形成した溝に目詰め材（例えば発泡材等）を充填しておくことが好ましい。

20

【0026】

また、分離帯18の他に形成方法としては、全ての振動子への電気回路接続が完了した後、分離帯18のに対応する振動子を脱分極させて不感素子化したり、振動子をショートさせて不感素子化させてもよい。このように、振動子の不感素子化は所望の位置で行うことが可能なので、超音波探触子の特性に応じた送信振動子グループ14と受信振動子グループ16の開口面積の設定と分離帯18の位置設定を任意に行うことが可能になり特性バリエーションの向上に寄与することができる。

【0027】

なお、図4には、連続波ドブラ法に用いることが可能な振動子14a、16aの配列パターン例が示されている。図4aの場合、2次元配列型振動子群を2分割して、片方の領域に属する振動子を送信用の振動子14aとし、他方の領域に属する振動子を受信用の振動子16aとしたものであり、両領域とも各振動子14a、16aは散在的に粗配置されている。また、図4(b)は、2次元配列型振動子群において、送信用の振動子14aと受信用の振動子16aとを互いに分離させ散在的に配置している。さらに、図4(c)は、2次元配列型振動子群において、受信用の振動子グループを超音波送受面のほぼ中央部に密集配置させ、その周囲に送信用の振動子グループを散在粗配置している。

30

【0028】

いずれの場合にも、3次元空間内で任意の方向にビームを偏向することができると共に、平行受信が可能であるが、いずれの場合も上述したサイドローブの低減を良好に行うことができず、良好な平行受信を行うまでには至らない。また、図4(b)の場合、クロストーク抑制のための分離帯の形成が困難である。つまり、図1に示すような、送信振動子グループ14を構成する振動子14aが超音波送受波面12のほぼ中央部に密集配置され、受信振動子グループ16を構成する振動子16aが送信振動子グループ14の周辺部に分散粗配置する配置パターンが連続波ドブラ法において良好な平行受信を最も好適に行う配列であることが分かる。

40

【0029】

図5には、図1、図2に示す振動子14a、16aの配列パターンを有する超音波探触子10の全体構成を模式的に示す模式図が示されている。

【0030】

50

先端部には、図2に示すような配列パターンを有する振動子14a, 16a及び分離帯18を有するアレイ振動子20が背面のバックング材22に支持されている。バックング材22は、余分な振動を抑えパルス幅を短くする機能を有する。また、図示を省略しているが、アレイ振動子20の前面には、振動子と生体との音響的なマッチングをとるための音響整合層が配置される。また、前記バックング材22は、その内部に各振動子14a, 16aの電極に接続されたリード線が貫通し、後方の複数のフレキシブルプリント基板24に接続されている。そして、フレキシブルプリント基板24上の各配線はさらに後方の信号増幅回路26に接続され、再度フレキシブルプリント基板28を介して、超音波診断装置本体（不図示）へ繋がるケーブル30に接続されている。もちろん、これらの構成部材は、硬質プラスチック等のハウジング32a, 32bで覆われ、内部の気密性が維持されている。

10

【0031】

なお、本実施形態の超音波探触子10は、連続波ドプラ法を行うのに特に適した振動子の配置構成を行っているが、送受信回路を切り換え可能とすることにより、パルスドプラ法においても使用可能であることは言うまでもない。

【0032】

また、本実施形態では、送信振動子グループ14の振動子14aを略円形に配置することにより、送信ビームを効率的に太く1本化しているが、この配置形状は任意であり、四角形や六角形、八角形等でもよい。同様に、受信振動子グループ16の形状も、送信振動子グループ14の周囲を包囲する形態であれば任意であり、本実施形態と同様な効果を得ることができる。

20

【0033】

【発明の効果】

本発明によれば、送信振動子グループをほぼ中央部に配置して、超音波ビームの送信を行うことにより、2次元配列された振動子により3次元空間内の任意の方向に送信用の超音波ビームを偏向することが可能となる。この時、密集配置することにより超音波の送信開口を小さくすることが可能になり、サイドローブの抑制を行うことができると共に、1本にまとまった太い送信ビームの形成を容易に行うことができる。また、受信振動子グループを送信振動子グループの周辺部に配置してエコー信号の受信を行うことにより、受信開口を大きくすることが可能になり、受信ビームはビーム軸周辺に形成される細いビームにすることができる。その結果、太い送信ビームに対し、複数の細い受信ビームを形成する良好なパラレル受信を行うことが可能になる。かつ、この時、送受信ビームを所望の方向に偏向させることができると共に、サイドローブの低減を行い良好なパラレル受信を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る超音波探触子を構成する振動子の配列パターンを説明する説明図である。

【図2】 図1の配列パターンをさらに詳細に示す説明図である。

【図3】 図1、図2に示す配列パターンによるビームプロファイルを説明する説明図である。

40

【図4】 パラレル受信が可能な振動子の配置を示す比較例を説明する説明図である。

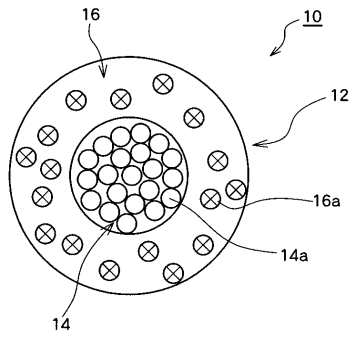
【図5】 図1、図2に示す振動子の配列パターンを有するアレイ振動子を含み超音波探触子の全体構成を説明する説明図である。

