

(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2001 - 268694

(P2001 - 268694A)

(43)公開日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H 0 4 R 17/00	330	H 0 4 R 17/00 330	H 2 G 0 4 7
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24 502	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 13数)

(21)出願番号 特願2000 - 73834(P2000 - 73834)

(22)出願日 平成12年3月16日(2000.3.16)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 佐藤 利春

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号

松下技研株式会社内

(72)発明者 東 奈緒子

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号

松下技研株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

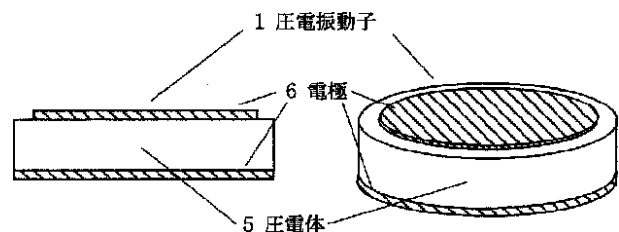
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波プローブ及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 診断や治療、非破壊検査などに適した良好な超音波ビーム特性を実現した超音波プローブを提供する。

【解決手段】 超音波プローブは、圧電振動子1を有し、圧電振動子1の表面に設けた電極6のうち少なくとも一方の電極6が、その電極6が存在する圧電振動子1の表面の端部に存在しないように形成したものである。これにより、圧電振動子1の端部における不要な振動を抑制することができ、良好な超音波ビーム特性を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの電極が、その電極が存在する圧電振動子表面の一部あるいは全体の端部に存在しないことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】 電極の形状は、圧電振動子の表面形状と相似形であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 3】 圧電振動子を有し、圧電振動子の表面のうち音響放射面側表面の一部あるいは全体の縁を面取りしたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 4】 圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの面の電極は、圧電振動子の中央部に位置する面状電極と、前記面状電極を取り囲む少なくとも一つの帯状電極とを用いてなることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 5】 面状電極と少なくとも一つの帯状電極との隣り合う電極間の間隔が、それぞれ異なることを特徴とする請求項 4 記載の超音波プローブ。

【請求項 6】 面状電極と少なくとも一つの帯状電極との隣り合う電極間の間隔が、圧電振動子の中央に近づくほど狭くなることを特徴とする請求項 4 記載の超音波プローブ。

【請求項 7】 面状電極と帯状電極とを電気的に接続する電極を有することを特徴とする請求項 4 記載の超音波プローブ。

【請求項 8】 面状電極と帯状電極とが存在する圧電振動子面と接する面上に、面状電極と帯状電極とを電気的に接続する導電体を有することを特徴とする請求項 4 記載の超音波プローブ。

【請求項 9】 圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの面の電極は、帯状電極からなることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 10】 帯状電極の電極間隔が、それぞれ異なることを特徴とする請求項 9 記載の超音波プローブ。

【請求項 11】 帯状電極の電極間隔が、圧電振動子の中央に近づくほど狭くなることを特徴とする請求項 9 記載の超音波プローブ。

【請求項 12】 帯状電極を電気的に接続する電極を有することを特徴とする請求項 9 記載の超音波プローブ。

【請求項 13】 帯状電極が存在する圧電振動子面と接する面上に、帯状電極を電気的に接続する導電体を有することを特徴とする請求項 9 記載の超音波プローブ。

【請求項 14】 帯状電極の幅がそれぞれ異なることを特徴とする請求項 4 から 13 のいずれかに記載の超音波プローブ。

【請求項 15】 請求項 1 から 14 のいずれかに記載の超音波プローブを有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 16】 請求項 1 から 14 のいずれかに記載の

超音波プローブを有することを特徴とする非破壊検査装置。

【請求項 17】 圧電振動子の一面上に複数の電極を形成する第一工程と、前記第一工程とは別に前記圧電振動子と接続される接続体において前記圧電振動子と接する面上に前記複数の電極を電気的に接続するべく配置される導電体を形成する第二工程と、前記圧電振動子の複数の電極を有する面と前記接続体の導電体を有する面とを接続して前記複数の電極を電気的に接続する第三工程と、を有する超音波プローブの製造方法。

【請求項 18】 接続体が背面負荷材であることを特徴とする請求項 17 記載の超音波プローブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を用いることで、診断、治療などを行う医療分野や、非破壊検査等を行う産業用分野で利用される超音波プローブ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の超音波プローブの一般的な構造を図 22 に示す。図 22 に示すように、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換するための圧電振動子 1、効率よく短い波形の超音波を放射するための音響整合層 2、圧電振動子 1 の背面で音響的なダンピング作用を行う背面負荷材 3、超音波ビームをフォーカスさせるための音響レンズ 4 によって構成されている。なお、音響整合層 2 は複数あっても構わない。

【0003】圧電振動子 1 は、例えば圧電セラミクスからなる圧電体 5 の上下の表面のほぼ全面に、例えば、金のスパッタ膜で構成された電極 6 が施され、信号線 7 を介して、図示しない超音波診断装置や非破壊検査装置などの装置本体に接続される。

【0004】図 23 に従来の圧電振動子の別の電極形状を示す。この場合は、信号線 7 を片面側から取り出せるように、一方の面の電極 6 を一部反対側の面まで折り返したものである。

【0005】さらに、診断、治療などの医療分野や、非破壊検査等の産業用分野で利用される超音波プローブは、できるだけ微細な病変や欠陥を発見するために、距離分解能及び方位分解能を高めることが必要とされる。ここで方位分解能を高めるためには、サイドローブの発生を抑制し、超音波プローブからの距離に関わらず、広い範囲で細い超音波ビームを形成することが不可欠である。

