

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4833219号

(P4833219)

(45) 発行日 平成23年12月7日 (2011. 12. 7)

(24) 登録日 平成23年9月30日 (2011. 9. 30)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 8/12 (2006. 01)	A 6 1 B 8/12
H O 2 N 2/00 (2006. 01)	H O 2 N 2/00 B
H O 4 R 17/00 (2006. 01)	H O 4 R 17/00 3 3 2 B

請求項の数 27 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-540042 (P2007-540042)	(73) 特許権者	500332814
(86) (22) 出願日	平成17年11月1日 (2005. 11. 1)		ボストン サイエントフィック リミテッド
(65) 公表番号	特表2008-518721 (P2008-518721A)		バルバドス国 クライスト チャーチ ヘイスティンクス ココナッツヒル #6
(43) 公表日	平成20年6月5日 (2008. 6. 5)		ピー. オー. ボックス 1 3 1 7
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/039848	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開番号	W02006/052685		弁理士 熊倉 禎男
(87) 国際公開日	平成18年5月18日 (2006. 5. 18)	(74) 代理人	100088694
審査請求日	平成20年6月19日 (2008. 6. 19)		弁理士 弟子丸 健
(31) 優先権主張番号	10/984, 664	(74) 代理人	100103609
(32) 優先日	平成16年11月8日 (2004. 11. 8)		弁理士 井野 砂里
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電素子複合変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波撮像装置であって、

生体内へと挿入することができ、且つ、生体の内部を撮像するように構成されている、撮像装置を含んでおり、該撮像装置が、圧電素子複合型変換器を含み、

前記圧電素子複合型変換器は、平面から超音波エネルギーを発信するように構成され、且つ圧電セラミック材料の複数の区分を含み、前記圧電セラミック材料の複数の区分は、
a) ポリマー材料の複数の区分と交互に設けられており、前記圧電セラミック材料は、前記圧電セラミック材料とポリマー材料とが複数の伸長区分を構成するように、前記ポリマー材料の伸長する区分と共に並べられて伸張しており、前記圧電セラミック材料の区分は、伸張している長手方向に渡って厚みが変化しており、またはb) 柱状に構成され、ポリマー材料のベース区分内に位置する複数の区分に並べられて、前記ポリマー材料のベース区分内において分散しており、前記柱状の圧電セラミック材料の区分は、前記平面の表面から裏面への長手方向に渡って厚みが変化しており、

前記変換器は、少なくとも 9 MHz の中心周波数を有する、
 超音波撮像装置。

【請求項 2】

超音波撮像装置であって、

生体内へと挿入することができ、且つ、生体の内部を撮像するように構成されている、撮像装置を含んでおり、該撮像装置が、圧電素子複合型変換器を含み、

前記圧電素子複合型変換器は、平面から超音波エネルギーを発信するように構成され、且つ圧電セラミック材料の複数の区分を含み、前記圧電セラミック材料の複数の区分は、ポリマー材料の複数の区分と交互に設けられており、前記圧電セラミック材料は、前記圧電セラミック材料とポリマー材料とが複数の伸長区分を構成するように、前記ポリマー材料の伸長する区分と共に並べられて伸張しており、前記圧電セラミック材料の区分は、伸張している長手方向に渡って厚みが増加しており、

前記変換器は、少なくとも9MHzの中心周波数を有し、

前記圧電セラミック材料と、ポリマー材料とが、2-2構成を含有しているものである

超音波撮像装置。

10

【請求項3】

超音波撮像装置であって、

生体内へと挿入することができ、且つ、生体の内部を撮像するように構成されている、撮像装置を含んでおり、該撮像装置が、圧電素子複合型変換器を含み、

前記圧電素子複合型変換器は、平面から超音波エネルギーを発信するように構成され、且つ圧電セラミック材料の複数の区分を含み、前記圧電セラミック材料の複数の区分は、柱状に構成され、ポリマー材料のベース区分内に位置する複数の区分に並べられて、前記ポリマー材料のベース区分内において分散しており、前記柱状の圧電セラミック材料の区分は、前記平面の表面から裏面への長手方向に渡って厚みが増加しており、

