

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4659313号
(P4659313)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 8/12 (2006.01)

A 6 1 B 8/12

B 0 6 B 1/06 (2006.01)

B 0 6 B 1/06

Z

H 0 4 R 1/02 (2006.01)

H 0 4 R 1/02

3 3 0

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-510368 (P2001-510368)
 (86) (22) 出願日 平成12年7月20日 (2000.7.20)
 (65) 公表番号 特表2003-504143 (P2003-504143A)
 (43) 公表日 平成15年2月4日 (2003.2.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2000/001001
 (87) 国際公開番号 W02001/005305
 (87) 国際公開日 平成13年1月25日 (2001.1.25)
 審査請求日 平成19年6月25日 (2007.6.25)
 (31) 優先権主張番号 09/362, 630
 (32) 優先日 平成11年7月21日 (1999.7.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500332814
 ボストン サイエントフィック リミテ
 ッド
 バルバドス国 クライスト チャーチ ヘ
 イスティングス シーストン ハウス ピ
 ー. オー. ボックス 1 3 1 7
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103609
 弁理士 井野 砂里
 (74) 代理人 100095898
 弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波を集束させるトランスデューサおよびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

遠位端、近位端、および縦軸を有するハウジングと、

前記遠位端に動作可能に取り付けられるトランスデューサ・エレメントとを含み、前記トランスデューサ・エレメントが、長軸および短軸を備える楕円形の外面を有し、

前記トランスデューサ・エレメントが、前記短軸を前記縦軸に平行に配置するように前記遠位端に動作可能に取り付けられる超音波撮像アセンブリ。

【請求項 2】

前記外面が長円形状である請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 3】

前記外面が平坦である請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 4】

前記外面が、前記短軸に沿った第 1 の曲率半径および前記長軸に沿った第 2 の曲率半径を有する請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 5】

前記第 2 の曲率半径が前記第 1 の曲率半径よりも大きい請求項 4 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 6】

前記第 2 の曲率半径が前記第 1 の曲率半径と等しい請求項 4 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 7】

10

20

前記近位端が駆動ケーブルに結合されるように構成される請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 8】

前記外面に動作可能に取り付けられる整合層をさらに含む請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 9】

前記トランスデューサ・エレメントが、厚さが変化しているトランスデューサを含む請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 10】

前記トランスデューサ・エレメントが、厚さが一様であるトランスデューサを含む請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

10

【請求項 11】

前記トランスデューサ・エレメントが、 piezoelectric プラスチック、piezoelectric 複合体および piezoelectric セラミックスから成る材料グループから選択される材料を含む請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 12】

前記トランスデューサ・エレメントが電気的入力にตอบสนองして超音波信号を伝播するように構成され、前記信号が前記縦軸に対して直角な面内平面信号成分および前記縦軸に対して平行な交差平面信号成分を含み、前記面内平面信号成分が前記交差平面信号成分の交差平面焦点距離と等しい面内平面焦点距離を有する請求項 1 に記載の撮像アセンブリ。

20

【請求項 13】

前記面内平面焦点距離が、0.25 mm と 2.5 mm との間にあり、前記交差平面焦点距離が、0.25 mm と 2.5 mm との間にある請求項 12 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 14】

前記外面が、前記超音波信号が前記遠位端から規定の距離で円形の断面形状を有するように形状および曲率半径プロファイルを有する請求項 12 に記載の撮像アセンブリ。

【請求項 15】

超音波撮像アセンブリであって、

遠位端、近位端および縦軸を有するハウジングと、

楕円形の外面を有するトランスデューサ・エレメントとを含み、前記外面が長軸と短軸を有し、かつ前記短軸に沿った第 1 の曲率半径および前記長軸に沿った第 2 の曲率半径を有し、前記第 2 の曲率半径が前記第 1 の曲率半径よりも大きく、

30

前記トランスデューサ・エレメントが前記短軸を前記縦軸と同軸に配置するように前記遠位端に動作可能に取り付けられる、

ことを特徴とする撮像アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

本発明は、超音波撮像カテーテルに関し、さらに特定すると、そのようなカテーテルのために改善された解像度を提供する超音波トランスデューサに関する。

40

【0002】

血管および周囲組織の血管内撮像は広範囲の医療分野で大いに役立ち続けている。血管内撮像カテーテル 10 にとって特に優れた設計を図 1 A および図 1 B に示す。カテーテル 10 は遠位端 16 と近位端を有する回転可能な撮像アセンブリ 12 を使用する。超音波トランスデューサ 14 は遠位端 16 に取り付けられる。近位端には可撓性の駆動ケーブル（図示せず）が動作可能に取り付けられている。トランスデューサ 14 は、代表的には、平坦な外面の楕円形状である。このトランスデューサの外面は撮像アセンブリ 12 の縦軸 20 と一致する長軸を有する。その他のケースでは、このトランスデューサ 14 は図 1 C に示したように平坦な外面の円形状である。

