

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5709366号

(P5709366)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 8/12 (2006. 01)

A 6 1 B 8/12

A 6 1 B 8/14 (2006. 01)

A 6 1 B 8/14

G O 1 N 29/26 (2006. 01)

G O 1 N 29/26

H O 4 R 31/00 (2006. 01)

H O 4 R 31/00

3 3 O

H O 4 R 17/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00

3 3 2 Y

請求項の数 17 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2009-217361 (P2009-217361)

(22) 出願日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)

(65) 公開番号 特開2010-88877 (P2010-88877A)

(43) 公開日 平成22年4月22日 (2010. 4. 22)

審査請求日 平成24年6月7日 (2012. 6. 7)

(31) 優先権主張番号 12/237, 249

(32) 優先日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 593063105

シーメンス メディカル ソリューション

ズ ユーエスエー インコーポレイテッド

Siemens Medical Sol

utions USA, Inc.

アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア マル

ヴァーン ヴァレー ストリーム パーク

ウェイ 51

51 Valley Stream Pa

rkway, Malvern, PA 19

355-1406, U. S. A.

(74) 代理人 100061815

弁理士 矢野 敏雄

(74) 代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用超音波用の音響トランスデューサ用のシステムおよび当該システムの作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音響トランスデューサ用のシステム (10) であって、該システム (10) は、

第1のアレイ (12) の複数の第1のエLEMENT (24) と、第2のアレイ (12) の複数の第2のエLEMENT (24) と、前記複数の第1のエLEMENT (24) および前記複数の第2のエLEMENT (24) にそれぞれ接続されている各電気導体 (14) とを有しており、

・該第1のアレイ (12) の複数の第1のエLEMENT (24) は、該第1のアレイ (12) の第1の放射面 (22) を規定しており、

複数の前記第1のエLEMENT (24) はアジマス軸に沿って離間されており、

前記第1のアレイ (12) の第1のエLEMENT (24) のいくつかは、前記アジマス軸を中心に、別のいくつかの第1のエLEMENT (24) に対してツイストされた関係で回転されており、

前記第1の放射面 (22) は、回転に基づき異なる方向に角付けられており、

・該第2のアレイ (12) の複数の第2のエLEMENT (24) は、該第2のアレイ (12) の第2の放射面 (22) を規定しており、

複数の前記第2のエLEMENT (24) はアジマス軸に沿って離間されており、

前記第2のアレイ (12) の第2のエLEMENT (24) のいくつかは、前記アジマス軸を中心に、別のいくつかの第2のエLEMENT (24) に対してツイストされた関係で回転されており、

10

20

前記第2の放射面(22)は、回転に基づき異なる方向に角付けられており、

前記第1のアレイ(12)と前記第2のアレイ(12)とは、隣接する第1の端部と第2の端部とにそれぞれ接続されており、かつ、反対方向に回転されている、ことを特徴とするシステム。

【請求項2】

請求項1記載のシステム(10)であって、

前記第1のエLEMENT(24)は、アジマス軸を中心に第1のヘリカルパターンで回転されており、

前記放射面(22)は回転に基づいてツイストされており、

前記第2のエLEMENT(24)は、アジマス軸を中心に第2のヘリカルパターンで回転されており、

前記放射面(22)は回転に基づいてツイストされている、システム。

【請求項3】

請求項1記載のシステム(10)であって、

前記第1のアレイ(12)の対向端部にある前記ELEMENT(24)は、アジマス軸を中心に相互に少なくとも10°だけ回転されており、

前記第1の放射面(22)もアジマス軸を中心に少なくとも10°だけ回転されている、システム。

【請求項4】

請求項1記載のシステム(10)であって、

前記複数の第1のエLEMENT(24)の少なくとも55個がアジマス軸に沿っており、各第1のエLEMENT(24)は少なくとも1つの隣接するELEMENT(24)に対して回転されている、システム。

【請求項5】

請求項1記載のシステム(10)はさらに、

前記第1および前記第2のエLEMENT(24)を回転された位置に保持する形状記憶合金(86)を有する、システム。

【請求項6】

請求項1記載のシステム(10)はさらに、

経食道プローブ(11)を有し、

前記第1および第2のアレイ(12)は、前記プローブ(11)内に、前記第1および第2のエLEMENT(24)が回転された位置で位置決めされている、システム。

【請求項7】

請求項1記載のシステム(10)はさらに、

前記複数の導体(14)と接続されたビーム形成器(16)と、プロセッサ(18)とを有し、

該ビーム形成器(16)は、隣接する一群の第1および第2のエLEMENT(24)により形成された複数のアパーチャから走査し、

該プロセッサ(18)は、3次元データセットを、前記ビーム形成器(16)による走査に応じて生成する、システム。

【請求項8】

請求項1記載のシステム(10)はさらに、

前記第1および第2のアレイ(12)に接続された第3および第4のアレイ(12)を有し、

前記第3および第4のアレイ(12)はツイストされた関係で回転しており、

前記第1, 第2, 第3, および第4のアレイ(12)は、当該第1, 第2, 第3および第4のアレイ(12)の隣接するアレイとは反対方向に回転している、システム。

【請求項9】

請求項1から8までのいずれか一項記載のシステムであって、

少なくとも1つの第1のアレイのアジマス軸と少なくとも1つの第2のアレイのアジマ

10

20

30

40

50

ス軸とが、前記複数のエレメント(24)が、少なくとも2つのらせんを構成するように配置されていることによって、

前記少なくとも2つのらせんの各アジマス軸に沿ってグループごとに離間された、少なくとも1つのエレメント(24)の異なるグループが、上下方向に積層され、かつ、アジマス方向に同等の広がりを持つ、異なる平面領域(58, 60, 62)を走査することができる、

当該異なる平面領域が少なくとも2つのらせんの異なる1つを使用して走査される、システム。

【請求項10】

請求項9記載のシステムであって、

各らせんのエレメント(24)は前記トランスデューサの放射面(22)を規定し、各放射面(22)は、前記らせんに基づき異なる方向に角付けられている、システム。

【請求項11】

請求項9記載のシステムであって、

前記トランスデューサの各らせんの対向端部にある前記エレメント(24)は、前記アジマス軸を中心に相互に少なくとも10°だけ回転されている、システム。

【請求項12】

請求項9記載のシステムであって、

各エレメント(24)はアジマス方向に実質的に波長と同じに、または波長より小さく離間されており、

さらに前記エレメント(24)を前記らせんに位置決めする形状記憶合金(86)を有する、システム。

【請求項13】

請求項12記載のシステムであって、

前記らせんは実質的に平行なアレイ(12)であり、

前記アレイは両方のらせんを支持する一体構造の形状記憶合金(86)を備える、システム。

【請求項14】

請求項9記載のシステムであって、

前記トランスデューサは経食道トランスデューサを含む、システム。

【請求項15】

請求項9記載のシステムであって、

前記少なくとも2つのらせんは少なくとも3つのらせんを含む、システム。

【請求項16】

音響トランスデューサ用のシステムの作動方法であって、該方法は次のステップを有する：

・第1のアパーチャ(52)をエレメント(24)の第1のアレイ(12)上に形成するステップ(42)、

前記エレメント(24)の第1のアレイ(12)は第1の縦軸を中心に第1のツイスト角度でツイストされており、

・第1の平面(58)の走査データを取得するために、前記第1のアパーチャ(52)を介して走査ビームを送受信するステップ；

・別の第2のアパーチャ(54)を、前記エレメント(24)の第1のアレイ(12)上に形成するステップ(46)、

前記第2のアパーチャ(54)は、前記第1のアパーチャ(52)がアジマス方向に前記エレメント(24)の第1のアレイ(12)に沿って移動したものに相当し、

前記第1のアレイ(12)のエレメント(24)は、前記第1の縦軸を中心にツイストされたエレメント(24)により規定されるラインと同じラインに沿っており、

・前記第1の平面(58)とは異なる第2の平面(60)の走査データを取得するために、前記第2のアパーチャ(54)を介して走査ビームを送受信するステップ；

10

20

30

40

50

前記第2の平面(60)の位置は、第2のツイスト角度に相当し、当該第2のツイスト角度は、前記第1のツイスト角度とは異なり、

・前記形成するステップと前記走査ビームを送受信するステップを、第2の縦軸を中心にツイストされたエレメント(24)の第2のアレイ(12)により反復するステップ、なお、前記第1のアレイ(12)と第2のアレイ(12)とは、隣接する第1の端部と第2の端部とにそれぞれ接続されており、かつ、反対方向に回転されている、

・3次元表示を、前記走査データと前記第1および第2の平面の相対位置に応じて生成するステップ(50)、
を有する、方法。

【請求項17】

請求項16記載の方法であって、

前記音響トランスデューサが、

経食道プローブ(11)用のトランスデューサである、方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本特許明細書は、2006年11月28日出願の出願番号11/605,738の継続出願である2007年9月21日出願の出願番号11/903,287の継続出願である。これらの開示内容を参照として取り入れる。

20

【背景技術】

【0002】

本発明は医用超音波用の音響アレイに関する。音響アレイは半導体または圧電材料から作製される。圧電材料は固体圧電体または合成物を含む。この材料は音響エネルギーと電気エネルギーを変換する。