前記変換器は、少なくとも9MHzの中心周波数を有し、

20

前記圧電セラミック材料と、ポリマー材料とが、1-3構成を含有しているものである

超音波撮像装置。

【請求項4】

変換器が、1以上の整合層を有している、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

変換器が、単一要素変換器である、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

単一要素変換器が、プレート状に構成されている、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

30

プレートの外側エッジが、曲げられている、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

プレートの外側エッジが、実質多角形である、請求項6に記載の装置。

【請求項9】

プレートの外側エッジが、実質4角形である、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

プレートの外側エッジが、実質6角形である、請求項8に記載の装置。

【請求項11】

プレートの外側エッジが、実質8角形である、請求項8に記載の装置。

【請求項12】

40

プレートの外側エッジが、部分的に曲げられており、且つ、部分的に直線状になっている、請求項6に記載の装置。

【請求項13】

変換器が、アレイ状に構成されている、請求項1に記載の装置。

【請求項14】

変換器が、複数の電極に結合されている、請求項13に記載の装置。

【請求項15】

変換器が、複数の変換器要素を含んでいる、請求項13に記載の装置。

【請求項16】

複数の変換器要素が、互いに結合されている、請求項15に記載の装置。

50

【請求項 17】

複数の変換器要素が、横列状に並べられている、請求項 15に記載の装置。

【請求項 18】

アレイが、1次元アレイである、請求項 17に記載の装置。

【請求項 19】

複数の変換器要素が、複数の横列に並べられているものであり、各横列が複数の変換器要素を含んでいるものである、請求項 15に記載の装置。

【請求項 20】

複数の変換器要素が、各列内にM個の変換器要素が位置している、M横列の状態に並べられているものである、請求項 19に記載の装置。

10

【請求項 21】

アレイが、2次元アレイである、請求項 19に記載の装置。

【請求項 22】

アレイが、開口を有している第1変換器要素と、開口内に位置している第2変換器要素と、を含んでいるものである、請求項 15に記載の装置。

【請求項 23】

アレイが、環状アレイである、請求項 15に記載の装置。

【請求項 24】

変換器要素が、同軸上に並べられている、請求項 23に記載の装置。

【請求項 25】

アレイが、線形アレイである、請求項 13に記載の装置。

20

【請求項 26】

アレイが、位相アレイである、請求項 13に記載の装置。

【請求項 27】

超音波撮像装置であって、

生体内へと挿入することができ、且つ、生体の内部を撮像するように構成されている、撮像装置を含んでおり、該撮像装置が、圧電素子複合型変換器を含み、

前記圧電素子複合型変換器は、平面から超音波エネルギーを発信するように構成され、且つ圧電セラミック材料の複数の区分を含み、前記圧電セラミック材料の複数の区分は、a) ポリマー材料の複数の区分と交互に設けられており、前記圧電セラミック材料は、前記圧電セラミック材料とポリマー材料とが複数の伸長区分を構成するように、前記ポリマー材料の伸長する区分と共に並べられて伸張しており、前記圧電セラミック材料の区分は、伸張している長手方向に渡って厚みが増加しており、またはb) 柱状に構成され、ポリマー材料のベース区分内に位置する複数の区分に並べられて、前記ポリマー材料のベース区分内において分散しており、前記柱状の圧電セラミック材料の区分は、前記平面の表面から裏面への長手方向に渡って厚みが増加しており、

30

前記変換器が、20 MHz乃至50 MHzの範囲の中心周波数を有する、

超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

ここに記載されている、システムと方法とは、血管内、心臓内、そして、同様のものの、超音波撮像システム内での圧電素子複合型変換器の、製造と実施と使用と、に関するものである。

【背景技術と発明が解決しようとする課題】

【0002】

医用撮像システムには、多くの診断上、治療上の利点が存在する。医用撮像システムは、生体へ挿入可能な撮像装置を用いて生体の内部を映像化するものである。上記システムの例は、血管内超音波（IVUS）撮像システムと、心臓エコー検査（ICE）撮像システムと、同様のものと、を含有している。これらのシステムは、心臓の房、血管、又は、

50

同様なものを映像化し、患者の頸動脈又は冠状動脈内の血小板の蓄積を検索し、治療する、といった多くの応用に用いることができる。これらの撮像装置で用いられている変換器は、典型的には、完全な圧電セラミック材料から形成されている。しかし、これらの材料は、重要な欠点を有している。

【0003】

ある欠点は、圧電セラミック材料が、典型的には、周囲の環境よりもはるかに高い音響インピーダンスを有している、ということである。例えば、ある場合において、血や軟組織等の周囲の環境の音響インピーダンスが、約 1.5 MRayl であるのに対し、圧電セラミックの音響インピーダンスは、 30 MRayl よりも高いものである。このことは、重要な音響インピーダンスの不整合をもたらすものである。不整合は、典型的には、不整合の程度を少なくするため、変換器の周りに、追加の整合層を使用することを要求するものである。しかし、これらの追加の整合層は、変換器が、最高の性能に達する事を妨げるものである。

10

【0004】

他の欠点は、圧電セラミックが、限定された、超音波帯域幅と感度とを有している、ということである。変換器の帯域幅と感度とは、変換器を製造するのに用いられている材料の電気・機械結合係数によって、直接影響を受けるものである。大半の医用超音波応用において、変換器は、プレート状に製造され、且つ、厚みモード動作を用いるものである。これらの応用において、電気・機械結合係数 k_t は、約 0.5 である。この低い係数は、変換器の帯域幅と感度とを厳しく制限し、結果として、撮像性能を低下させていた。

20

【0005】

更に、圧電セラミック材料は、どちらかといえば、もろく壊れやすい。このことは、圧電セラミック材料を、最良の手法によって形作ること、又は、構成することを妨げている。例えば、圧電セラミック材料の脆性は、変換器が、所望の範囲の深度で変換器を合焦させるように形作ることを妨げている。

【0006】

従って、これらの、そして、その他の欠点を克服し、且つ、完全に圧電セラミック材料から形成されている変換器を越える性能の変換器が求められている。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

ここに記載されている実施例は、撮像システムを提供するものである。撮像システムは、生体に好ましい状態で挿入可能であって、圧電素子複合型変換器を用いて生体を撮像するように構成されている撮像装置を、有している。圧電素子複合型変換器は、応用の必要に応じて、任意の手法によって構成することができる。一実施例において、圧電素子複合型変換器は、単一の要素の変換器として、そして、多重アレイ構成及びタイプとして、構成されている。多重アレイ構成及びタイプは、線形アレイ、位相アレイ、1次元アレイ、2次元アレイ、各横列に1以上の変換器を備えている1以上の横列アレイと、環状アレイと、他のアレイとを含有しているものである。また、圧電素子複合型変換器は、応用の必要に応じて、任意の手法によって形作ることができる。圧電素子複合型変換器は、圧電セラミックと、ポリマー材料とを、好ましく、含有している。圧電セラミック材料と、ポリマー材料とは、応用の必要に応じて、任意の構成に配列することができる。また、圧電素子複合型変換器を用いる撮像方法と、圧電素子複合型変換器の製法とが、提供される。

40

【0008】

本発明の、他のシステムと方法と特徴と利点とが、添付の図面と詳細な説明とから、当業者によって明らかなものであり、また、明らかにされるであろう。上記の追加システムと方法と特徴と利点とは、全て、この詳細な説明に含有されており、発明の範囲内にあり、且つ、添付の請求の範囲によって保護されるものである。また、本発明は、一実施例の詳細な説明に限定することを意図するものではない。

【0009】

50

製法と構造と動作とを含有している本発明の詳細な説明は、同様の参照番号が同様のセグメントを参照している添付の図面を、部分的に学ぶことによって、細かく調べることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

ここに記載されているシステムと方法とは、圧電素子複合型材料を用いて撮像を行うように構成されている超音波撮像装置を提供するものである。図1は、超音波撮像システム100の一実施例を描いているものである。超音波撮像システム100は、生体の本体へ挿入するように構成されている、細長い医用装置102を有している。細長い医用装置102は、撮像装置104を含有している。撮像装置104は、生体の内部の組織107を撮像するための圧電素子複合型変換器106を有している。