【0003】

50

操作の間、可撓性の外殻 18 は、その内部に配置された駆動ケーブルと撮像アセンブリ 12 と共に患者に挿入される。この撮像アセンブリ 12 は、代表的には、患者に超音波信号を発射している間、外殻 18 内で回転させられる。撮像アセンブリ 12 が回転している間にトランスデューサ 14 は超音波信号を 360 度の画像平面に投射する。この画像平面はトランスデューサ 14 の回転により創出される面内平面または X 平面成分 22 を有する。また、この画像平面は図 1 B に示したトランスデューサに関して、トランスデューサ 14 の長軸の長さによって創出される交差平面または Y 平面成分 24 も有する。トランスデューサ・エレメント 14 は、代表的には患者の身体の外側に保持される電子回路に接続され、よく知られている技術によって、この画像平面の少なくとも一部のビデオ画像を生み出す。

10

【0004】

画像を創り出すためには、トランスデューサ 14 によって発射される超音波信号が外殻 18 を通り抜けて組織または体液から反射することが望ましい。しかしながら、トランスデューサ 14 により発射される超音波信号の一部は、当然、外殻 18 によって反射される。超音波信号の別の一部は外殻 18 を通り抜けるが、通過の際に外殻 18 によって屈折させられる。

【0005】

少なくとも部分的には、超音波信号に及ぼす外殻の影響およびトランスデューサの形状に起因して、超音波信号は、交差平面プロファイルと面内平面プロファイルで異なる。この面内平面プロファイルは、典型的には交差平面プロファイルよりも狭くなるかまたは密になる。このことは（円形トランスデューサに対して面内平面プロファイル 26 を描いた）図 2 A と（円形トランスデューサに対して交差平面プロファイル 28 を描いた）図 2 B を比較すると理解できる。さらに、面内平面プロファイル 26 は交差平面プロファイル 28 の焦点距離よりも短い焦点距離を有する。結果として、トランスデューサ 14 は交差平面方向 24 よりも面内平面方向 22 において良好な横方向解像度をもつことになる。

20

【0006】

したがって、交差平面方向にさらに密なビーム・プロファイルを創出させ、それによって焦点がさらにトランスデューサ表面に近接するようにすることが望ましい。その結果、交差平面の横方向解像度が改善されるであろう。さらに、超音波信号プロファイルに関して、より一層円形または対称的な断面を供給し、それによって横方向の解像度を面内平面と交差平面とで同様にすることが望ましい。

30

【0007】

（発明の概要）

本発明は、改善された撮像性能を備えた超音波トランスデューサ、およびそのようなトランスデューサを使用する撮像アセンブリとカテーテルを提供する。例えば、本発明は撮像アセンブリ上でのトランスデューサの配置および／またはトランスデューサ外面の曲線プロファイルの結果として改善された横方向の解像度を提供する。これは交差平面方向でより密な撮像信号を生み出し、それによって横方向の解像度を改善する。

【0008】

一実施態様では、本発明は超音波撮像アセンブリを提供する。この撮像アセンブリは 1 つの遠位端、1 つの近位端、および 1 つの縦軸を有するハウジングを含む。このアセンブリは、長軸と短軸を備えた楕円形の外面を有するトランスデューサ・エレメントを含む。このトランスデューサ・エレメントは、短軸が縦軸に平行に配置されるように動作可能にアセンブリの遠位端に取り付けられる。したがって、短軸が撮像アセンブリの縦軸とほぼ整列して、すなわちほぼ平行であるため、より密な交差平面ビーム・プロファイルが創り出される。

40

【0009】

1 つの態様では、トランスデューサ要素の外面は長円形である。本発明の範囲内でその他のトランスデューサ形状が使用可能であることは当業者であれば分かるであろう。また別の態様では、この外面は平坦である。

50

【 0 0 1 0 】

1つの態様では、この外面は短軸に沿った第1の曲率半径、および、長軸に沿った第2の曲率半径を有する。第2の曲率半径は第1の曲率半径よりも大きいことが好ましい。この方式で、このトランスデューサ・エレメントは交差平面方向でより小さい曲率半径を有し、交差平面方向において面内平面方向の集束効果と比べてより大きな集束効果を供給する。図1に示した装置と比べて、より一層密な交差平面ビーム・プロファイルを得る結果となるであろう。別の選択肢では、第1の半径と第2の半径は等しい。

【 0 0 1 1 】

1つの態様では、近位端は駆動ケーブルに結合されるように構成される。したがって、駆動ケーブルは撮像アセンブリを回転させるように操作することができる。また別の態様では、トランスデューサ・エレメントの外面に整合層または多層整合層が動作可能に設けられる。この方式で、改善された効率と帯域幅が結果的に得られる。

10

【 0 0 1 2 】

1つの態様では、トランスデューサ・エレメントはテーパー型焦点のトランスデューサ・エレメントである。別の選択肢ではトランスデューサ・エレメントは真正焦点のトランスデューサ・エレメントである。トランスデューサ・エレメントはpiezoplastic、piezo複合体、およびpiezoceramicから成る材料グループから選択されることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

ある特定の態様では、トランスデューサ・エレメントは電気的入力にตอบสนองして超音波信号を伝播させるように構成される。超音波のビームは縦軸に対してほぼ直角な面内平面信号成分、および縦軸に対してほぼ平行な交差平面信号成分を含む。面内平面信号成分は交差平面信号成分の交差平面焦点距離とほぼ等しい面内平面焦点距離を有する。1つの態様では、この面内平面焦点距離は約0.25mmと約2.5mmとの間にある。同様に交差平面焦点距離は約0.25mmと約2.5mmとの間にある。ある特定の態様では、外面は超音波信号が遠位端から規定の距離、例えば約0.25mmと約2.5mmの間、において略円形の断面形状を有するような形状と曲率半径プロファイルを有する。