【0003】

この材料はエレメントに分割され、圧電材料のスラブがエレメントの線形アレイにダイシングされる。剛性の支持体または擬似剛性の支持体に取り付けることにより、エレメントのアレイは所望の平坦な放射面を維持する。エレメントの配列は、湾曲した線形アレイのために湾曲させることもできる。例えば圧電合成材料から作製されるアレイが湾曲される。エレメントの端部はアジマス軸から離れて配置される。アレイの放射面は、上下はフラットであるが、アジマス軸に沿って湾曲している。

30

【0004】

複数の2次元アレイが3次元画像形成のために使用される。トランスデューサ材料は2次元に沿ってエレメント内で分割される。しかしエレメント数が膨大になる。択一的に一つの方向で、1次元アレイがウォーブトランスデューサになるよう機械的に操作する。しかし機械的操作はスペースを必要とし、複雑である。

【0005】

音響アレイは、カテーテル、経食道プローブ、または患者に挿入する他のデバイスに配置することができる。カテーテルまたはプローブの大きさのため、導体または機械的構造に対するスペースに制限がある。しかしカテーテルから3次元で走査する能力が、例えば切除処置のために所望される。

40

【0006】

例えば米国特許出願番号2006/0173348は、1次元アレイを容積画像形成のためにカテーテル内でツイストすることを開示する。別の例として、米国特許出願番号2007/0066902は、多次元アレイを容積画像形成のために拡張するようヒンジ結合することを開示する。このヒンジは、作用のために形状記憶金属を使用することができる。

【0007】

他の複雑なアレイ幾何形状も使用される。しかしこのようなアレイは複雑であり、高価

50

な製造技術を必要とする。所望の曲率に適合する部材に適した取付け具およびコンポーネントは、材料コスト、工具コストおよび労力コストを上昇させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願番号2006/0173348

【特許文献2】米国特許出願番号2007/0066902

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の課題は、医用超音波用の安価な多重ツイスト音響アレイおよびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題は、音響トランスデューサ用のシステムであって、該システムは、

- ・第1のアレイの第1の放射面を規定する第1のアレイの複数の第1のエレメントを有し、

前記第1のエレメントはアジマス軸に沿って離間されており、

前記第1のアレイの第1のエレメントのいくつかは、前記アジマス軸を中心に別の第1のエレメントに対してツイストされるように回転されており、

前記第1の放射面は、回転に基づき異なる方向に角付けられており、

- ・第2のアレイの第2の放射面を規定する第2のアレイの複数の第2のエレメントを有し、

前記第2のエレメントはアジマス軸に沿って離間されており、

前記第2のアレイの第2のエレメントのいくつかは、前記アジマス軸を中心に別の第2のエレメントに対してツイストされるように回転されており、

前記第2の放射面は、回転に基づき異なる方向に角付けられており、

- ・電気導体がそれぞれ第1のエレメントと第2のエレメントを接続する、

ことを特徴とするシステムによって解決される。

【発明の効果】

【0011】

最初に説明する以下の有利な実施例には、方法、システム、使用法およびトランスデューサが含まれている。多重ツイストアレイまたは回転アレイが提供される。例えば形状記憶合金により、エレメントの多重列を平坦なサブストレート上に作製することができる。合金の記憶は、異なる列を異なるやり方でツイストするためにアクティベートされる。ここでは2つの隣接する平行なアレイが反対方向に回転される。所定の回転アレイに沿って異なるアパーチャを選択することにより、アパーチャのエレメントの方向が異なるので異なる平面が走査される。異なる回転アレイ上で異なるアパーチャを選択することにより、大容積を走査することができる。

【0012】

第1の側面では、音響トランスデューサ用のシステムが開示される。第1のアレイの第1のエレメントの第1の複数の第1の放射面を規定する。第1のエレメントはアジマス軸に沿って離間されている。第1のアレイの第1のエレメントのいくつかはアジマス軸を中心に、別の第1のエレメントに対してツイストされるように回転される。第1の放射面は、回転に基づき異なる方向に角付けられる。第2のアレイの第2のエレメントの第2の複数の第2の放射面を規定する。第2のエレメントはアジマス軸に沿って離間されている。第2のアレイの第2のエレメントのいくつかはアジマス軸を中心に、他の第2のエレメントに対してツイストされるように回転される。第2の放射面は、回転に基づき異なる方向に角付けられる。電気導体がそれぞれ第1のエレメントと第2のエレメントを接続する。

【 0 0 1 3 】

第2の側面では、エレメントの医用超音波トランスデューサでの使用法が開示される。エレメントは少なくとも2つのらせんに配置される。少なくとも1つのエレメントの異なるグループがグループごとに少なくとも2つのらせんのアジマス軸に沿って離間される。エレメントは、上下方向に積層され、かつ、アジマス方向に同等の広がりを有する異なる平面領域を走査することができる。異なる平面領域が少なくとも2つのらせんの異なる1つを使用して走査される。

【 0 0 1 4 】

第3の側面では、音響トランスデューサによる走査方法が開示される。第1のアパーチャが、エレメントの第1のアレイ上に形成される。エレメントの第1のアレイは、第1の縦軸を中心にツイストされている。第1の平面は、第1のアパーチャにより走査される。別の第2のアパーチャが、エレメントの第1のアレイ上に形成される。第2のアパーチャは、第1のアパーチャがアジマス方向にエレメントの第1アレイに沿って移動したものに相当する。第1のアレイのエレメントは、第1の縦軸を中心にツイストされたエレメントにより規定されるラインと同じラインに沿っている。別の第2の平面は第2のアパーチャにより走査される。第2の平面の位置は、第2のアパーチャのエレメントではなく第1アパーチャのエレメントに関連するツイストの別の角度に相当する。前記形成ステップと走査ステップは、第2縦軸を中心にツイストされたエレメントの第2アレイにより反復される。第3の平面と第4の平面に対する反復は、第1の平面および第2の平面とは異なる。3次元表示が走査データと、第1, 第2, 第3, 第4平面の相対位置の関数として生成される。

【 0 0 1 5 】

第4の側面では、音響アレイの製造方法が開示される。アレイの超音波素子の第1の複数と第2の複数とが形状記憶合金により結合される。アレイの幾何形状は、第1の複数に対しては形状記憶合金により第2の複数に対するのとは異なって、アレイを含むトランスデューサプロブの製造中に变化される。

【 0 0 1 6 】

本発明は以下に続く特許請求の範囲によって規定されるが、以下の詳細な説明はこれらの請求項に基づく限定として解釈すべきものではない。さらに本発明のさらなる有利な側面および利点は、以下の明細書で有利な実施例に基づいて説明され、請求の範囲において独立的または組合せで権利主張される。

【 0 0 1 7 】

図の各構成要素は必ずしも縮尺通りに描かれてはならず、本発明の原理を示すために拡大されていることがあることに注意されたい。さらに、各図面では、対応する部分を指示する参照番号は、異なった図面でも全体を通じて同じである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図1】ヘリカルトランスデューサアレイの部分の実施例を示す概略図である。

【図2】カテーテル内にある図1のアレイの概略図である。

【図3】ツイスト音響アレイによる走査方法の実施例に対するフローチャートである。

【図4】図1のアレイによる3次元走査の実施例を示す概略図である。

【図5】図4のアレイに隣接する走査箇所を示す概略図である。

【図6】音響アレイを使用する製造方法の実施例に対するフローチャートである。

【図7】形状記憶合金を備えるトランスデューサアレイの実施例の断面図である。

【図8】形状記憶合金を備えるトランスデューサアレイの実施例の断面図である。

【図9】トランスデューサアレイを製造するための形状記憶合金フレームの実施例を示す概略図である。

【図10】形状記憶合金を備えるトランスデューサアレイの実施例の断面図である。

【図11】形状記憶合金シートが2つの異なる位置にある実施例の概略図である。

【図12】形状記憶合金シートが2つの異なる位置にある実施例の概略図である。

【図 1 3】多重ツイストアレイ形状記憶合金の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

アジマス軸に沿ってツイストされたヘリカルアレイを使用すると、異なる走査面を走査することができる。アパーチャをアジマス軸に沿って移動することにより、音響面の角度が変化する。容積をサンプリングすることができる。

【0020】

例えばヘリカルアレイはアジマス軸に沿ってツイストしている。多数のエレメントを備えるヘリカルアレイを使用すると、種々異なる走査面を走査することができる。アパーチャをアジマス軸に沿って移動することにより、音響面の角度が変化する。容積をサンプリングすることができる。らせん幾何形状とこのようなアレイの使用は、米国公開出願第20080125659に開示されており、この開示内容を参照として取り入れる。ツイストは固定的、または持続的なものであるが、変化しても良い。

【0021】

アレイは、超音波カテーテル、経食道プローブ(TEE)、または患者に挿入する他のトランスデューサで使用することができる。ヘリカルアレイは患者の走査に使用することができる。例えばエレメントの上下端部または他の部分は、アジマス中心線が直線であるらせん(例えば二重らせん)に沿って配置される。例えば約28°のような小さな角度でツイストすることにより、容積を走査することができる。アパーチャをカテーテルの軸に沿って移動することにより、カテーテルの側面に隣接する容積が走査される。カテーテルまたは他のツールは、容積走査から生成された3次元表示を使用して案内される。画像は、切除または他の処置の案内を支援することができる。