10

【0011】

圧電素子複合型変換器106は、圧電セラミック材料と、ポリマー又はポリマー材料とで、好ましく、組み立てられている。圧電素子複合型材料の使用は、変換器106の撮像性能を向上させることができる。例えば、圧電素子複合型材料は、圧電セラミック材料のみのものに比べて、低い音響インピーダンスと、高い電気・機械結合係数 k_t とを有している。音響インピーダンスが低いため、圧電素子複合型変換器106と周囲の環境との間のインピーダンス不整合は、圧電セラミック材料のみを用いる変換器に比べて、少ないものである。また、高い結合係数 k_t は、圧電素子複合型変換器106が、より広帯域の超音波で動作し、及び／又は、超音波エネルギーに対してより高感度で動作し得るように構成することを可能にする。圧電素子複合型変換器106の性能特性は、以下の図8乃至図9Bに関して、より詳しく説明されている。

20

【0012】

圧電素子複合型材料を形成するのに用いられる圧電セラミック材料のタイプは、PZT-5A、PZT-7A、PZT-8、PZT-5H等のPZTタイプの圧電セラミックを含有することができる。圧電素子複合型材料を形成するのに用いられるポリマー材料は、ほとんどの種類のエポキシ等のものを含有することができる。変換器106は、任意の適切なタイプの圧電セラミックとポリマー材料とから形成された、任意の圧電素子複合型材料を用いることができるということに、注意すべきである。圧電素子複合型材料の選択時、音響インピーダンスと、電気インピーダンスと、音響特性とが、特に、考慮されるべきである。ポリマー材料の選択時、医学特性と、温度特性とが、特に、考慮されるべきである。

30

【0013】

圧電セラミックのポリマー材料に対する比率を操作することによって、圧電素子複合型変換器106の性能特性は、調整することができる。構成材料の性質に起因して、圧電素子複合型材料は、同様に混成することもできるものであるが、ポリマー材料の区分が交互に設けられている圧電セラミック材料から、好ましく、形成されている。図2A乃至図2Cは、圧電素子複合型材料200の幾つかの実施例を描いている。図2Aにおいて、圧電素子複合型材料200は、ポリマー材料の多重伸長区分と共に並べられている、圧電セラミックの多重伸長区分201を、含有している。この実施例において、圧電素子複合材料200の表面203は、活性表面である。超音波エネルギーは、表面203から発信、及び／又は、受信される。伸長区分201、202は、活性表面203が各伸長区分201、202と好ましい状態で交差するように、設けられている。好ましくは、各区分201、202の一部がこの表面203に露出しているものである。

40

【0014】

図2Aに描かれている実施例において、各区分201、202は、Z方向に厚み206を有している。この実施例において、厚み(幅)206は、好ましくは、Y方向に、区分201、202の全てに渡って均一、即ち、変化しないものである。また、この実施例において、各区分201又は202の厚み206は、同じ、又は、ほとんど同じであり、結果として、体積比50%となっている。体積比は、調節することができ、且つ、伸長区分201、202は、応用の必要に応じて、任意の手法によって構成することができる、とい

50

うことが理解される。例えば、各伸長区分201又は202は、図2Bに描かれているように、異なる厚み206を有することもできる。また、各伸長区分201、202は、図2Cに描かれているように、変化する厚み206を有することもできる。この実施例において、圧電セラミック材料のポリマー材料に対する体積比は、各区分202に対する各区分201の厚みを調節することによって、好ましく、調節される。

【0015】

図3A乃至図3Cは、圧電素子複合型材料200の追加実施例を描いている斜視図である。図3Aにおいて、圧電素子複合型材料200は、ポリマー材料のベース区分302内において分散している、圧電セラミック材料の多重区分301を含有している。この実施例において、区分301は、活性表面203から裏面208へと伸びている柱状のものとして、好ましく、構成されている。ここで、各柱301は、4角の断面304を有しているが、応用の必要に応じて、任意の手法によって形作り、又は、構成することができることに、注意すべきである。例えば、柱301は、円い断面、多角形の断面、矩形断面、これらと他のタイプの断面とを組合せたものであっても良い。

10

【0016】

この実施例において、各区分301は、同じサイズの断面304を有している。しかし、各区分301のサイズ又は容量と、区分301の全部の数とは、応用の必要に応じて、任意の手法によって調節することができる。例えば、各区分301は、図3Bに描かれているように、その長手方向305に渡って厚みの変化する断面304を有することもできる。また、各区分301は、図3Cに描かれているように、異なるサイズの断面304を有することもできる。更に、区分301は、図3Dに描かれているように、不規則にベース区分302内に分散することもできる。圧電素子複合型変換器106の性能又は体積分率を調節するために、任意の構成を用いることができる。また、圧電セラミック材料と、ポリマー材料とは、上述した実施例を任意に組合せて並べることができる。組合せは、層、区分又は柱等の種々の組合せを含有するものであるが、限定されるものではない。

20

【0017】

図2A乃至図2Cに描かれている実施例は、2-2構成として記載できるのに対し、図3A乃至図3Dに描かれている実施例は、1-3構成として記載することができる。この記載方法は、各区分の圧電セラミック材料とポリマー材料とが主に伸びている方向の数に基づいて、圧電素子複合型材料200の構成を、記載しているものである。記載方法は、好ましくは、M-N標示付け規約を用いるものである。ここで、Mは、圧電セラミック材料が主に伸びている方向の数であり、Nは、ポリマー材料が主に伸びている方向の数である。

30

【0018】

例えば、図2Aにおいて、圧電セラミック伸長区分201と、ポリマー伸長区分202との両方は、主にX-Y方向に伸びている。伸長区分201、202は、また、Z方向に伸びているが、X、Y方向の伸長区分201、202の伸びと比較すると、Z方向の伸びの程度は、僅かである。同様に、図3A乃至図3Dに描かれている1-3構成に関し、区分301は、X、Y方向と比べて主にY方向に伸びている。区分302は、X、Y、Zの各方向に同程度伸びている。故に、圧電セラミック材料は、主に1方向に伸びており、ポリマー材料は、主に3方向に伸びている。この構成を、1-3構成と参照している。

40

【0019】

当業者は、圧電素子複合型材料200が、図4に描かれているような0-3構成のように構成することができる、ということを直ちに認識することができるであろう。ここで、圧電セラミックの区分401は、ポリマー材料401内のノードとして封入されている。これを示すため、各区分401は、点線で表されている。区分401は、各方向に十分に伸長していないため、この構成は、0-3構成と記載することができる。区分401は、応用の必要に応じて、任意の形状を有することができるものであり、ここに描かれているような立方形状に限定されるものではない。