20

【 0 0 1 4 】

本発明はさらに、遠位端、近位端および縦軸を有するハウジングを含む超音波撮像アセンブリを提供する。外面を有するトランスデューサ・エレメントはこのハウジングに含まれて結合される。この外面は第1の軸に沿った第1の曲率半径および第2の軸に沿った第2の曲率半径を有する。このトランスデューサ・エレメントは第1の軸が縦軸とほぼ平行になるような位置で動作可能に遠位端に取り付けられる。1つの態様では、第2の曲率半径は第1の曲率半径よりも大きい。別の選択肢では、第1の曲率半径と第2の曲率半径はほぼ等しい。

30

【 0 0 1 5 】

1つの態様では、第1の軸は外面の長軸であり、第2の軸は外面の短軸である。別の選択肢では第1の軸は外面の短軸であり、第2の軸は外面の長軸である。

この方式で、楕円形または長円形のトランスデューサが使用される。別の選択肢では外面は円形である。

40

【 0 0 1 6 】

さらに別の態様では、トランスデューサ・エレメントはさらに、その外面と間隔を置いて第2の面を含み、それらの間でトランスデューサの厚さが決められる。1つの態様では、第2の面と外面の両方が、トランスデューサの厚さがほぼ一樣となるような曲線となる。別の選択肢では第2の面に対して外面が曲がることによってトランスデューサの厚さが変わる。

【 0 0 1 7 】

1つの態様では、撮像アセンブリはさらに、それらの間で整合層の厚さを決める第1の面と第2の面を有する整合層を含む。整合層の第2の面はトランスデューサ・エレメントの外面に結合される。1つの態様では、この整合層の厚さは一樣である。別の選択肢では

50

整合層の第１の面は平坦であって、それにより整合層の厚さが変わる。ある特定の態様では、整合層の厚さはトランスデューサ・エレメントの中央部からトランスデューサ・エレメントの周辺部に向けて増加する。

【００１８】

本発明はさらに、遠位端、近位端および縦軸を有するハウジングを含む超音波撮像アセンブリを提供する。ほぼ楕円形の外面を有し、長軸と短軸を備えるトランスデューサ・エレメントがこのハウジングに結合される。この外面は短軸に沿った第１の曲率半径および長軸に沿った第２の曲率半径を有する。第２の曲率半径は第１の曲率半径よりも大きく、それによって短軸に沿った集束効果が長軸に沿った集束効果よりも促進される。トランスデューサ・エレメントは短軸がほぼ縦軸と同軸になるような位置で遠位端に動作可能に取り付けられる。

10

【００１９】

本発明はさらに、前述したようなハウジングを含む撮像アセンブリを有する超音波撮像カテーテルを提供する。トランスデューサ・エレメントが、第１の軸に沿った第１の曲率半径および第２の軸に沿った第２の曲率半径を備えた外面を有して供給される。このトランスデューサ・エレメントは、第１の軸がほぼ縦軸に平行になるような位置で遠位端に装着される。このカテーテルは駆動ケーブルを含み、これが近位端および撮像アセンブリと駆動ケーブルとが内部に配置される外殻に結合される。ある特定の態様では、この外殻はポリエチレンを含む。

【００２０】

20

１つの態様では、第２の曲率半径は第１の曲率半径よりも大きく、第１の軸は外面の短軸であり、第２の軸は外面の長軸である。別の選択肢では、第１の軸は外面の長軸であり、第２の軸は外面の短軸である。

【００２１】

本発明のその他の特徴および利点は、好ましい実施形態が添付の図面と関連付けて詳細に述べられた以下の説明から明らかになるであろう。

【００２２】

（特定の実施形態の説明）

図３は本発明による例示的な撮像アセンブリ５０を描いている。撮像アセンブリ５０は遠位端５６および近位端５７を有する。近位端５７は駆動ケーブル（図示せず）に動作可能に取り付けられるように構成される。駆動ケーブルの例としては、「Integrated Coaxial Transmission Line and Flexible Drive Cable」というタイトルの米国特許出願第０９／０１７，５７８号（代理人参照番号１２５５３－００６４００）に説明されており、その全体の開示がここでは参考文献で採り入れられている。駆動ケーブルは操作中、撮像アセンブリ５０を回転させる。

30

【００２３】

トランスデューサ・エレメント５４は動作可能に遠位端５６に取り付けられる。トランスデューサ・エレメント５４は裏地材料（図示せず）および１層または複数層の整合層（図示せず）を、トランスデューサ・エレメント５４の反対側の表面に動作可能に取り付けられていてもよい。トランスデューサ・エレメント５４は、ほぼ楕円または長円形状であり、長軸５８および短軸６０を有する。

40

【００２４】

撮像アセンブリ５０が回転する間、トランスデューサ５４は３６０度の撮像平面に超音波信号を投射する。撮像平面はトランスデューサ５４の回転によって創り出される面内平面またはＸ平面成分６２を有する。撮像平面はまた、トランスデューサ５４の長軸５８の長さによって創り出される交差平面またはＹ平面成分６４を有する。