【0022】

形状記憶合金または超弾性合金コンポーネントを超音波アレイ製造に使用することができる。これらの合金は、最終的合金幾何形状により調整を行うことができる。超弾性合金または形状記憶合金は、いずれかの幾何形状を維持するために、または単純なアレイ製造技術を使用して複雑な超音波アレイ幾何形状を形成するために使用することができる。

【0023】

例えば形状記憶合金シートは、超音波アレイの裏面に取り付けられる。形状記憶合金は、らせん形状または湾曲した形状を記憶する。アレイ製造中、形状記憶合金シートはフラットな幾何形状を有する。フラットな幾何形状はアレイ製造を非常に簡単にする。引き続きカテーテル製造でのプラスチック溶接の際、または他の熱適用の際に、形状記憶合金は記憶したらせん形状または湾曲形状に復帰する。アレイを覆う熱可塑性物質は、アレイが形状記憶合金により規定される幾何形状を取るのに十分にソフトである。形状記憶合金をこのように使用することにより、平坦なアレイの形成に関連する単純なアレイ製造方法を使用して複雑なアレイ幾何形状を形成することができる。

【0024】

別の実施例として、超弾性合金はプロセス全体を通じてアレイの平坦性を維持する。超弾性合金は、平面アレイの平坦性を、超音波カテーテル(またはプローブ)の製造プロセス中に維持する。アレイがツイストされるか、折り曲げられるか、または他の変形を受けると、超弾性合金はアレイをフラットな位置に復帰させる。超弾性合金の安定状態での幾何形状は、平坦でなくても良く、らせんとすることもできる。アレイと合金は、製造中には平坦に維持されるが、いったん解除されると超弾性合金の別の幾何形状に復帰する。

【0025】

隣接したツイストされないアレイを2次元画像形成のために設けることもできる。別の実施例では、機械的構造体または別の構造体が、アレイをツイスト位置と非ツイスト位置との間で変化させる。ツイストされない線形アレイは、ツイストアレイよりも高い解像度の2次元画像形成を提供する。ツイストアレイは3次元走査のために使用することができる。

【0026】

10

20

30

40

50

３次元（３Ｄ）または４次元（４Ｄ、容積を時間の関数として提示する）画像に視野角を拡張するために、付加的なアレイを設けることができる。例えばらせん幾何形状を備える１つの線形アレイにより、異なるアパーチャを選択することによって 21° 以上の走査を行うことができる。多重ヘリカルアレイセクションを設ければ、さらに大きな視野角が可能である。 21° の視野角は、４つのヘリカルアレイ（例えば $4 \times$ ヘリカルアレイ）を使用することにより近似的に 84° まで拡大することができる。

【００２７】

スペースの大きさに応じて、異なる数のヘリカルアレイを設けることができる。例えばこのようなアレイは、１つまたは２つかテールに使用されるが、３つ、４つ、またはそれ以上のアレイがＴＥＥプローブに使用される。多重ヘリカルアレイは２次元アレイよりも少数のエレメントを有することができ、コストを低減し、シンプルさを向上させる。アレイの各セクションはトランスデューサの軸に平行にツイストされている。各アレイセクションを使用し、これらのアパーチャをカテテル軸に沿って移動することによって、広角に３Ｄ／４Ｄ容積を走査することができる。

【００２８】

アレイ幾何形状は任意の方法、例えば鋳造により形成することができる。１つの実施例で、超音波画像形成アレイ内の（またはこれと接触した）形状記憶合金部材は、別のツイストアレイも含む幾何形状を提供する。形状記憶合金により、アレイを製造が簡単な平坦形状で製造した後に、複雑なアレイ幾何形状を正確に形成することができる。マルチツイスト形状記憶シートは、各アレイセクションを正確に相対配置することができる。この場合、アレイセクションはそれぞれ別のアレイセクションに形状記憶シートを通して付着される。

【００２９】

隣接して右巻きと左巻きに交互に多重ツイストされたシングル形状記憶シートは、シングルツイストデバイスよりも大きな視野角を提供する。シングルツイストデバイスにより広い視野角を実現するためには、非常に大きなツイスト角が必要となろう。大きな視野角（ハイツツイスト）を有するシングルツイスト音響アレイは、内部ストレスが過度であるため相互に保持できないであろう。マルチツイストデバイスも、同じ視野角に対してシングルツイストデバイスよりも高い解像度を提供する。

【００３０】

図１から１２は、１つのらせんを設けることに関連する。シングル線形アレイがツイストされる。択一的に、複数の列を備える１つのアレイがツイストされ、同様に回転された２つの隣接するらせんを提供する。図１３は、異なる複数の回転による実施例を示す。図１３の実施例は、１つまたは複数のツイストアレイに対する図１から１２のいずれかの実施例を使用することができる。

【００３１】

図１と２は、音響トランスデューサアレイ１２に対するシステム１０を示す。システム１０は、アレイ１２、導体１４、ビーム形成器１６、画像プロセッサ１８、およびディスプレイ２０を含む。付加的なコンポーネントまたは別のコンポーネントを設けるか、またはコンポーネントを少なくすることも可能である。例えばシステム１０は、アレイ１２と導体１４を有し、ビーム形成器１６、画像プロセッサ１８、および／またはディスプレイ２０を含まないこともできる。画像形成電子回路は、超音波画像形成システムとは別個にすることができる。トランスデューサは脱着可能に画像形成システムと接続される。

【００３２】

アレイ１２はトランスデューサプローブ、例えば医用超音波トランスデューサで利用される。トランスデューサプローブは患者の外側で、例えば携帯トランスデューサプローブとして利用される。択一的にトランスデューサは患者内で、例えばカテテル１１（図２に図示）、経食道プローブ、腔プローブ、腔内プローブ、手術中プローブ、または他のプローブとして利用される。アレイ１２と導体１４は、トランスデューサプローブと接続されるか、またはその中に配置される。窓またはレンズが、プローブのアレイの放射面２２

10

20

30

40

50

からの音響走査のためにアレイ 12 上に配置されている。

【0033】

アレイ 12 は複数のエレメント 24 , バッキング材料 26 , 電極 28、およびマッチング層 30 を有する。付加的なコンポーネントまたは別のコンポーネントを設けるか、またはコンポーネントを少なくすることも可能である。例えば 2 つまたはそれ以上のマッチング層 30 が使用される。別の実施例として、バッキング材料 26 の代わりにチャンバが設けられている。バッキング材料 26 は音響エネルギーを吸収し、アレイ 12 の後方から受ける反射を制限または防止する。マッチング層 30 は、音響インピーダンスを徐々に移行させ、トランスデューサと患者との間の境界からの反射を最小にする。電極 28 はエレメントと交互作用し、音響エネルギーと電気エネルギーを変換する。1 つのエレメントで電極 28 間の電位または距離が変化すると、それぞれ電気信号または音響エネルギーを発生させる。

10

【0034】

エレメント 24 は圧電材料を含む。固体または合成の圧電材料を使用することができる。各エレメントは、長方体、立方体、または六面体であるが、他の表面を設けることもできる。例えば 1 つまたは複数のエレメント 24 の放射面 22 は、指向性に基づきフォーカシングまたは周波数を向上させるために凹面または凸面である。択一的に、マイクロエレクトロメカニカルデバイスまたは容量性デバイス、例えばフレキシブルなダイヤフラムが使用される。公知のあらゆる超音波トランスデューサまたは将来開発される超音波トランスデューサを使用することができる。波長と比較して上下方向に長いエレメントを、指向性を高めるために設けることができる。

20

【0035】

任意の数のエレメント 24 を設けることができ、エレメントは 64 個、128 個であるが、それ以上のエレメント 24 をより多くのまたはより大きなアパーチャに対して設けることができる。エレメント 24 は相互に隣接しており、隣接するエレメント 24 の中心間に実質的に波長またはそれ以下の間隔を有する。例えば各エレメント 24 は、半波長だけ音響的にカーフスにより分離している。

【0036】

エレメントを分離するのに他の方法を使用することもできる。波長間隔は、中心、平均、結像、またはアレイ 12 の他の動作周波数に基づくものである。エレメント 24 間に比較的大きな間隔を有するまばらなアレイ 12 を使用することもできる。

30

【0037】

エレメント 24 はアジマス軸 32 に沿って配置される。1 次元アレイ 12 の場合、エレメント 24 はアジマス軸 32 に沿って一列である。32 個、50 個またはそれ以上、64 個、128 個、またはその他の数のエレメント 24 を使用することができる。アレイ 12 は直線または曲線とすることができる。曲線アレイ 12 はアジマス軸 32 に向かう、またはアジマス軸 32 から離れる端部または中央部を有する。しかしエレメント 24 はアジマス方向に沿って静止している。曲線であるのでアレイの複数のエレメント 24 は異なる深さまたは異なるレンジを有する。

【0038】

多次元アレイ 12 を用いることができる。例えば 2 列以上のエレメント 24 が上下方向に沿って隣接している。1.25、1.5、1.75 または 2D アレイを設けることができる。上下方向に沿ったエレメント 24 の間隔は、アジマス方向の間隔と同じまたは異なっており、アジマス方向に隣接するすべてのエレメント間で半波長の間隔を有する 2 × 64 のアレイがある。エレメントは上下に長く、3 ~ 20 波長の上下幅を有する。しかし半分の波長間隔またはその他の間隔でも良い。