【0020】

50

圧電素子複合型変換器 106 は、単一要素変換器、1つのアレイ、又は、所望の任意の他の構成のものとして構成することができる。図 5 A 乃至図 7 B は、種々の、単一要素、アレイ構成の、変換器 106 の多数の実施例を描いている。図 5 A は、単一要素プレート 502 によって厚みモード動作するように構成されている、圧電素子複合型変換器 106 の一実施例が描かれている。この実施例では、プレート 502 は、実質的に平ら、即ち平面であり、表面 503 から超音波エネルギーを発信し、受信するように構成されている。圧電素子複合型材料は、もろいものではないが、主に圧電素子複合型材料から製造された変換器に比べて、物理的な取扱いに対するより少ない耐性を有するものであるため、プレート 502 は、また、応用に応じて、任意の数の方向、任意の手法によって、形作られ、又は、曲げることができるものである。

10

【0021】

例えば、異なる形状を有している、プレート 502 の 2 つの実施例が、図 5 B、図 5 C に描かれている。図 5 B は、プレート 502 が凸状に形作られ、又は、曲げられている実施例であり、図 5 C は、プレート 502 が凹状に形作られ、又は、曲げられている実施例である。プレート 502 を形作ることは、例えば、変換器 106 の物理焦点を調節し、種々の異なる範囲の深度、又は、焦点での撮像を可能にするものである。プレート 502 は、また、所望の、他の左右対象、又は、非対称の形状へと、形作られ、又は、プレス加工することができるものである。

【0022】

図 5 A 乃至図 5 C に描かれているプレート 502 の外側エッジ部分 504 は、円くなっている。プレート 502 の外側エッジ部分 504 は、任意の他の所望形状を有することができる、ということに注意すべきである。例えば、外側エッジ部分 504 は、実質的に、楕円、非対称、左右対称、不規則、4 角、6 角、8 角等の多角形、または、これらの又は他の形状の任意の組合せのものとしてすることができる。前の文章における“実質的に”という語の使用は、外側エッジ部分 504 が、完全に、楕円、非対称、左右対称等であることを求めるものではない、ということの意味している。例えば、実質的に 4 角の外側エッジ部分 504 は、4 辺の各々の間に円いコーナーを有していても良いものである。

20

【0023】

上述したように、変換器 106 は、また、1つのアレイとして構成することができるものである。図 6 A は、直線状、即ち 1 次元 (1D) に構成された、変換器 106 の実施例である、アレイ 602 が描かれている。この実施例において、アレイ 602 は、横一列に並べられた多重変換器要素 604 を、含有している。好ましくは、アレイ 602 内の各要素 604 は、圧電素子複合型材料で組み立てられているものであるが、変換器要素は、異なる材料で組み立てられている変換器要素を、1 以上の圧電素子複合型要素 604 に組み合わせて用いることができる。好ましくは、各要素 604 は、各要素 604 によって集められた画像データを処理するための画像処理システムに電氣的に結合されている。アレイ 602 は、また、アレイとして動作させるため、要素 604 に沿って結合されている多重電極を備えている単一要素 604 として構成することもできる。

30

【0024】

図 6 B は、2 次元 (2D) アレイ 602 として構成された、変換器 106 の他の実施例を描いているものである。2D アレイ 602 は、要素 604 の M 横列 606 を、好ましく、含有しており、各横列は、その中に M 個の要素 604 を有している。ここで、M は、応用の必要によって定められる任意の数である。図 6 B において、5 個の横列 606 を有している、アレイ 602 が描かれている。横列 606 は、各々が 5 つの要素を備えている。アレイ 602 は、任意の数の横列 606 と、各横列 606 に所望の数の要素と、を有することができる。アレイ 602 は、また、所望されるのであれば、各横列 606 に種々の数の要素 604 を備えるように構成することができる。

40

【0025】

図 6 C は、アレイ 602 が環状構造の要素 604 を有している、他の実施例を描いている。この実施例において、アレイ 602 は、開口 612 を備えている外側要素 610 を有

50

している。第2要素614は、開口612内に嵌合するように構成されているものである。この実施例において、外側要素610は、円形で、同心上にあるものであるが、アレイは、応用の必要によって任意の手法によって構成することができる、ということに注意すべきである。例えば、アレイ602は、2以上の要素を有することもでき、且つ、変則的に並べること、又は、多角形状、楕円形状等の他の形状を有することもできるものである。

【0026】

図5B乃至図5Cに関して上述した実施例と同様に、アレイ602は、応用の必要に応じて、形作ることができるものである。図7Aは、曲がった形状を有している2次元アレイ602を描いているものであり、図7Bは、凹状に曲がった形状を有している環状アレイ602を描いているものである。示されていないが、図5A乃至図7Bに描かれている変換器106の各構成は、所望される場合には、1以上の整合層を含有することができるものである。整合層の使用は、当業者に周知なものである。図5A乃至図7Bに描かれている一実施例は、単に、変換器106の種々の構成の説明を補助することを意図するものであることに注意すべきである。多くの構成が可能であるが、構成のあらゆる可能な形状を記載し、描くことを意図するものではない。故に、圧電素子複合型変換器106は、ここで記載され、且つ、描かれている、ある形状、又は、構成に限定されるべきものではない。

【0027】

図8は、1-3構成の圧電素子複合型材料の一実施例の特性曲線であって、特に、セラミックのポリマーに対する体積分率と、厚みモード動作の結合係数 k_t 、長手方向の第2容量 V_1 、音響インピーダンス Z と、の特性曲線を描いている。ここで、体積分率の範囲が30%~60%のとき、圧電素子複合型材料用の結合係数 k_t は、0.7である一方で、同時に、音響インピーダンスは、12~17MRaylの範囲内にある。このことは、係数 k_t が約0.5で、音響インピーダンスが30MRayl以上の圧電セラミックのみのものを著しく改善するものである。

【0028】

図9Aは、圧電セラミック変換器の一実施例の時間領域応答902と、周波数領域応答903の模擬グラフを描いているものであるのに対し、図9Bは、圧電素子複合型変換器106の一実施例の時間領域応答904と、周波数領域応答905の模擬グラフを描いているものである。各グラフにおいて、模擬変換器は、1.93ミリメートル(mm)の直径と、9メガヘルツ(MHz)の中心周波数とを有している単一要素変換器である。図9Bに模擬されている変換器106は、35%の体積分率を有している。