【００２５】

図３Ｂおよび図３Ｃに示したように、トランスデューサ・エレメント５４は長軸５８に沿った第１の曲率半径（ＲＯＣ）６８、および短軸６０に沿った第２のＲＯＣ６６を有す

50

る。図示したように、ROC 68はROC 66よりも小さい。言い換えると、短軸 60に沿った曲率半径は長軸 58に沿った曲率半径よりも大きい。結果として、長軸 58はより小さい曲率半径に起因してより密な集束を有する。ある特定の実施形態では、ROC 68は約2.5ミリメートル(mm)であり、ROC 66は約4.0mmであるが、しかしその他のROCも本発明の範囲内で使用可能である。

【0026】

同様に、トランスデューサ 54はX平面成分 62の焦点距離70およびY平面成分 64の焦点距離72を有する。代表的には、トランスデューサ・エレメントの焦点距離はトランスデューサ・エレメントのサイズおよびそれから発射される信号の周波数の関数である。曲率のあるトランスデューサ・エレメント 54は集束効果を提供する。長軸 58に沿って、より小さい曲率半径を有することにより、トランスデューサ 54の交差平面および面内平面での焦点距離は、より大きな長軸の長さにもかかわらず、ほぼ等しくなり得る。一実施形態では、交差平面および面内平面の焦点距離は約0.25mmと約2.5mmの間である。結果として、交差平面と面内平面の両方の画像プロファイルは図2Aに描いたものと同様になる。

【0027】

ここで図4に目を向けると、本発明による別の例示的な実施形態が説明される。図4は撮像アセンブリ100の遠位端106に動作可能に取り付けられたトランスデューサ・エレメント 104を備えた撮像アセンブリ100を描いている。トランスデューサ・エレメント 104は長軸 108および短軸 110を有する。一実施形態では、長軸 108は約0.7366mm(0.029インチ)であり、短軸 110は約0.635mm(0.025インチ)であるが、本発明の範囲内でその他の寸法を使用することはできる。トランスデューサ・エレメント 104はほぼ平坦な外面を有する。

【0028】

撮像アセンブリ100は前に述べたように駆動ケーブル(図示せず)によって回転させられる。撮像アセンブリ100の回転の間、トランスデューサ 104は360度の画像平面に超音波信号を投射する。画像平面はトランスデューサ 104の回転によって創り出される面内平面またはX平面成分 112、および短軸 110の長さによって創り出される交差平面またはY平面成分 114を有する。この実施形態では、長軸 108は面内平面112に揃えられ、短軸 110は交差平面114に揃えられる。トランスデューサ 104の短い方の短軸 110を交差平面に揃えることは、外殻(図示せず)の厄介な影響の少なくともいくつかを補償する。結果として、交差平面114に伝播する超音波信号は図2Bに描いたものよりも密なプロファイルおよび短い焦点距離を有することになる。したがって、アセンブリ100は図2に描いたものよりもさらに対称的なビーム・プロファイルを生み出す。

【0029】

また別の実施形態では、トランスデューサ 104は曲率のある外面を有する。例えば、トランスデューサ 104は全体に比較的一様な曲率半径を有し得る。前述した平坦なトランスデューサ外面をもつ実施形態のように、この実施形態は、撮像アセンブリの縦軸に短軸 110を同軸に揃えることによって交差平面の解像度を改善する。さらに、ビーム・プロファイルは、比較的一様な曲率半径で曲率をもつトランスデューサ外面を有することによって、平坦な外面を有するトランスデューサ 104と比べ、面内平面と交差平面方向の両方で狭められる。

【0030】

さらに別の実施形態では、トランスデューサ 104は図3と関連して説明したものと同様の曲率半径プロファイルを有する。しかしながらこの実施形態では、短軸 110が長軸 108の曲率半径よりも小さい曲率半径を有する。この方式で、画像平面の交差平面成分114は、短軸 110がほぼ撮像アセンブリ100の縦軸に揃えられること、および短軸 110がより小さい曲率半径を有することに起因して改善された解像度を有する。

【0031】

10

20

30

40

50

ここで図 5 A から図 5 E に目を向けると、本発明で使用するための例となるトランスデューサ・エレメントおよび整合層が説明される。図 5 A から図 5 C はテーパ型焦点(tapered focus)トランスデューサのパッケージ 1 5 0 を描いている。トランスデューサ・パッケージ 1 5 0 は外面 1 5 4 と第 2 の面 1 5 6 を有するトランスデューサ 1 5 2 を含む。外面 1 5 4 と第 2 の面 1 5 6 は間隔を置かれてトランスデューサの厚さ 1 5 8 を創っている。図 5 A から図 5 C に示したように、外面 1 5 4 は第 2 の面 1 5 6 に関して曲線である。結果として、トランスデューサの厚さ 1 5 8 はトランスデューサを横切って変化する。このタイプのトランスデューサは厚さの様な同様のトランスデューサと比較すると大きな帯域幅の増加を示す。図 5 A から図 5 C はさらに整合層 1 6 0 を含み、これが整合層の第 1 面 1 6 2 および整合層の第 2 面 1 6 4 を有する。整合層の第 2 面 1 6 4 はエポキシまたはその類似物を使用してトランスデューサの外面 1 5 4 に動作可能に取り付けられる。