40

【0039】

エレメント 24 のマッチング層 30 により覆われていて、走査領域に近接している側および / またはバッキング材料に対向する側が放射面 22 である。音響エネルギーがアレイ 12 の放射面 22 から送出され、ここで入力される。放射面 22 に対する音響エネルギーの角

50

度は、エネルギーに対するエレメント 2 4 の感度に影響する。エレメント 2 4 に対して垂直に入射すれば、エレメント 2 4 はより感度が高い。

【 0 0 4 0 】

図 1 を参照すると、アレイ 1 2 の複数のエレメント 2 4 が回転されている。回転はアジマス軸 3 2 を中心に行われる。アジマス軸 3 2 は、バックリング材料 2 6、エレメント 2 4、放射面 3 0 または隣接するアレイ 1 2 を通って伸長する。回転はエレメント 2 4 のらせんパターンまたは渦巻パターンを形成する。隣接するエレメント 2 4 はアジマス軸 3 2 に沿ってヘリカルに配置されている。1つのエレメント 2 4 はアジマス軸 3 2 を中心に、別のエレメント 2 4 とは異なる大きさだけ回転されている。回転したエレメント 2 4 の最大感度の角度は、他のエレメント 2 4 と比較して特定のターゲットに関して異なっている。アジマス軸 3 2 を中心にする回転はアジマス軸 3 2 から離れる回転に、曲線アレイに関連して付加することができる。

10

【 0 0 4 1 】

各エレメント 2 4 は異なる量だけ回転している。例えばアレイ 1 2 の対向端部にあるエレメント 2 4 はアジマス軸を中心に相互に少なくとも 10° 、または 15° 、またはそれ以外の角度で回転している。アジマス中心線は直線であるが、回転しているか、またはツイストされていても良い。それより多くのまたは少ない全体回転していても良い。中間の各エレメント 2 4 は、両端部間で異なる量だけステップごとに回転している。例えば各エレメント 2 4 は隣接するエレメント 2 4 と比較して 0.47° 回転している（例えば 64 個のエレメント 2 4 が全部で 30° 回転していると 1 エレメント 2 4 当たりの回転は 0.47° である）。択一的に、一群のエレメント 2 4 を他のエレメント 2 4 または他のエレメント 2 4 群と比較して同じ量だけ回転する。例えば半分のアレイ 1 2 が 1 つの量で回転し、他の半分の量が別の量で回転する。任意のステップ数を、対称または非対称のエレメント群に使用することができる。例えば中心のエレメント 2 4 群、周期的エレメント 2 4 群、またはエレメント 2 4 の他の配置は同じ方向を向いているが、他のエレメントは回転している。実施例でエレメント 2 4 の中心の半分（例えば中心の 64 個のエレメント 2 4）は直線であるか、またはアジマス軸を中心に同じ回転配向を有し、エレメント 2 4 の四分の一は各端部で（例えば 32 個のエレメント 2 4 が一方の端部で、32 個のエレメント 2 4 が他方の端部で）らせん状に回転している。回転は単一のステップまたは複数のステップである。

20

30

【 0 0 4 2 】

エレメント 2 4 が回転しているので、放射面 2 2 は異なる方向に曲げられている。放射面 2 2 は、回転軸からオフセットされて、またはオフセットされずにらせん状にツイストされている。放射面 2 2 はエレメント 2 3 の回転に相応して、アジマス軸を中心に少なくとも 10° だけ回転している。放射面 2 2 が 1 つのエリアでは他のエリアよりも多くツイストされていても良い。ツイストすることにより、アレイ 1 2 に沿って異なるアパーチャが異なる最適感度角を有することができ、アジマス軸を中心にした回転で異なる走査面を規定する。

【 0 0 4 3 】

一般的に、上下に大きなアパーチャは上下の指向性を増大させ、上下のビーム幅を狭くする。アレイを上下方向に捻ることにより、エレメントのサブアパーチャが画像面の形成のために協力して使用される。アレイにより形成することのできる独立したビームの総数は、アパーチャのエレメント数のオーダーである。全体のツイストを角張ったビーム幅エレメントに関連して変化することにより、アジマス方向での分解能と、形成される容積の仰角幅との間にトレードオフが存在する。

40

【 0 0 4 4 】

マテリアルがエレメント 2 4 を回転位置に保持する。例えばバックリング材料 2 6 はエレメント 2 4 の位置を調整する。別の例として、フレームがエレメント 2 4 を定位置に保持する。別の実施例では、エポキシまたは他の接着剤がアレイ 1 2 の一部または全体を定位置に保持する。別のマテリアルおよび関連の構造を使用することもできる。カテーテルの

50

実施例に対して、カテーテル 11 の本体は、回転されたエレメント 24 の位置での干渉を避けるために回転することができる。

【0045】

バッキング材料 26、電極 28、アースプレート、および/またはマッチング層 30 は変形可能であり、エレメント 24 とツイストすることができる。例えば線形アレイとして使用されるアレイは、製造プロセスでは変更なしで振ることができる。択一的に、1 つまたは複数の層をツイストの後に形成し、変形を回避することができる。

【0046】

電気導体 14 はケーブル、同軸ケーブル、トレース、ワイヤ、可撓性回路、ワイヤジャンパ、それらの組合せ、または公知の導体である。導体 14 はアレイ 12 の電極 28 を、トランスデューサプローブまたはビーム形成器 16 (図 2) のコネクタと電気接続する。1 つまたは複数の導体 14 が各エレメント 24 に対して設けられている。択一的にエレメント 24 より少数の導体 14 を、ツイストされたアパーチャ、部分的なビーム整形、または多重化のために使用することもできる。導体 14 は別個にアドレス可能である。各エレメント 24 は所定のアパーチャに対して、電子的ステアリングに関連して選択的に使用することができる。択一的にいくつかのエレメント 24 を、可能なアパーチャのサブセットとともにだけ使用することができる。

【0047】

実施例では、アレイ 12 がカテーテル 11 内に配置されている。アレイ 12 は 10 フレンチ、3.33 mm、または他の直径のカテーテル 11 に適合する。導体 14 はカテーテル 11 内を通過してビーム形成器 16 に導かれている。カテーテルトランスデューサは画像形成のために使用される。画像形成は診断、カテーテル、またはガイダンスツール、および/または療法選定で使用される。幾何学が画像形成で役に立つ。例えばカテーテル 11 を備えるアレイ 12 を平坦にまたは湾曲させて維持することは、画像形成アーティファクトを低減し、セクタスキニング可能にする。らせんアレイ 12 をカテーテル 11 内に含めることにより、3次元走査と画像提示を使用することができる。択一的にアレイ 12 の回転したエレメント 24 を別のトランスデューサに使用することができる。

【0048】

ビーム形成器 16 は複数のチャネルを、伝送波形の生成および/または信号の受信のために有する。相対的遅延および/またはアポダイゼーションは、伝送波形または受信信号をビーム整形のためにフォーカスする。ビーム形成器 16 は導体 14 と接続される。ビーム形成器 16 は、1 つまたは複数またはすべてのアレイ 12 のエレメント 24 を含むアパーチャを選択する。異なるアパーチャを異なる時間で使用することができる。アパーチャは、オペレーションを伝送および/または受信するためのエレメント 24 を使用して形成されるが、他のエレメントは使用しない。ビーム形成器 16 は、隣接する一群のエレメント 24 により形成された複数のアパーチャから走査することができる。アパーチャは規則的増分ステップで、またはアレイ 12 の種々異なる部分をスキップして移動する。

【0049】

走査のためにビーム形成器 16 はアジマス方向に沿って電子的にフォーカスする。アパーチャを使用する複数の走査線が走査される。オペレーションを受信する間、焦点は深さに応じて変化する。上下のフォーカスはレンズおよび/またはエレメント感度によって規定される。またはアレイ 12 は上下方向にフォーカスされない。択一的実施例で、ビーム形成器 16 は上下に離間されたエレメントと接続されており、上下方向で少なくとも部分的にフォーカスおよび/またはステアリングする。

【0050】

らせん幾何形状の実施例では、種々の面がアレイ 12 の種々異なるアパーチャからの走査によって走査される。エレメント 24 の回転により、種々異なるアパーチャに対する走査面が、アジマス軸を中心にして種々異なる回転量で位置決めされる。アレイ 12 のショートセクションは、種々異なる方向で、両側にあるアレイ 12 のセクションからのオフセットを指示する。例えばアレイ 12 上に、64 個のエレメント 24 にわたり 64 のステッ

10

20

30

40

50

ブにより全部で 32° の回転で形成されたアパーチャの最初の 8 個のエLEMENT 24 は -14° の角度を有する。8 つのELEMENTの 8 つの連続するアパーチャの非共役走査面は、 -10° 、 -6° 、 -2° 、 $+2^\circ$ 、 $+6^\circ$ 、 $+10^\circ$ および $+14^\circ$ の角度にある。これら 8 つのアパーチャは、上下に離間した部分の 8 つの離散面を規定する。この離散面は、容積を走査するために隣接する面と相互に積層されている。複数のELEMENTまたはすべてのELEMENT 24 を備える種々のアパーチャを使用することにより、種々異なる面または領域を走査することができる。