【0029】

図9Aにおいて、圧電セラミック変換器は、時間領域応答902内の発振数によって示されているように、時間領域応答902内に約3サイクル分のパルス長を有しており、且つ、圧電セラミック変換器の最大振幅電圧は、約1.05ボルトである。図9Bは、圧電素子複合型変換器106の改善された性能を実証するものである。ここで、変換器106は、時間領域応答904内の発振数によって示されているように、時間領域応答904内に約1.5サイクルのパルス長を有しており、且つ、変換器106の最大振幅電圧は、約1.9ボルトである。更に、図9Bの圧電素子複合型変換器106は、周波数領域応答905、903の比較によって示されているように、図9Aの圧電セラミック変換器よりも非常に広い帯域幅を有しているものである。

【0030】

圧電素子複合型変換器106は、図9A、図9Bに描かれているものよりも高い周波数で動作するように構成されていることに注意すべきである。例えば、いくつかのICE応用において、圧電素子複合型変換器106は、約10MHzの中心周波数で動作するように構成することができるのに対し、いくつかのIVUS応用においては、圧電素子複合型変換器106は、20~50MHzの範囲の中心周波数において動作するように構成することができる。圧電素子複合型変換器106は、応用の必要に応じて、任意の周波数で動

作するように構成することができ、且つ、ここに記載されている、何れかの周波数範囲に限定されるべきものではない。

【0031】

また、単一要素圧電素子複合型変換器106を製造する方法620が、ここで提供されている。方法620は、3つの主要な工程を含有している。整合層を接着又は一体形成する工程と、裏側層を接着又は一体形成する工程と、変換器106を所望の形状又は寸法に整合させる工程と、である。図10は、単一要素圧電素子複合型変換器106用の製造方法620の一例を描いている。方法620を始める前に、圧電素子複合型材料は、変換器106の共振周波数を定めることができる、所望の厚みを有している、プレート502の形式で、好ましく、提供されるものである。プレート502は、また、正面、又は、裏面に設けられている電極を、好ましく、有しているものである。圧電素子複合型材料は、圧電セラミック材料よりも音響インピーダンスが低いため、整合層の利用はそれほど重要なことではない。しかし、依然として整合層を含有することが望ましい。例えば、約4~5MRaylの音響インピーダンスを有している整合層は、圧電素子複合型材料と、周囲の環境との間の音響結合を強化するものである。

10

【0032】

方法620を参照すると、随意的整合層を形成するため、プレート502は、622において、ガラスプレートのような基板に、先ず結合される。その後、623において、ゾルゲルのような整合材料等の整合層材料は、ガス抜きされ、プレート502上に、一体形成、又は、接着、即ち、換言すれば、結合される。624において、整合層材料が硬化された後、整合層は、所望の厚みにまで、重ねられ、又は、機械加工される。典型的には、整合層は、作業周波数、又は、動作周波数において、超音波の1/4波長の厚みを有するものである。

20

【0033】

次に、裏側層を形成するため、プレートは、626において、反転され、再び、基板に結合される。プレート502が合焦され、又は、形作られるものであるのならば、基板は、プレート502上に所望の形状を加圧するのに用いることができる相反形状を、好ましく、有しているものである。628において、裏側層は、プレート502上に、接着、又は一体形成、即ち換言すれば、結合されている。裏側層は、プレート502の裏面に設けられており、変換器106に機械的な支持を与え、裏方を伝わる全ての音響エネルギーを減衰させるものである。裏側層の厚みは、好ましくは、所望の吸音量とするのに十分なものである。裏側層の厚みの一例は、5mmであるが、任意の厚みを用いることができる。過度な裏側層は、後の機械的な処理のための犠牲基板の役割を果たす。630において、裏側材料は、ガス抜きされ、且つ、硬化される。多量の裏側材料が接着、又は、一体形成されるのであれば、鋳型は、ガス抜きと硬化を行っている間、プレート502を保持するのに用いることができる。

30

【0034】

632において、プレート502は、整合層と裏側層外側表面とに、所望の形状を与えるように、機械加工され、又は、重ねられる。好ましくは、整合層と裏側層外側表面は、できる限り平行に作られる。634において、プレート502は、基板に結合され、所望の最終形状、又は、構成に機械加工される。例えば、外側エッジ部分504は、多角形の構成へと、機械加工、又は、小さく角切りすることができる。方法620は、製造方法の一例であり、圧電素子複合型変換器106は、方法620によってのみ製造されたものに限定されるものではない、ということに注意すべきである。限定するものではないが、小さく角切りすること、充填すること、ランダム繊維をモールド形成すること、そして、複合フィルムを用いること、を含有する、他の方法をもちいることができる。方法620は、単一要素変換器106に適用するものであるが、圧電素子複合型変換器106は、単一要素変換器に限定されず、1以上の変換器要素と、他の変換器構成とを有する変換器アレイを含有することができる。

40

【0035】

50

また、圧電素子複合型変換器 106 を用いる撮像の一方法 640 が、ここで提供されている。図 11 は、方法 640 で用いるのに合う医用装置 102 の一実施例を描いているものである。医用装置 102 は、カテーテル、内視鏡に限定されるものではないが、これらを含む、生体へ挿入可能な任意の装置であり、この実施例では、医用装置 102 は、内腔 111 を備えている柔軟な細長い筒状部材 110 を含有しているものである。撮像装置 104 は、柔軟な細長い駆動軸 112 の末端 113 に結合されている。内腔 111 は、駆動軸 112 を摺動可能に受けるように、且つ、駆動軸 112 と撮像装置 104 とが、その中で回転できるように、好ましく、構成されている。圧電素子複合型変換器 106 は、1 以上の信号線 114 を介して、画像処理システム（図示せず）に、通信できるように結合されている、単一要素変換器として構成することができる。生体の内部は、圧電素子複合型変換器 106 を用いて撮像しつつ、駆動軸 112 を回転することによって、好ましく、撮像される。