10

【 0 0 3 2 】

図 5 A に示した実施形態では、整合層 1 6 0 はほぼ様な厚さを有する。この方式で、整合層の第 1 面 1 6 2 と整合層の第 2 面 1 6 4 はトランスデューサの外面 1 5 4 と同様の曲率を有する。別の選択肢では図 5 B に示したように、整合層の第 1 面 1 6 2 はほぼ平坦である。結果として、整合層 1 6 0 の厚さは変化し、中央部の近辺で最も厚くなる。撮像カテーテル用のトランスデューサ 1 5 2 および整合層 1 6 0 のサイズは小さいので、厚さの変化する整合層 1 6 0 は、整合層 1 6 0 を横切って厚さが変化する結果として撮像性能に重大な悪影響をもつとは考えにくいであろう。さらに、整合層の第 1 面 1 6 2 を平坦にして製造する方がより簡単である可能性がある。また別の実施形態は、図 5 C に示したように、テーパを付けられて、トランスデューサ・エレメント 1 5 2 の中央部からトランスデューサ・エレメント 1 5 2 のエッジまたは周辺部に向かってトランスデューサ・エレメント 1 5 2 の厚さと同じ様式で厚さが増す整合層 1 6 0 を有する。この実施形態では整合層 1 6 0 の厚さは、整合層 1 6 0 の厚さとトランスデューサ・エレメント 1 5 2 の厚さの比率がトランスデューサ面 1 5 4 の全体にわたってほぼ一定となるかまたは一定に近く保たれるように変化する。

20

【 0 0 3 3 】

図 5 D から図 5 E に示したように、真正焦点(true focus)トランスデューサのパッケージ 1 7 0 は撮像アセンブリ 5 0、1 0 0 を含めた本発明の撮像アセンブリに使用可能である。図 5 D から図 5 E は外面 1 7 4 および第 2 の面 1 7 6 を有する真正焦点トランスデューサ 1 7 2 を描いている。面 1 7 4、1 7 6 は互いに間隔を置いて配置され、トランスデューサの厚さ 1 7 8 を規定する。真正焦点トランスデューサのパッケージ 1 7 0 については、トランスデューサの厚さ 1 7 8 はトランスデューサ 1 7 2 を横切ってほぼ一樣である。図 5 D および 5 E はさらに整合層 1 8 0 を含み、これが整合層の第 1 面 1 8 2 および整合層の第 2 面 1 8 4 を有する。整合層の第 2 面 1 8 4 はエポキシまたはその類似物を使用してトランスデューサ外面 1 7 4 に動作可能に取り付けられる。やはり、また / ここでも整合層 1 8 0 は (図 5 D に示したように) 一樣な厚さを有するか、または (図 5 E に示したように) 変化する厚さを有することができる。

30

【 0 0 3 4 】

整合層 1 6 0、1 8 0 は広範囲な材料を含むことが可能であり、それぞれトランスデューサ 1 6 2、1 7 2 の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有することが好ましい。そのような整合層 1 6 0、1 8 0 は撮像対象となる組織または体液との音響結合の容易化を補助する。本発明の整合層はまた熱可塑性プラスチックを含むことも可能であり、これは「Off - Aperture Electrical Connect Transducer and Methods of Making」というタイトルの米国特許出願 (代理人参照番号 1 2 5 5 3 - 0 0 9 5 0 0) にさらに詳細に述べられている。その全開示はここでは参考により組み入れられている。

40

【 0 0 3 5 】

ここで図 6 に目を向けると、本発明による例示的な撮像カテーテル 2 0 0 が説明される。カテーテル 2 0 0 は前述したような撮像アセンブリを含む。カテーテル 2 0 0 は、前述し

50

たような曲率半径プロファイルを有するトランスデューサ・エレメント 5 4 を含む撮像アセンブリ 5 0 を備えて描かれている。しかしながら、本発明の範囲内で撮像アセンブリ 1 0 0、およびその他の撮像アセンブリをカテーテル 2 0 0 に使用可能であることは当業者には理解されるであろう。

【 0 0 3 6 】

これ以前により詳細に説明した撮像アセンブリ 5 0 は、撮像アセンブリ 5 0 を回転させるために動作可能に駆動ケーブル 2 1 0 に取り付けられる。撮像アセンブリ 5 0 および駆動ケーブル 2 1 0 は外殻 2 2 0 内部に配置される。一実施形態では、外殻 2 2 0 は高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、それらの組み合わせ、およびその類似物を含む。外殻 2 2 0 は、外殻 2 2 0 からの反射信号の影響を低減するために、撮像対象となる周囲の組織または体液と同様の音響インピーダンスを有することが好ましい。駆動ケーブル 2 1 0 はトランスデューサ 5 4 の動作中、矢印 2 3 0 で示したように回転する。トランスデューサ 5 4 は面内平面成分 6 2 および交差平面成分 6 4 を有する画像平面に超音波信号を伝播させる。部分的には交差平面方向でより小さい曲率半径を有するトランスデューサ 5 4 に起因して、この交差平面成分 6 4 は図 1 A から図 1 B に描いたアセンブリに比べて改善された横方向解像度を有する。