【0051】

各アパーチャのサイズはツイストの量により制限される。アパーチャ内にあるELEMENT 24 の使用可能な指向性は、オーバーラップしているべきである。すなわちELEMENT 24 は各アパーチャの両端部で上下方向にオーバーラップするようにする。ELEMENTの 2 つの列のようにELEMENTを上下に離間することによって、電子的にアシストされたステアリングによるツイストを少なくすることができる。このツイストは、ビーム拡散を低減し、長いアパーチャを得るために行われる。

【0052】

画像プロセッサ 18 は、検知器、フィルタ、プロセッサ、アプリケーション専用集積回路、プログラマブルフィールドゲートアレイ、デジタルシグナルプロセッサ、コントロールプロセッサ、スキャンコンバータ、3次元画像プロセッサ、グラフィック処理ユニット、アナログ回路、デジタル回路、またはそれらの組合わせである。画像プロセッサ 18 はビーム形成されたデータを受信し、画像をディスプレイ 20 上に生成する。この画像は 2次元走査と関連している。

【0053】

択一的にまたは付加的に、画像は 3 次元表示である。容積を表すデータは走査により捕捉される。プロセッサ 18 は 3 次元データセットを、ビーム形成器による走査に応じて生成する。3 次元データセットのデータはデカルト座標に補間されるか、または走査形式が維持される。走査のために使用される面の相対位置は既知であるか、またはアパーチャ位置および相応するELEMENT 24 の回転に基づき仮定される。任意のレンダリングを使用することができる。例えば投影レンダリング、容積レンダリングおよび/または表面レンダリングである。プロセッサ 18 は、3 次元表示を、容積を表すデータから生成する。

【0054】

容積走査は、らせん形状を有するアレイ 12 により得られる。アレイ 12 の放射面 22 のツイストを使用することによって、容積内の種々の面を走査することができる。面は上下方向に離間しており、アレイ 12 から種々異なる回転量で伸長している。アジマス方向での電子的ステアリングにより、走査は同様の領域をカバーする。または走査はアジマスレンジ方向に同じ程度に伸長する。択一的にアレイ 12 はツイストなしに湾曲されているか、または平坦である。容積は、アレイ 12 および/またはカテーテル 12 を運動することによって走査される。別の実施例で、多次元アレイ 12 またはコンカーブELEMENTまたはコンベックスELEMENTを備えるアレイにより、容積を走査するために電子的ステアリングまたは周波数ステアリングが可能である。

【0055】

図 3 は、音響アレイによる走査方法を示す。この方法は、図 1 および/または図 2 のシステム 10 および/または 12 を使用するか、または種々異なるアレイおよび/またはシステムを使用する。付加的なステップ、別のステップを設けるか、またはステップを少なくすることも可能である。例えば容積を表すデータは、ステップ 50 での 3 次元表示生成を行わずに使用することができる。また、各ステップは図示の順序で実行するのが有利であるが、異なった順序で実行することもできる。

【0056】

ステップ 40 でアレイのELEMENTは、アレイの縦軸（すなわちアジマス軸）を中心にツイストされる。アレイは縦軸を中心に、らせん状または渦巻状にツイストされる。ツイストは各アレイの端部回転、ツイスト位置でのアレイの形態、および/またはアレイのエ

10

20

30

40

50

レメントまたはエレメント群の回転により実行される。例えばアレイは、エレメントとカーフスの組合わせを備える線形アレイとして形成される。バックング材料はフレキシブルまたは変形可能である。線形アレイは任意の量だけツイストされている。マッチング層および/または電極（例えばフレキシブル回路材料）は、ツイストによる層剥離を回避するために十分に撓むか、またはフレキシブルである。

【 0 0 5 7 】

ツイストされたアレイは定位置にフレーム、ハウジング、エポキシ剤、ガイドワイヤ、他の構造体、またはそれらの組合わせにより保持される。例えばアレイはコルク栓抜き、またはヘリカルツールに押し込められる。エポキシが、アレイの裏面のフレキシブル回路フォールド間に適用される。エポキシ剤を適用すると、アレイはアレイをヘリカル状態に維持する。別の実施例として、アレイは形状記憶金属と接続されている。アレイが加熱されると、形状記憶金属はアレイをツイストし、冷却した後もツイストした位置を維持する。別の実施例で、カテーテルまたは他のプローブ本体は心棒により力が加えられツイストを形成するか、またはツイストされたフレームを含む。本体内にアレイを配置することによりアレイがツイストされ、保持される。実施例で、平坦なアレイはツイストされる。容積走査のために使用されるときは高分解能走査のために平坦にされる。例えば使用中のツイストの調節は、カテーテル本体に対してツイストされたワイヤによって、形状記憶金属によって、またはツイストされたビームが、ガイドを通してバックング材料に力を加えることによって行われる。

【 0 0 5 8 】

ステップ 4 2 でアパーチャはエレメントのアレイ上に形成される。アパーチャはエレメントのすべて、またはエレメントのサブセットである。任意のサイズのアパーチャを使用することができる。アパーチャは連続的に隣接するエレメントを含むか、またはまばらである。アパーチャは導体またはビーム形成器に関連するエレメントの接続により形成される。所定の送信および受信イベントで送信および/または受信のために使用されるエレメントはアパーチャを規定する。種々異なるアパーチャを受信ではなく送信のために使用することができる。

【 0 0 5 9 】

ステップ 4 4 で面がアパーチャにより走査される。電子的フォーカシングを使用すれば、送信ビームおよび受信ビームがアパーチャのエレメントを使用して形成される。フォーカスを変化することにより、面領域がアパーチャを使用して連続的に走査される。シングルビームまたはマルチビームが、各イベントに対してオペレーションを送信および/または受信するために形成される。平面波、拡散する波面、またはフォーカスしない伝送を使用することができる。種々異なるアパーチャを送信オペレーションと受信オペレーションのために使用することができる。走査された面は、アパーチャ内でエレメントがツイストされているので、ツイストを含むか、またはスパイラル位置でねじれを含む。アパーチャによる送信と受信にตอบสนองして、走査領域を表すデータが捕捉される。エレメントを回転することにより、捕捉されたデータは特定の上下回転における領域を表す。

【 0 0 6 0 】

実施例で走査はカテーテルから行われる。走査は別のトランスデューサプローブ、例えばハンディタイプのプローブまたは T E E プローブから行うことができる。

【 0 0 6 1 】

図 4 と 5 は、相応のアパーチャ 5 2 , 5 4 , 5 6 をスパイラルパターンで備えるアレイ 1 2 を示す。各アパーチャ 5 2 , 5 4 , 5 6 に対して、相応する一般的平面走査領域 5 8 , 6 0 , 6 2 がそれぞれ走査される。走査領域 5 8 , 6 0 , 6 2 は相互に上下方向にオフセットされており、アジマス軸 3 2 を中心にした異なる回転量と関連している。複数の面は、この面に対して実質的に直交する方向（例えば上下方向）に沿って相互に隣接している。各走査領域の縦広がり（アジマス）と深さ広がり（レンジ）は類似するか、オーバーラップするか、または異なっている。各面の仰角は異なっており、共通の軸、すなわちアレイの回転軸から拡散している。面の交差点は走査される容積内にはない。しかしアレイ面

上、またはアレイ面の後方にある。別の実施例で走査面はアレイ面の上方で交差する。ステップ42と44は、アパーチャの選択、およびアパーチャに関連する領域の走査に相当する。

【0062】

ステップ46と48で、別のアパーチャが形成され、関連の領域が走査される。種々異なるアパーチャを選択することにより、種々異なる面が走査される。面の位置は、別のアパーチャに対してではなく、エレメントに関連するツイストの種々異なる角度に相当する。別のアパーチャを、別の領域または面の走査のために形成することができる。図4と5に示すように、面は離間されているが、アジマスおよびレンジでオーバーラップしている。別の実施例では、アジマスおよび/またはレンジでのオーバーラップがない。

10

【0063】

ステップ50で3次元表示が生成される。走査から得られたデータはレンダリングのためにフォーマットされる。例えばデータは、均等に離間された3次元グリッドに補間される。別の実施例で、各面または各走査ごとのデータが2次元データセットに変換される。各面に関連する2次元データセットがレンダリングのために提供される。別の実施例で、データは捕捉されたフォーマット、例えば極座標フォーマットに維持される。既知の面位置、サンプル深度、および走査線位置は、各データに対して相対的スパイラル位置情報を提供する。

【0064】

データまたは関連のスパイラル位置は、各アパーチャがツイストされているための平坦歪みを考慮するためにワープされるか、または調整される。走査領域または面が捕捉に使用されるから、ツイストまたは走査線位置に応じた感度変化のためデータが歪曲されることがあり、データの振幅が増大または減少する。スパイラルオフセットを考慮するために面間を補間することができる。別のワープまたは調整を使用することもできる。