10

【0036】

図 12 は、方法 640 で用いるのに合う医用装置 102 の他の実施例を描いているものである。この実施例において、医用装置 102 は、内腔 111 を備えている柔軟な細長い筒状部材 110 を含有している。撮像装置 104 は、柔軟な細長い部材 120 の末端 119 に結合されている。内腔 111 は、部材 120 を摺動可能に受けるように、且つ、部材 120 がその中で動けるように、好ましく、構成されている。圧電素子複合型変換器 106 は、1 以上の信号線 114 を介して、画像処理システム（図示せず）に、通信できるように結合されている、アレイとして構成することができる。生体の内部は、アレイ 106 によって、好ましく、撮像される。アレイ 106 は、内腔 111 内で部材 120 を動かすことによって、位置決め、再位置決めすることができる。図 11、図 12 に描かれている実施例は、一実施例であるが、医用装置 102、又は、圧電素子複合型変換器 106 を限定するものではない、ということに注意すべきである。医用装置 102 の他の実施例は、また、圧電素子複合型変換器 106 を用いることができる。

20

【0037】

図 13 は、撮像方法 640 の一例を描いているものである。方法 640 は、図 11、図 12 に関して説明したものと同様に、医用装置 102 の実施例を実行することができるものである。最初に、641 において、医用装置 102 は、生体の中へと挿入される。642 において、生体は、圧電素子複合型変換器 106 を用いて撮像される。圧電素子複合型変換器 106 が、図 11 に関して説明したのと同様の単一要素変換器 106 であるならば、642 の工程は、撮像している間、内腔 111 内において撮像装置 104 を回転する、ということ、を、好ましく、含有しているものである。圧電素子複合型変換器 106 が、図 12 に関して説明したのと同様のアレイであるならば、642 の工程は、撮像装置 104 を回転することなく実行することができ、且つ、画像は、1 次元、2 次元、線形、段階的構成等の構成のアレイ 602 による手法によって、生成することができる。

30

【0038】

次の 643 において、圧電素子複合型変換器 106 は、撮像した生体を表す信号を、画像処理システムへと、好ましく、出力する。644 において、画像処理システムは、出力信号に基づいて撮像された生体の画像を生成するのに用いることができる。645 において、画像は、使用者に表示することができる。

40

【0039】

前述の明細書において、発明は、その特別な実施例を参照して説明された。しかし、種々の修正と変更とが発明の広範な精神と範囲とを逸脱することなく作ることができる、ということは、明らかなことであろう。例えば、一実施例の各特徴は、他の実施例において示されている他の特徴と、混合し、且つ、整合することができる。そして、フローチャートに示した一連の工程は、変更することができる。当業者が周知の特徴と処理とは、要求に応じて、同様に、組み込むことができるものである。追加の、且つ、自明な特徴は、要求に応じて、追加され、又は、削除することができる。従って、発明は、添付の請求の範囲と、それらに均等なものの権利に限られるというものではない。

50

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】圧電素子複合型変換器を有している医用装置の一実施例が描かれている。

【図2A】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図2B】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図2C】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図3A】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図3B】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図3C】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図3D】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

10

【図4】種々の構成を有している圧電素子複合型材料の一実施例の斜視図である。

【図5A】単一要素変換器として構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図5B】単一要素変換器として構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図5C】単一要素変換器として構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図6A】変換器アレイとして構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図6B】変換器アレイとして構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

20

【図6C】変換器アレイとして構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図7A】変換器アレイとして構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図7B】変換器アレイとして構成されている、圧電素子複合型変換器の一実施例の斜視図である。