10

【 0 0 3 7 】

別の選択肢となる別の実施形態では、カテーテル 2 0 0 は図 4 と関連して説明したような撮像アセンブリ 1 0 0 を含む。この方式で、トランスデューサ 1 0 4 の短軸 1 1 0 がカテーテル 2 0 0 の縦軸に揃えられることに起因して、カテーテル 2 0 0 は図 1 A から図 1 B に描いたアセンブリに比べて改善された交差平面の横方向解像度を有する。トランスデューサ 1 0 4 に面内平面方向よりも交差平面方向でより小さい R O C を与えることによって、交差平面の横方向解像度はさらに改善される。

20

【 0 0 3 8 】

図 7 に示したように、望ましい曲率半径プロファイルのトランスデューサ 5 4 を有する撮像アセンブリ 5 0 を使用することは、ほぼ円形の焦点面 2 5 0 を得る結果につながる。さらに特定すると、交差平面方向でトランスデューサ 5 4 がより小さい曲率半径となり、かつ / またはトランスデューサの短軸がカテーテルの縦軸と平行になると、交差平面方向の焦点距離と面内平面方向の焦点距離がほぼ等しくなるように、交差平面の超音波プロファイルを十分に小さくする。結果として、より密でより一様な超音波ビーム・プロファイルが生み出される。

30

【 0 0 3 9 】

図 8 は本発明のさらに別の実施形態を描いている。図 8 は、カテーテル 8 0 がほぼ円形の外面をもつトランスデューサ要素 8 2 を有することを除いて、外見上は図 6 および図 7 に関連して説明したような撮像カテーテル 8 0 を描いている。この実施形態では、トランスデューサ・エレメント 8 2 は面内平面方向 8 6 よりも交差平面方向 8 4 で小さい曲率半径を有する。トランスデューサ・エレメント 8 2 によって創り出されるビーム・プロファイルは、外殻 8 8 によるビーム・プロファイル拡大効果を少なくとも幾分かは補償するのに十分な量で、交差平面方向に狭められる。この方式で、カテーテル 8 0 は焦点平面 9 0 でほぼ円形の断面を有するビーム・プロファイルを生み出す。

40

【 0 0 4 0 】

本発明を詳細に説明してきた。しかしながら、一定の変形および改造が可能であることは理解されるであろう。例えば、上述の説明は単一のトランスデューサ・エレメントの撮像アセンブリを含んでおり、本発明はそのように限定されない。当業者であれば、環状の配列を含めて、多数のトランスデューサ・エレメントを有する撮像アセンブリが本発明の範囲内であることを認識するであろう。範例となる環状の配列は米国特許出願第 0 9 / 0 1 7 , 5 8 1 号に述べられており、その全開示はここでは参考により組み入れられている。したがって、本発明の範囲および内容は前述の説明により限定されるものではなく頭記の特許請求の範囲によって規定されるべきである。

【 図面の簡単な説明 】

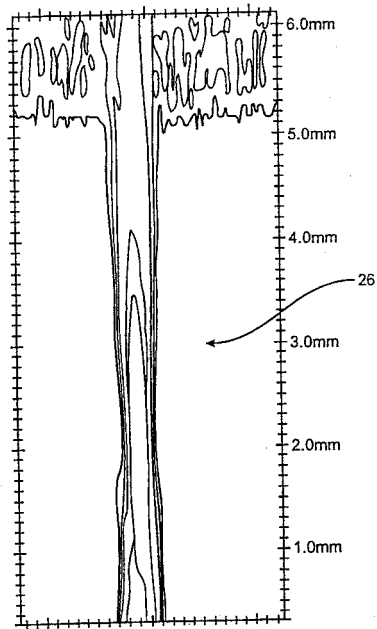
50

- 【図 1 A】 従来技術の撮像カテーテルの 1 つの側面方向断面図である。
- 【図 1 B】 図 1 A の従来技術の撮像カテーテルのまた別の側面方向断面図である。
- 【図 1 C】 図 1 A の従来技術の撮像カテーテルのまた別の側面方向断面図である。
- 【図 2 A】 図 1 A および 1 C に示した撮像カテーテルの面内平面プロファイルを示す図である。
- 【図 2 B】 図 1 A および 1 C に示した撮像カテーテルの交差平面プロファイルを示す図である。
- 【図 3 A】 本発明による例示的な撮像アセンブリの上面図である。
- 【図 3 B】 図 3 A に示した実施形態に含まれるトランスデューサの側面方向断面図である。
- 【図 3 C】 図 3 A に示した実施形態に含まれるトランスデューサの前面方向断面図である。
- 【図 4】 本発明による撮像アセンブリの別の選択肢の上面図である。
- 【図 5 A】 本発明による撮像アセンブリに使用するためのトランスデューサおよび整合層の選択肢の 1 つを示す図である。
- 【図 5 B】 本発明による撮像アセンブリに使用するためのトランスデューサおよび整合層の選択肢の 1 つを示す図である。
- 【図 5 C】 本発明による撮像アセンブリに使用するためのトランスデューサおよび整合層の選択肢の 1 つを示す図である。
- 【図 5 D】 本発明による撮像アセンブリに使用するためのトランスデューサおよび整合層の選択肢の 1 つを示す図である。
- 【図 5 E】 本発明による撮像アセンブリに使用するためのトランスデューサおよび整合層の選択肢の 1 つを示す図である。
- 【図 6】 本発明による例示的な撮像カテーテルを描いた図である。
- 【図 7】 本発明による例示的な撮像カテーテルを描いた図である。
- 【図 8】 本発明による例示的な撮像カテーテルを描いた図である。