20

【0065】

3次元表示は、走査データに応じてレンダリングされる。走査面の相対位置は、データをフォーマットするために、および/またはレンダリングのために使用される。公知のあらゆるレンダリングまたは将来開発されるレンダリングを使用することができる。例えば拡散レンズまたは平行レンズに基づく視野方向のビューを使用すれば、投影レンダリングが得られる。最小値、最大値、閾値を越える最初の値、平均値、アルファブレンディング、または他の投影技術を使用することができる。表面レンダリングを使用することができる。不透明化、明暗法、または他のレンダリング補正を使用することができる。

30

【0066】

レンダリング結果は、所定の視野方向からの3次元表示である。レンダリングは同じデータセットによる別の視野方向から実行することができる。リアルタイム画像形成のために視野方向は、連続的にデータセットを捕捉するために変化される。リアルタイム3次元画像形成を行うことができる。3次元表示は超音波画像である。データはBモード、強度、ドップラーモード、速度、エネルギー、高調波モード、造影剤、それらの組合せ、または他の形式の超音波データである。

【0067】

3次元表示を使用すると、アレイに隣接する組織構造を見ることができる。カテーテル実施例またはTEE実施例では、1つのチャンバの組織構造を別のチャンバまたは同じチャンバから見ることができる。アパーチャを離間すれば、近接ビューはレンダリングに対してさほどの容積情報を提供しない。アレイはより高い解像度のために、走査される領域からわずかに離して配置される。アレイはビューの容積野をさらに増大するために回転される。

40

【0068】

3次元画像形成に付加的にまたは択一的に、2次元画像形成が単一の面または領域の走査によって生成される。アレイが連続的にツイストされている箇所では、単一の面を走査するためにアパーチャが制限される。択一的に種々異なるアパーチャが、ツイスト面また

50

は領域にある種々異なる走査線に対して使用される。別の実施例で、アレイの大部分はツイストされておらず、この部分が２次元画像形成に使用される。ここまでの実施例で、アレイはツイストされた位置とツイストされない位置との間を変化することができる。アレイは、２次元画像形成のためにツイストされていない位置に配置される。

【００６９】

いくつかの実施例で、形状記憶合金はツイスト、回転、またはアレイ幾何形状を提供する。図６は、形状記憶合金を備える音響アレイの製造方法および音響アレイによる走査を示す。この方法は、図２のシステム、図１，７，８または１０のアレイ、または種々異なるアレイおよび／またはシステムを使用する。付加的なステップ、別のステップを設けるか、またはステップを少なくすることも可能である。例えば幾何形状がステップ７４で確定されず、アレイがステップ７６で包囲されず、および／またはアレイがステップ７８で使用されなくても良い。

【００７０】

ステップ７０で、アレイの複数の超音波素子が形状記憶合金と結合される。結合はクランプまたは固定物への位置決めとすることができる。別の実施例で、エレメントは形状記憶合金とボンディングにより結合される。これは室温または高温（例えば５０℃）でのエポキシ剤により行われる。例えば形状記憶合金は、アレイおよび超音波トランスデューサのために使用される他のトランスデューサ層と積層される（例えばバックング、トレースを備えるフレキシブル回路、基板、および／またはマッチング層）。積層体は加圧され、硬化される。

【００７１】

形状記憶合金はアレイと直接接合するか、または１つまたは複数の別のコンポーネントを介して接合される。例えば形状記憶合金は、マッチング層のアレイ、トランスデューサ材料、およびバックングブロックと積層される。フレキシブル回路のような導体が、トランスデューサ材料とバックングブロックとの間から伸長する。過剰のフレキシブル回路材料は、バックングブロックの後方に配置される。合金はバックングブロックに対して直接積層されるか、または過剰のフレキシブル回路材料に対して、バックングブロックの後方で積層される。

【００７２】

図７は、アレイ１２とバックングブロック２６を介して結合された形状記憶合金８６の実施例と、１つまたは複数の導体層、例えば相互に加圧されたフレキシブル回路のアカーディオ型積層体を示す。アレイ１２は、任意のマッチング層および導体を備える、またはそれらなしでのトランスデューサ材料の積層体である。別の実施例で、アレイ１２はトランスデューサ材料だけである。合金８６はアレイ１２の下方、バックング材料２６の下方、導体８４の下方にある。導体８４はアレイ１２（例えばトランスデューサ材料とバックングの間）からバックング２６の後方に伸長する。エンクロージャ８８はエレメント２４のアレイ１２を包囲する。層はボンディングにより結合されている。エンクロージャ８８はアレイ１２の積層体と結合され、これに対して静止している。または、この積層体の周囲に離間している。

【００７３】

図８は図７に類似する、内部接続された積層体を示す。この積層体はバックング２６と導体８４との間に形状記憶合金を備える。別の配置構成を使用することも可能である。

【００７４】

図１０は、図７および８のシートまたはプレートではなく、ロッドまたはチューブとしての形状記憶合金を示す。別の形状と任意の方向に沿った伸長を使用することができる。択一的に実施例で、ロッドはアレイに隣接する側で平坦であるが、底部側（すなわちアレイ１２から離れる側）では円筒である。バックング２６に隣接する断面積は最大である。

【００７５】

図１１は、形状記憶合金８６を、図７と８に示した形状記憶合金８６と関連する平坦なプレート構造として示す。これは加熱アクティベートの前である。

【 0 0 7 6 】

図 6 のステップ 7 2 で、アレイの幾何形状が変更される。形状記憶合金は、アレイを含むトランスデューサプロープの製造中に幾何形状を変更する。合金はアレイを所望の幾何形状に変更する。任意の幾何形状を形状記憶合金により記憶することができる。例えば所望の幾何形状は偏平または平坦である。別の実施例として、所望の幾何形状は 1 つまたは複数の方向に沿った湾曲である（例えばアジマス方向に沿って湾曲しているが、上下方向には湾曲していない）。別の実施例で、所望の幾何形状はアレイの放射面に対してヘリカルな形状である。

【 0 0 7 7 】

変化は製造中に発生する。例えば変化は、アレイを形状記憶合金に結合した後に生じるが、完成したアレイを消費者に引き渡す前である。別の実施例として、変化は形状記憶合金をアレイに結合することにより生じる。アレイは形状記憶合金と結合するように変化する。実施例でアレイは形状記憶合金により、結合の後であってアレイをハウジング内に包囲する前または包囲する間に変化する。

10

【 0 0 7 8 】

実施例でアレイは、超弾性合金により所望の幾何形状に戻る。例えばアレイは製造中に走査によりツイストされ、曲げられ、ワープされ、変位される。形状記憶合金は所望の幾何形状を維持し、アレイを所望の幾何形状に変形して戻す。超弾性合金シート、ワイヤ、または他の形状が、図 7 から 8 および図 1 0 に示すように超音波アレイ 1 2 に付着される。超弾性合金 8 6 は、音響アレイ 1 2 表面の平坦形状または所望の幾何形状を維持する。カテーテル適用または T E E 適用では、アレイ 1 2 のパッキングブロックおよび / または他の材料を、寸法の制約のため薄くすることができる。相応にして、トランスデューサ積層体の寸法安定性は他の場合よりも小さくなる。多数のエレメントが所望であれば、アレイの側方広がり（例えばアジマス方向および / または上下方向）を拡張する。拡張された側方広がりにより、アレイ 1 2 をより容易に変形することができる。通常の製造中にアレイが不所望に変形する場合、この変形を音響アレイに取り付けた超弾性合金コンポーネントにより反転して戻すことができる。

20

【 0 0 7 9 】

この反転は形状記憶合金によっても択一的に行われる。所望の幾何形状に自動的に復帰するのではなく、形状記憶合金の温度また他の移行がアレイ 1 2 を所望の幾何形状に復帰させる。

30

【 0 0 8 0 】

図 9 は、アレイの幾何形状を変化するための超弾性合金の別の使用を示す。固定物が超弾性合金ロッド 1 0 2 を含む。例えば 2 つの超弾性合金ロッド 1 0 2 が、同じまたは異なる材料の 2 つの端部ポケット 1 0 0 に付着する。超弾性合金ロッド 1 0 2 は、アレイ 1 2 を 2 つの端部ポケット 1 0 0 に挿入するために曲げられる。超弾性合金ロッド 1 0 2 は次に形状記憶によって種々異なって曲げられずに、または曲げられて、アレイ 1 2 を所望の幾何形状にする。

【 0 0 8 1 】

実施例でアレイ 1 2 は 1 つの形状から別の形状に、形状記憶合金 8 6 によって変化する。形状記憶合金 8 6 は、以前の状態から異なる記憶状態に移行する。

40

【 0 0 8 2 】

熱または他の移行エネルギーにより合金はアレイ形状を変化させる。例えば形状記憶合金、例えばニチノールが加熱される。熱が外部からトランスデューサ積層体および / またはトランスデューサプロープに適用される。例えば熱をプラスチック溶接機に適用すること、またはトランスデューサ積層体の周囲にハウジングを成形することも、形状記憶合金 8 6 を異なる幾何形状に移行させる。択一的に熱が内部からトランスデューサプロープに、トランスデューサハウジング内部にあり、形状記憶合金 8 6 に隣接する加熱素子により適用される。