【図8】圧電素子複合型材料の一実施例の特性グラフである。

【図9A】圧電セラミック変換器のインパルス応答のグラフである。

【図9B】圧電素子複合型変換器のインパルス応答のグラフである。

30

【図10】圧電素子複合型変換器の一製造方法のフローチャートである。

【図11】圧電素子複合型変換器を有している撮像システムの一例の概略図である。

【図12】圧電素子複合型変換器を有している撮像システムの一例の概略図である。

【図13】圧電素子複合型変換器を用いる一撮像方法のフローチャートである。

【図 1】

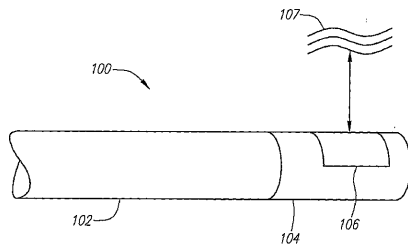


FIG. 1

【図 2 A】

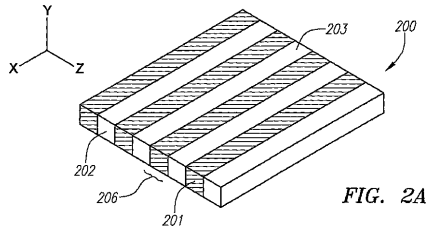


FIG. 2A

【図 2 B】

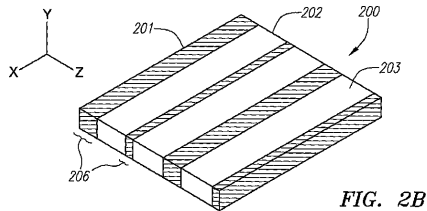


FIG. 2B

【図 2 C】

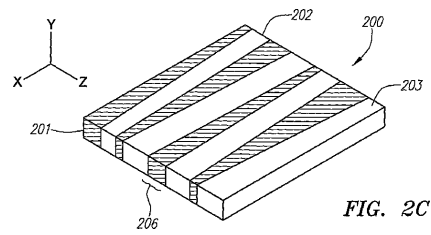


FIG. 2C

【図 3 A】

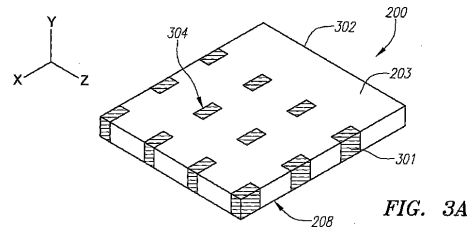


FIG. 3A

【図 3 B】

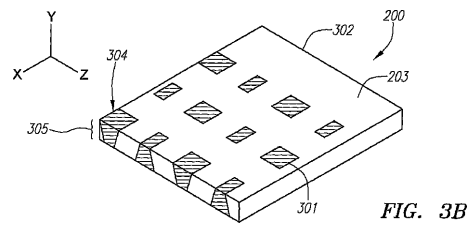


FIG. 3B

【図 3 C】

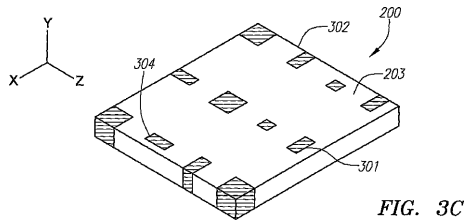


FIG. 3C

【図 3 D】

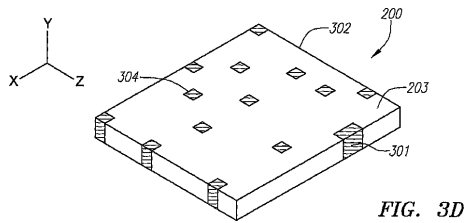


FIG. 3D

【図 4】

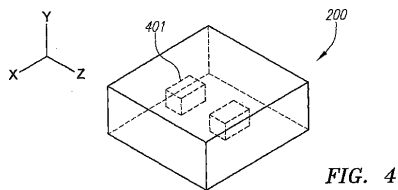


FIG. 4

【図 5 A】

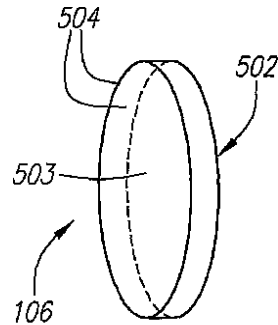


FIG. 5A

【図 5 B】

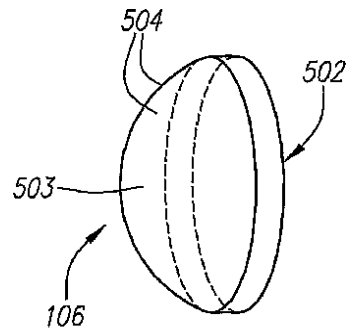
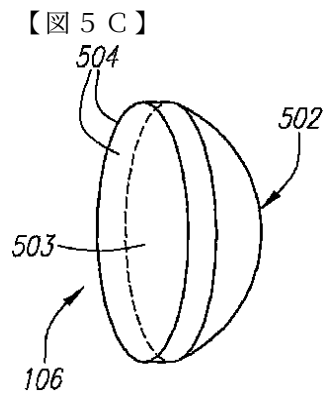
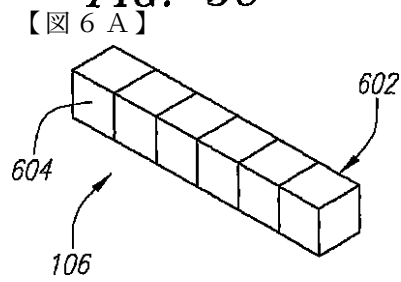
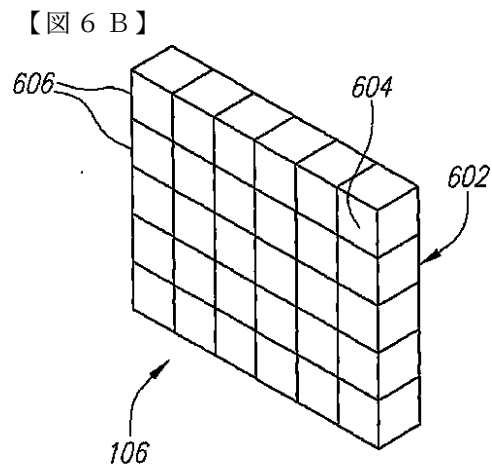
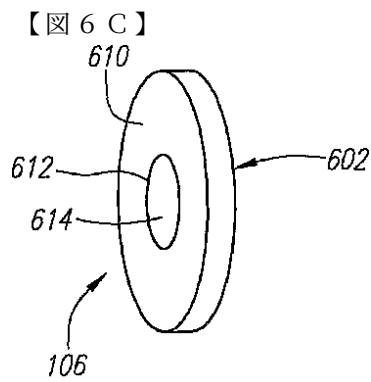
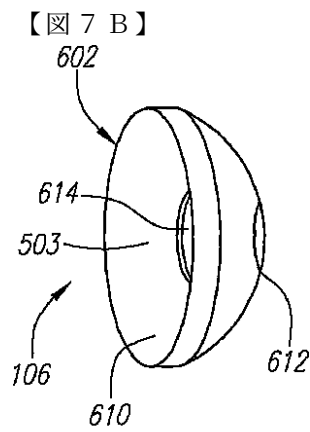
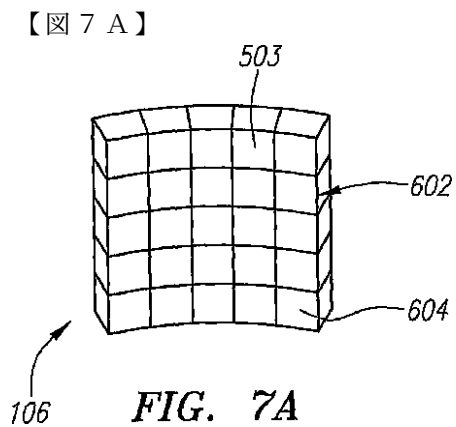
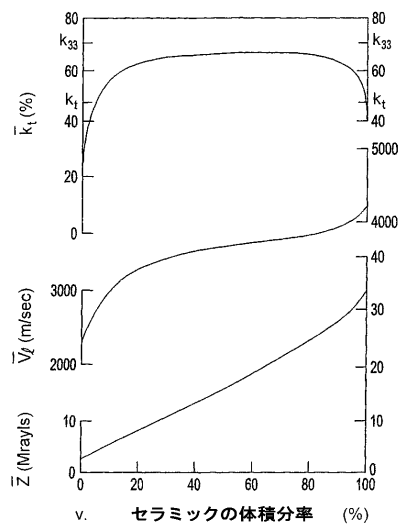