10

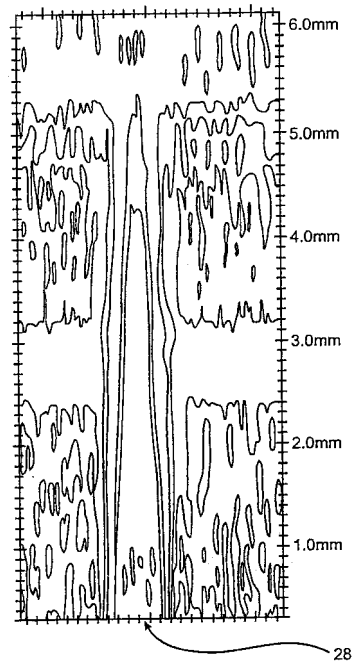
20

【図 2 A】



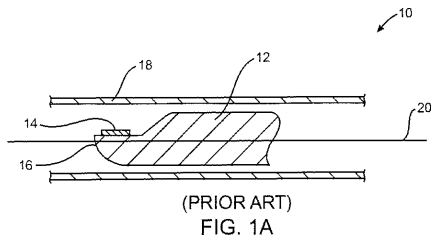
面内平面 (x)
 先端部 = 0.046 Vpp
 焦点幅 = 0.14 mm; 焦点距離 >= -46.85 mm
 走査は 0.30 mm で開始する