【図6】 従来のパラレル受信を可能にする振動子配列例を説明する説明図である。

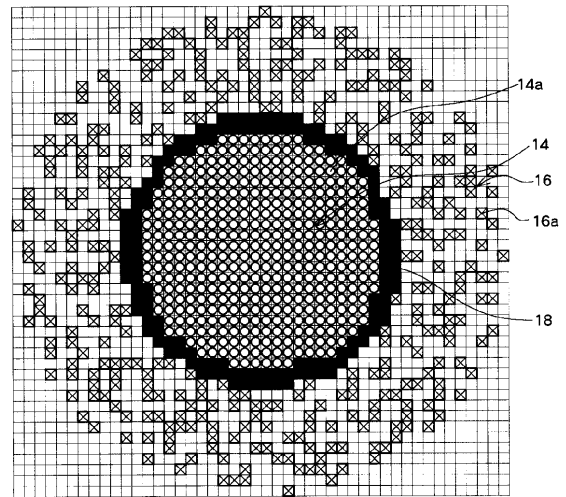
【符号の説明】

10 超音波探触子、12 超音波送受波面、14 送信振動子グループ、14a, 16a 振動子、16 受信振動子グループ、18 分離帯、20 アレイ振動子、22 バックング材、24 フレキシブルプリント基板、30 ケーブル、32a, 32b ハウジング。

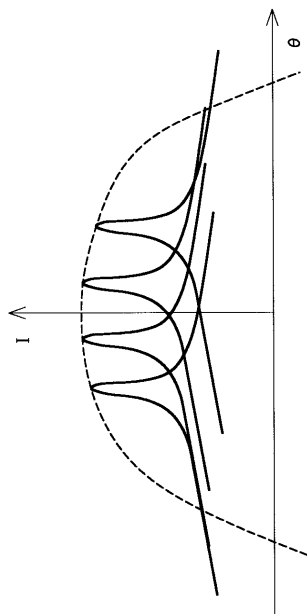
【図 1】



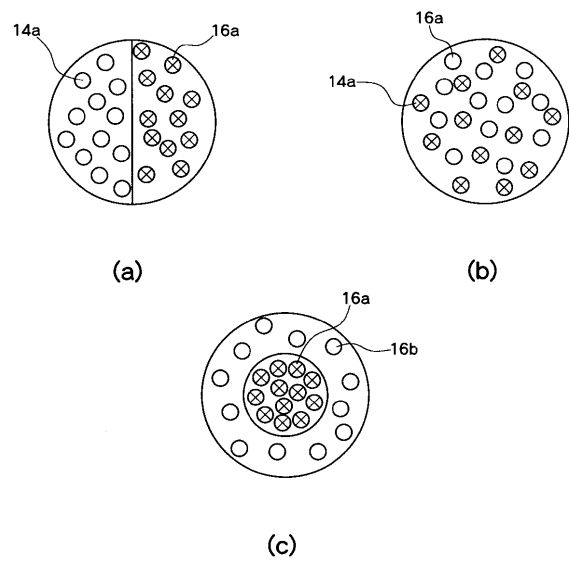
【図 2】



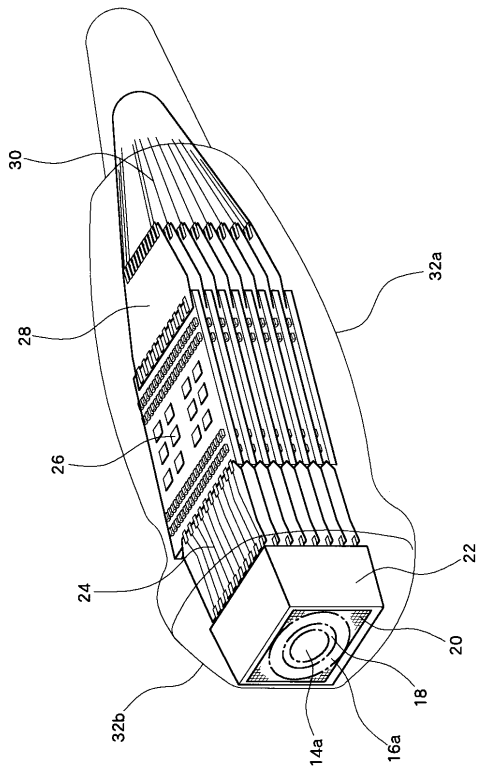
【図 3】



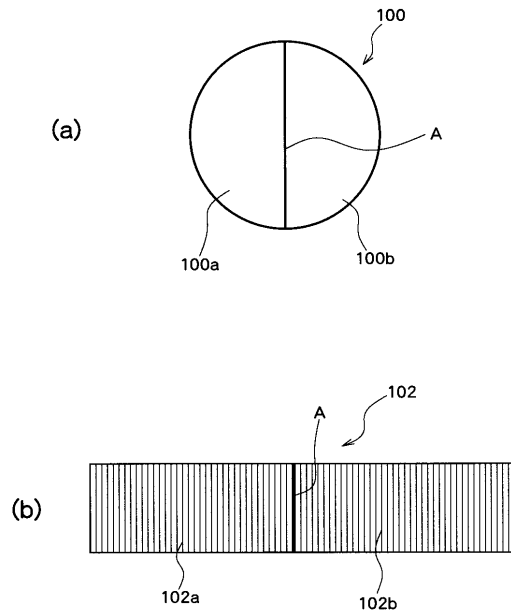
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-034982 (JP, A)
特開2002-119509 (JP, A)
国際公開第99/045348 (WO, A1)
特開平05-347797 (JP, A)
実開平01-158987 (JP, U)
特開昭62-106747 (JP, A)
特開平07-016228 (JP, A)
実開平04-065513 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15

H04R 17/00