【 0 0 8 3 】

50

変形実施例で、形状記憶合金 86 は変化前に実質的に平坦な形状を有し、湾曲形状またはヘリカル形状に変化する。図 11 は、実質的に平坦な幾何形状を（アレイを曲げる前に）有する形状記憶合金 86 のシートを示す。移行後、図 12 はヘリカル形状を有する形状記憶合金 86 を示す（アレイをエンクロージャ内でプラスチック溶接した後）。アレイ 12 のエレメント 24 は、アレイの縦軸（すなわちアジマス軸）を中心にツイストされる。アレイ 12 は縦軸を中心に、らせん状または渦巻状にツイストされる。ツイストするとアレイの端部が回転する。および / またはアレイのエレメントまたはエレメント群が回転する。例えばアレイは、エレメントとカーフスの組合せを備える線形アレイとして形成される。カーフスは形状記憶合金 86 内に伸長するか、または伸長せず、またはアレイ 12 を形状記憶合金 86 に結合する前に成形される。

10

【0084】

線形アレイは任意の量だけツイストされる。マッチング層および / または電極（例えばフレキシブル回路材料）は、ツイストによる層剥離を回避するために十分に撓むか、またはフレキシブルである。バックグブロックはフレキシブルであり、充填剤を備える、または備えないシリコンおよび / またはエポキシである。バックグは他の材料でも良く、および / またはフレキシビリティのために薄くすることができる（例えば 0.05 ~ 0.02 インチ厚）。

【0085】

形状記憶合金シート、ワイヤ、または他の形状が超音波アレイ 12 の裏側に付着され、アレイ 12 の幾何形状を変化させる。例えば図 10 が示すように形状記憶ロッド 86 がバックグ材料 26 の裏側にエポキシボンディングされている。引き続くカテーテルまたは TEE の製造のために、プラスチック溶接または他の熱適用が行われる。例えば接着剤（PSA）を備える、または備えない PET シートが、トランスデューサ積層体の周囲に焼ばめされるか、または溶接される。別の実施例として、カテーテルを形成する外側ハウジング Pebax が、トランスデューサ積層体を熱適用によって包囲する。プラスチック溶接の間、または他の熱適用ステップの間に、形状記憶合金 86 は元の形状または記憶した形状に戻る。これは例えば図 12 のヘリカル形状である。図 10 の例でロッドはツイストされている。熱適用のため、アレイ 12 を覆う熱可塑性物質 88 は、アレイ 12 が形状記憶合金 86 により規定される幾何形状をとることができるのに十分にソフトである。カテーテルのチップ（エンクロージャ）は、ツイストされない長方形のルーメンにより容易に作製することができる。アレイが挿入前にツイストされる場合、ツイストされた長方形チップルーメンが、アレイをチップに挿入するために使用される。

20

30

【0086】

別の実施例では、形状記憶合金 86 が、図 9 に示すようなフレームを提供する。固定と積層の組合わせをさらに安定させるために使用することができる。例えばニチノールのシートが、トランスデューサ積層体に積層される。シートの薄い壁は上方に撓み、トランスデューサ積層体の一部、または側面全体、または両側面を覆う。積層された部分とは異なる側壁形態は、シリンダまたは固体物にニチノールを提供する。薄いニチノールを積層体を使用することができ、付加的な安定性とトランスデューサ積層体サイズの最小化を得ることができる。

40

【0087】

形状記憶合金に対して、移行は所望の温度で行われる。室温および / または体温以上の任意の温度を使用することができる。例えば形状記憶合金 86 は 50 以下の温度では変遷しない。積層体は 50 以下の温度でボンディングされる。変遷温度は他の製造温度以下であり、例えばプラスチック溶接温度以下である。低硬度の Pebax の場合、変遷は 140 以下の温度で発生する。他の温度を使用することができる。熱の別個に適用しても良い。例えば変遷は、プラスチック溶接中には生じないが、変遷のためにだけ適用される温度、またはトランスデューサプローブを形成するための他の目的で適用される温度で発生する。

【0088】

50

ステップ 7 4 でアレイ 1 2 の幾何形状は変化の後に固定される。変化は製造中に所望の幾何形状をセットする。この幾何形状はその後のすべての使用に対して同じである。例えばアレイ 1 2 は、図 2 に示すようにカテーテル 1 1 に使用される。製造中に幾何形状を固定した後、アレイ 1 2 は同じ幾何形状を、出荷、走査の用意、患者への挿入、および / または走査のために維持する。ストレスまたは緊張による幾何形状変化が発生しても、幾何形状の意図的な変化は生じない。択一的実施例で、アレイ 1 2 の幾何形状は後で変化する。例えば所望の形状が維持されるか、または製造中に提供される。構造体、ヒンジ、他の形状記憶合金、または他のデバイスが、使用中に幾何形状を変化するために設けられる (例えば平坦形状またはヘリカル形状からの変遷、またはその反対)。

【 0 0 8 9 】

10

ツイストされたアレイ 1 2 は定位置にフレーム、ハウジング、エポキシ剤、ガイドワイヤ、他の構造体、形状記憶合金 8 6、またはそれらの組合せにより保持される。例えば形状記憶合金 8 6 はアレイ 1 2 の形状を変更する。マテリアルを積層体に付着し、アレイ 1 2 とボンディングするか、または他のマテリアルを、アレイ 1 2 を所望の幾何形状に維持するために使用することができる。アレイ 1 2 は定位置に接着剤により固定され、固体物が除去される。択一的に固体物をその場所に残すことができる。なぜなら固体物は完全に音響経路の外にあるからである。

【 0 0 9 0 】

形状記憶合金 8 6 は積層体内に残るか、または除去される。例えば形状記憶合金 8 6 はアレイ 1 2 の放射面側にある。ハウジング 8 8 のボンディング、トランスデューサ積層体のボンディング、またはトランスデューサ積層体へのマテリアル付加が、アレイ 1 2 を所望の位置に付加する。形状記憶合金 8 6 は剥離またはラッピングにより除去される。択一的に形状記憶合金 8 6 はマッチング層として作用するか、またはアレイ 1 2 の後方に配置される。

20

【 0 0 9 1 】

ステップ 7 6 でアレイ 1 2 はハウジング 8 8 により包囲される。アレイ 1 2 は保護材料、例えば絶縁材料のフィルムにより包囲される。実施例でアレイ 1 2 はトランスデューサプローブハウジング内に包囲される。例えばプラスチックハウジングが手持ち使用のために用いられる。アレイ 1 2 はカテーテル、T E E または他のハウジングに包囲される。エングロージャは、クラムシェル、シュリンクラップ、または他のハウジングである。例えばプラスチック溶接は熱可塑性物質をアレイ 1 2 の少なくとも一部の周囲で包囲する。エポキシまたは他のボンディング剤をハウジング 8 8 とアレイ 1 2 との間に設けることができる。多層のハウジング材料を使用することができる。例えば 1 つの層は電気絶縁のためであり、別の層はプローブの外表面のためのものである。

30

【 0 0 9 2 】

ステップ 7 8 でアレイ 1 2 は幾何形状の変化なしで使用される。リニア、セクタ、V e c t o r ^(R)、または他の超音波走査フォーマットを使用することができる。実施例でアレイ 1 2 はヘリカル形状を有する。アレイ 1 2 のエレメント 2 4 は、連続的に異なる画像形成面位置を提供するために使用される。アレイの 1 つの位置からの画像面は、アレイの別の位置ではなく別の方向に向く。アレイ 1 2 は位置固定されるが、走査中に位置を変化することもできる。

40

【 0 0 9 3 】

公知のあらゆる形状記憶合金または将来開発される形状記憶合金を使用することができる。例えばニチノールのような形状記憶合金が使用される。形状記憶合金は現在の形状と、記憶形状を有する。エネルギー、例えば熱の適用に基づき、形状記憶合金は現在の形状から記憶形状に戻る。変遷はアレイ 1 2 の放射面 2 2 を変化させる。例えば放射面 2 2 は実質的に平坦な幾何形状から固定された非平坦な幾何形状に変化する。

【 0 0 9 4 】

別の実施例で計 8 6 は超弾性合金である。超弾性合金は曲げることができ、ツイストすることができ、または他に変化することができるが、記憶形状に復帰する。例えば超弾性

50

合金は、アレイ 12 の放射面 22 を、いずれかの歪みの後に所望の幾何形状に戻す。所望の幾何形状は、製造終了時に固定することができる。

【0095】

形状記憶合金 86 は任意のやり方でアレイ 12 と結合し、所望の影響を与えることができる。例えば形状記憶合金 86 はアレイ 12 と、図 7 ~ 8 および図 10 に示すレンジ方向に沿って積層される。レンジ方向は、所定の位置での放射面 22 に対して実質的に直交する。形状記憶合金 86 のシートは実質的にアレイ 12 と同じアジマス広がりおよび上下広がりを有するが、それより小さくても大きくても良い。別の実施例で形状記憶合金 86 は、図 9 に示すようにフレームの一部である。