【図 2 B】

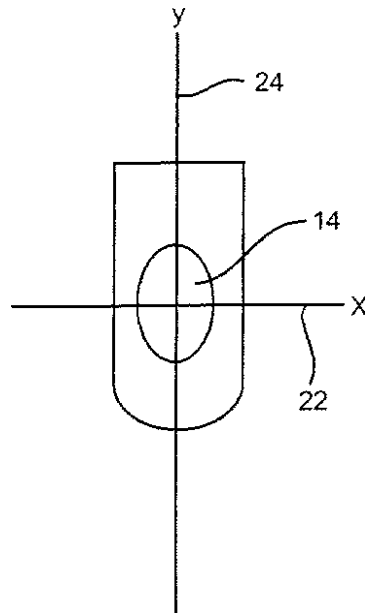


交差平面 (y)
 先端部 = 0.02414 Vpp
 焦点幅 = 0.26 mm; 焦点距離 >= -2.20 mm
 走査は 0.30 mm で開始する

【図 1 A】

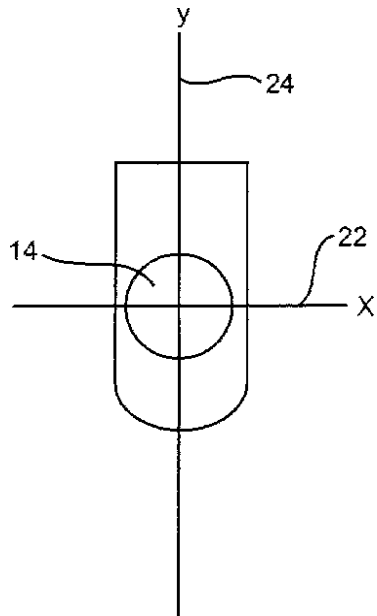


【図 1 B】



(PRIOR ART)
 FIG. 1B

【図 1 C】

(PRIOR ART)
FIG. 1C

【図 3 A】

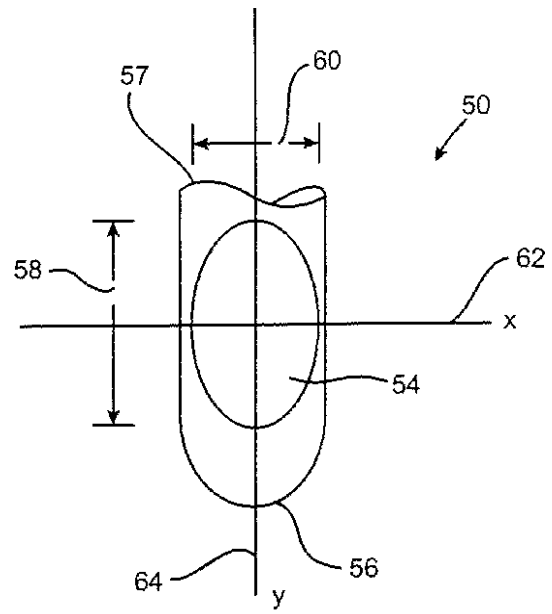


FIG. 3A

【図 3 B】

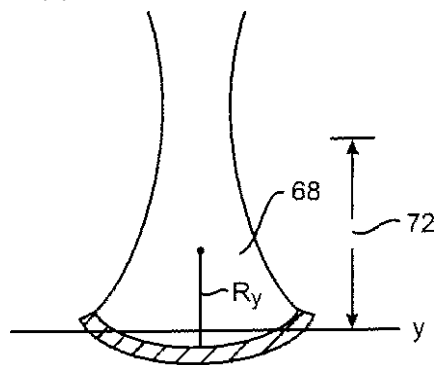


FIG. 3B

【図 3 C】

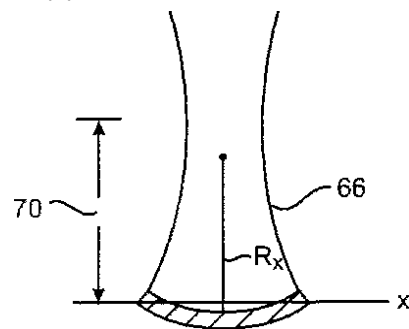


FIG. 3C

【図 4】

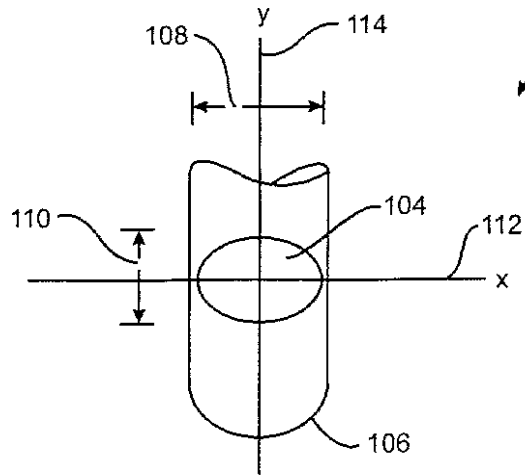


FIG. 4

【図 5 C】

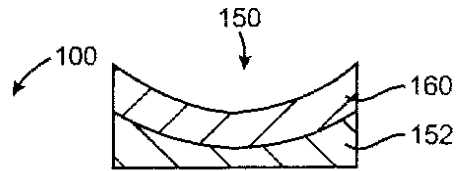


FIG. 5C

【図 6】

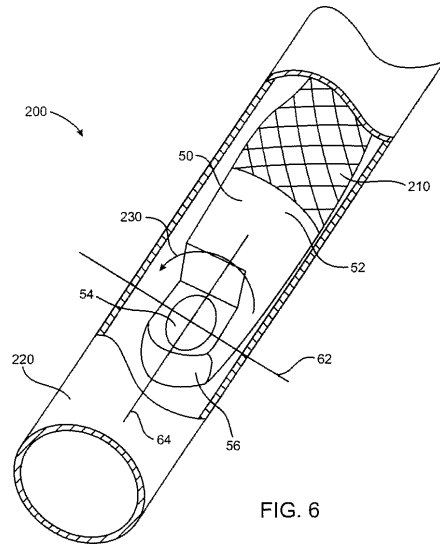


FIG. 6

【図 5 A - B】

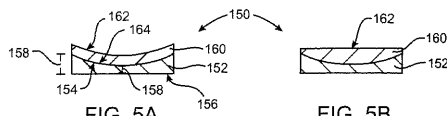


FIG. 5A

FIG. 5B

【図 5 D - E】

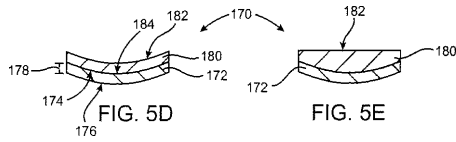


FIG. 5D

FIG. 5E

【図 7】

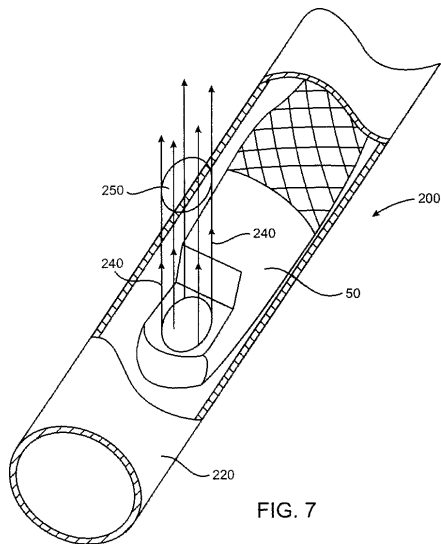


FIG. 7

【図 8】

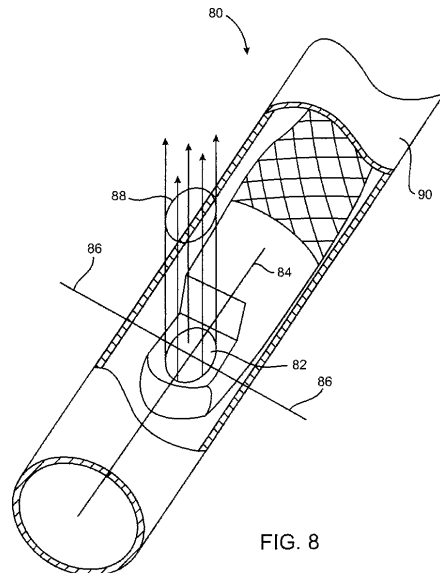


FIG. 8

フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 スーサ, ベイジョ・ティ

アメリカ合衆国・94087・カリフォルニア州・サニバイル・キチマト ブレイス・1402

(72)発明者 メンドーザ, デニス

アメリカ合衆国・95376・カリフォルニア州・トレイシー・デイビッド アーネスト コート
・2150

(72)発明者 ボティスタ, リチャード

アメリカ合衆国・94306・カリフォルニア州・パロ アルト・ウェイパリー ストリート・3
382

審査官 東 治企

(56)参考文献 特開昭60-080441(JP, A)

特開昭63-122434(JP, A)

特開平09-117452(JP, A)

特開平06-030940(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00