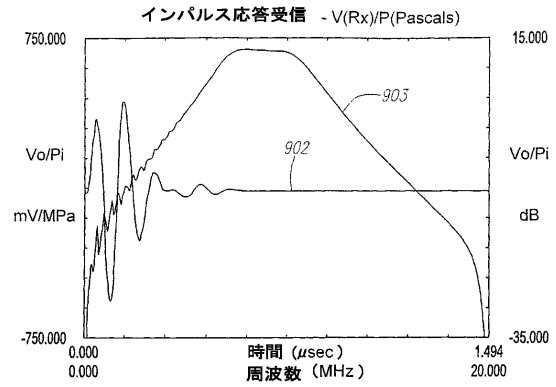
FIG. 5B

**FIG. 5C****FIG. 6A****FIG. 6B****FIG. 6C****FIG. 7B****FIG. 7A**

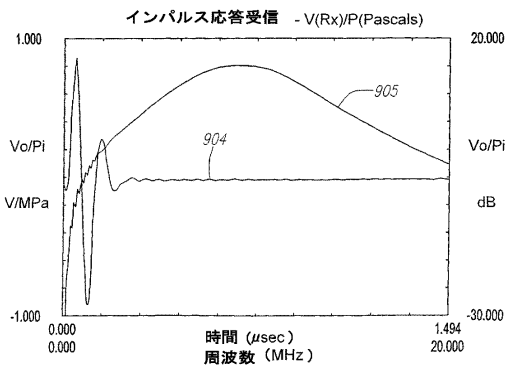
【図 8】



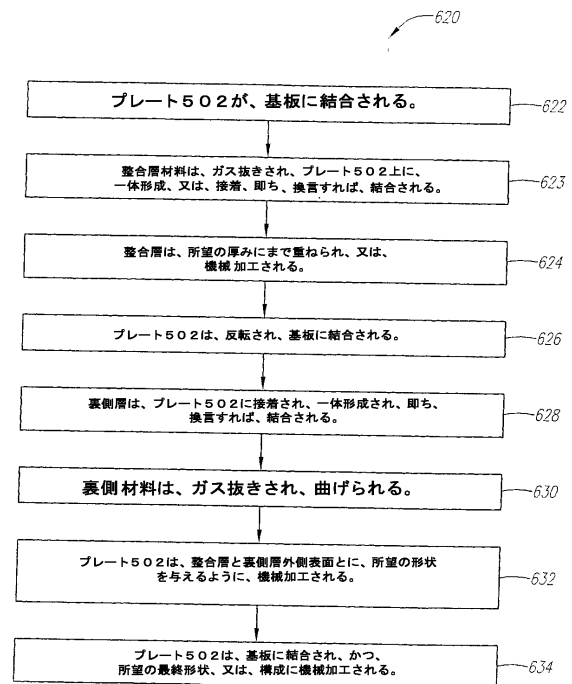
【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10】



【図 11】

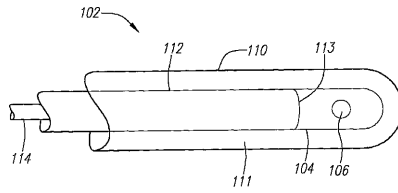


FIG. 11

【図 12】

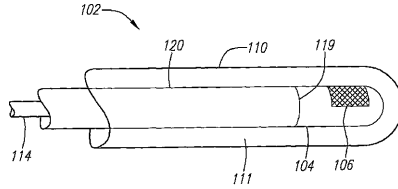
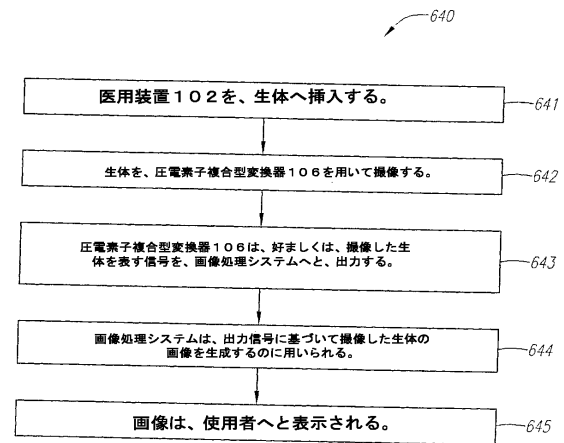


FIG. 12

【図 13】



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 ジャン・アール・ユアン

アメリカ合衆国94544カリフォルニア州ヘイワード、ベリー・アベニュー132番

(72)発明者 ペイ・ジェイ・カオ

アメリカ合衆国94539カリフォルニア州フレモント、ナンバー2、エルズワース・ストリート
43610番

(72)発明者 リチャード・ロムリー

アメリカ合衆国95376カリフォルニア州トレイシー、アングラ・コート2452番

審査官 五閑 統一郎

(56)参考文献 特開平02-057099 (JP, A)

特表2002-530267 (JP, A)

特開昭60-054600 (JP, A)

特表2002-509752 (JP, A)

米国特許第06036647 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/12

H02N 2/00

H04R 17/00

专利名称(译)	压电元件复合变换器		
公开(公告)号	JP4833219B2	公开(公告)日	2011-12-07
申请号	JP2007540042	申请日	2005-11-01
[标]申请(专利权)人(译)	波士顿科学有限公司		
申请(专利权)人(译)	波士顿科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	波士顿科技有限公司		
[标]发明人	ジャンアールユアン ペイジェイカオ リチャードロムリー		
发明人	ジャン・アール・ユアン ペイ・ジェイ・カオ リチャード・ロムリー		
IPC分类号	A61B8/12 H02N2/00 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/445 A61B8/4483 B06B1/0622 H01L41/183		
FI分类号	A61B8/12 H02N2/00.B H04R17/00.332.B		
优先权	10/984664 2004-11-08 US		
其他公开文献	JP2008518721A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种超声成像设备，包括：成像设备，其可插入生物体中并被配置成对生物体的内部成像，所述成像设备包括压电复合换能器，其中所述压电复合换能器包括压电陶瓷材料和聚合物材料，其中所述压电陶瓷材料和聚合物材料以0-3配置排列。

【図 2 B】

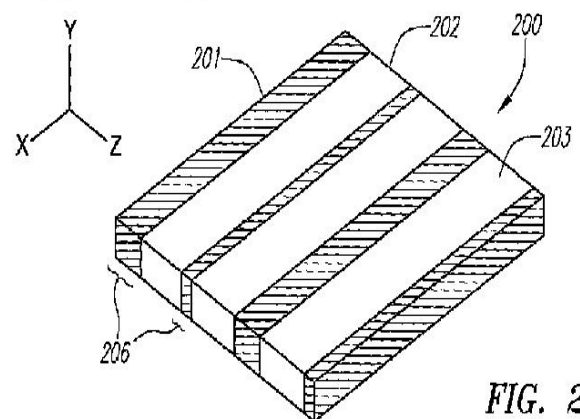


FIG. 2B