【0096】

エレメント 24 は定位置に保持されるか、または形状記憶合金 86 により所望の幾何形状に戻るよう変化される。製造中に付加的な材料を付加し、エレメント 24 を形状記憶合金 86 により確定された幾何形状に保持することができる。付加的材料は形状記憶合金 86、または後で使用するための永久的な双方の固定位置である。例えばエンクロージャ 88 (例えば Pebox) を、アレイとフレキシブル接合バンドルとの間で締めりばめにプレモールドすることができる。エンクロージャ 88 は溶融され、アレイ 12 は合金によりツイストされ、すべての開放空間はエンクロージャ 88 の材料またはエポキシ剤によりエンクロージャ 88 内で充填される。養生の後、エレメント 24 は定位置に保持される。別の例として、フレームがエレメント 24 を定位置に保持する。別の実施例では、エポキシまたは他の接着剤がアレイ 12 の一部または全体を定位置に保持する。別の材料および関連の構造を使用することもできる。カテーテルの実施例に対して、カテーテル 11 の本体は、回転されたエレメント 24 の位置での干渉を避けるため、またはその位置で保持するためにツイストまたは回転することができる。

【0097】

バックングブロック材料、電極、アースプレート、および/またはマッチング層は変形可能であり、エレメント 24 とツイストすることができる。例えば線形アレイとして使用されるアレイ 12 は、製造プロセスでは変化なしでツイストすることができる。択一的に、1つまたは複数の層を変化の後に形成し、変形を回避することができる。

【0098】

実施例でフレックス回路は、バックングブロックと PZT の間にある。フレックス回路はバックングブロックの側面の周囲で曲げられ、バックングブロックの後方で (アコーディオン状に) 畳まれる。フレックス接続バンドル (アコーディオン) 84 内で、フレックス回路は導体 14 のバンドルと接続され、信号をビーム形成器 16 とアレイ 12 との間で伝送する。実施例で、フレックス接続バンドル 14 はバックングブロックと合金 86 の間にある (図 7 参照)。別の実施例で、合金 86 はバックングブロックとフレックス接続バンドル 14 の間に配置される (図 8 参照)。

【0099】

種々異なる幾何形状を有するアレイを備えたトランスデューサが設けられている。例えばエレメントの種々の群が、異なってツイストまたは回転されている。種々異なるエレメントが相互に隣接している。例えば 2 つまたはそれ以上のアレイが実質的に平行である。実質的にとは、1つまたは複数のアレイが非線形軸を有するためである。および/またはアレイの軸に沿ったアレイの回転が種々異なっているためである。アレイは整列されており、平面の大きな範囲または大きな容積を走査することができる。1つのアレイは 21° 以上を走査し、別のアレイは他の 21° 以上を走査し、一つの容積を通じて 42° が走査される。他の範囲を設けることもできる。

【0100】

図 13 は、異なる幾何形状を備える実質的に平行な 4 つのアレイのための形状記憶合金を示す。しかしながらそれよりも少ないアレイまたは多いアレイが用いられてもよい。図 13 の実施例で、アレイは一つおきに同じ方向の回転している。すなわち、2 つのアレイは別の 2 つのアレイとは反対に回転している。すべてのアレイは隣接するアレイとは反対

10

20

30

40

50

に回転している。各アレイの回転量は同じでも異なっても良い。すべてのアレイが同じ方向に回転しても良い。同じアレイ構造、または異なるアレイ構造を各アレイに設けることができる。すなわちそれぞれのエレメント群での回転量、エレメント数、アレイの長さ、エレメント形式、またはエレメントサイズは同じでも異なっても良い。

【0101】

アレイは相互に隣接する。図13に示すように、アレイおよび/または形状記憶合金は結合することができる。例えば形状記憶合金はアレイの端部に交互に結合されており、アレイの相対位置に剛性を提供する。結合された端部は平坦である（例えば同じ方向に向けられた放射面を有する）。または結合されたアレイにわたって平坦ではない。結合された端部にある放射面は走査領域に重なるように向けられている（例えば放射面は相互に向き合うように角付けられている）。または別個の走査領域に向けられている（例えば放射面は相互に背く）。オーバーラップにより、データベースの関連記録、またはアレイの適切な相対位置の確認が行われる。択一的にアレイは別のアレイから離間されている。

10

【0102】

アレイは、オーバーラップあり、またはなしで種々の領域を走査するよう角付けられている。相対位置とアレイ幾何形状は、図4および5で一つのアレイについて示すように走査される種々の領域を規定する。別のアレイを同じ形式の走査に使用することができるが、相対位置は異なっている。実施例で、4つのアレイが約84°をカバーし、各アレイは21°をカバーする。各アレイのカバレッジは、アレイに沿ったアパーチャ選択に基づく。

【0103】

20

択一的実施例で、アレイは平行ではなく、一般的に直交軸を有するように配置されている。2つまたはそれ以上のツイストされたアレイの配置構成を設けることもできる。

【0104】

アレイの製造中、形状記憶合金はフラットである。形状記憶合金は、種々のアレイを少なくとも部分的に分離するカットを含むことができる。択一的に、合金はアレイ製造中にカットされる。アレイ間を方形切断するエレメントは、バックングブロックのすべてまたは大部分を通る。アレイがいったん方形切断されると、形状記憶によりアレイは所望の幾何形状にツイストされる。1つまたは複数のアレイがツイストされなくても良い。図13の実施例で、第1のアレイと第3のアレイは右にツイストされており、第2のアレイと第4のアレイは左にツイストされている。

30

【0105】

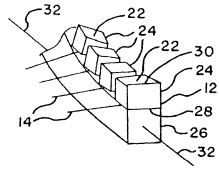
相互に隣接する2つのアレイについては、フレックス回路または導体は、各アレイの露出側に別のアレイから案内されている。3つ以上の隣接するアレイについては、1つまたは複数のアレイが別のアレイに接近するまたは離れる両サイドを有している。共有フレックス回路を使用することができる。2つのアレイからのトレースに対する空間が、フレックス回路の一方の側で不十分であれば、多層フレックス回路を使用することができる。例えば1つのアレイからのトレースは、フレックス材料の一方の側で案内される。フレックス材料は多重アレイを接続する。1つのアレイからのトレースは、フレックス材料の他方の側へ案内される。別の信号案内を使用することもできる。

【0106】

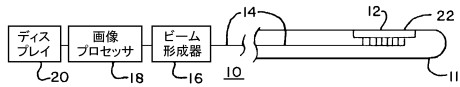
40

これまで本発明について様々な実施形態に基づき説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく種々の変更ないし修正を行えることは自明である。したがって上記における詳細な説明は制限を意図しているものではなく説明を意図しているものであり、本発明の精神および範囲を定めるのは、すべての同等のものを含む添付の特許請求の範囲であると解される。

【図 1】



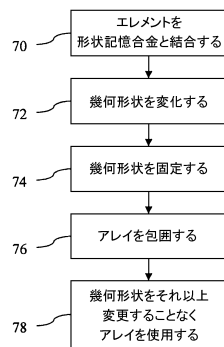
【図 2】



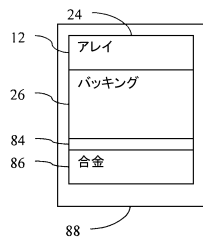
【図 3】



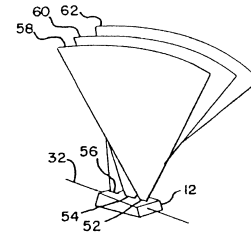
【図 6】



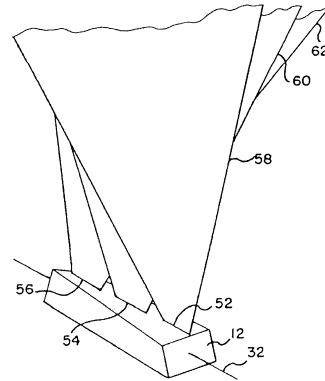
【図 7】



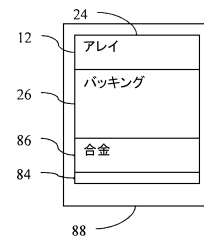
【図 4】



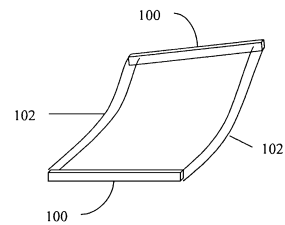
【図 5】



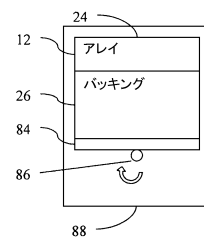
【図 8】



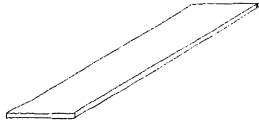
【図 9】



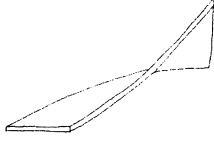
【図 10】



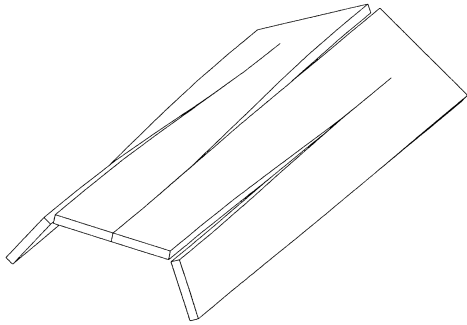
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100112793

弁理士 高橋 佳大

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 レックス ジェイ ガルビーニ

アメリカ合衆国 カリフォルニア エル グラナダ アヴェニュー ポルトーラ 355

(72)発明者 ウォルター ティー ウィルサー

アメリカ合衆国 カリフォルニア キュパティーノ キャロル リー ドライブ 10136

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特表2001-521404(JP,A)

米国特許出願公開第2008/0125659(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15