【0006】従来、方位分解能を高めるために例えば特開昭 57-52299 号公報に開示されたものがあり、図 24 のごとく電極の形状を菊状あるいは糸巻き状にして、有効電極面積を変化させることによって、放射超音波レベルに重み付けを行い、その結果細い超音波ビームを放射するようにしている。

【0007】また、特開平2-111198号公報において開示されたものでは、図25のごとく圧電体の一方の面に形成する電極を同心円状に複数に分割して、その分割電極下の圧電体の分極度合いを外側に向かうにつれて段階的に小さくすることによって、圧電体中央部が最大で周辺部に向かうにつれて徐々に小さくなる振幅分布を持たせることで重み付けし、サイドローブを低減しようとしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ここで、図22に示した従来の超音波プローブに用いられている圧電振動子の音響放射面側表面の振動変位分布を測定してみると、図26に示すように、全体が均一に振動しているわけではなく、圧電振動子の中央部分および端部における変位量が多いという結果が得られた。特に端部では、横方向の拡がり振動とのカップリングも考えられ、不要な超音波が放射されることによるサイドローブの発生等の超音波ビームへの悪影響が懸念される。また、超音波プローブの設計時には、圧電振動子は均一なピストン振動をしていると仮定しているため、設計通りの超音波ビーム特性が得られない。さらに、図22に示した従来のような音響レンズによるフォーカシングの効果のみでは、方位分解能の大幅な向上は期待できない。

【0009】また、上記の特開昭57-52299号公報に記載されたものは、電極形状が複雑な曲線の組み合わせにより構成されているため、再現性等から実際の作製上好ましくない。

【0010】また、上記の特開平2-111198号公報に記載されたものは、電極形状は単純であるが、各電極下の圧電体ごとに分極度合いを変える必要があるため、各電極毎に異なる信号線を接続し、異なる印加電圧を加えるといった分極作業を行わなければならない。圧電体のサイズによって電極サイズ及び電極間隔が狭くなった場合など特に作業が困難であり、また圧電体の個体差なく同一な分極度合いの分布を再現することも困難であるという課題を有していた。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の超音波プローブは、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの面の電極が、その電極が存在する圧電振動子表面の端部に存在しないようにしたものである。これによって、圧電振動子の端部の不要な変位が抑えられ、不要な超音波の放射を防ぐことができる。

【0012】また、本発明の超音波プローブは、圧電振動子の表面のうち音響放射面側の縁を面取りしたものである。これによって、圧電振動子の音響放射面端部のエッジが無くなり、不要な変位が抑えられ、同時に不要な超音波の放射を抑制することができる。

【0013】また、本発明の超音波プローブは、圧電振

動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一方の電極は、圧電振動子の中央部に位置する面状電極と、面状電極を取り囲む少なくとも一つの帯状電極とを用いたものである。あるいは、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一方の電極は、複数の帯状電極のみによるものである。これによって、単純な電極形状で、かつ同一素子内で分極度合いを変えることなく、その電極の間隔、面積、線幅を変えることによって、有効な電極密度を変化させて、圧電振動子の音響放射面の振動変位分布を制御し、そこから発生する超音波の音圧分布を制御することによって、所望の超音波ビームを形成することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの電極が、その電極が存在する圧電振動子表面の端部に存在しないことを特徴としたものである。圧電振動子の端部に電極が存在しないため、その部分の変位が抑えられ、不要な超音波の放射を防ぐという作用を有する。

【0015】請求項2に記載の発明は、電極の形状は、圧電振動子の表面形状と相似形であることを特徴としたものであり、請求項1に記載の発明と同様の作用を有する。

【0016】請求項3に記載の発明は、圧電振動子を有し、圧電振動子の表面のうち音響放射面側の表面の縁を面取りしたことを特徴としたものであり、圧電振動子の音響放射面端部のエッジが無くなり、不要な変位が抑えられ、同時に不要な超音波の放射を抑制する作用を有する。

【0017】請求項4に記載の発明は、圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの電極は、圧電振動子の中央部に位置する面状電極と、前記面状電極を取り囲む少なくとも一つの帯状電極とを用いてなることを特徴としたものであり、単純な電極形状であり、また同一素子内で分極度合いを変えることなく、その電極の間隔、面積、線幅を変えることによって、圧電振動子の音響放射面の振動変位分布を制御し、そこから発生する超音波の音圧分布を制御することによって、所望の超音波ビームを形成する作用を有する。

【0018】請求項5に記載の発明は、面状電極と少なくとも一つの帯状電極との隣り合う電極間の間隔が、それぞれ異なることを特徴としたものであり、請求項4に記載の発明と同様の作用を有する。

【0019】請求項6に記載の発明は、面状電極と少なくとも一つの帯状電極との隣り合う電極間の間隔が、圧電振動子の中央に近づくほど狭くなることを特徴としたものであり、請求項4に記載の発明と同様の作用を有する。

【0020】請求項 7 に記載の発明は、面状電極と帯状電極とを電氣的に接続する電極を有することを特徴としたものであり、請求項 4 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0021】請求項 8 に記載の発明は、面状電極と帯状電極とが存在する圧電振動子面と接する面上に、面状電極と帯状電極を電氣的に接続する導電体を有することを特徴としたものであり、請求項 4 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0022】請求項 9 に記載の発明は、圧電振動子を有し、圧電振動子の表面に設けた電極のうち少なくとも一つの面の電極は、帯状電極からなることを特徴としたものであり、単純な電極形状であり、また同一素子内で分極度合いを変えなく、その電極の間隔、面積、線幅を変えることによって、圧電振動子の音響放射面の振動変位分布を制御し、そこから発生する超音波の音圧分布を制御することによって、所望の超音波ビームを形成する作用を有する。

【0023】請求項 10 に記載の発明は、複数の帯状電極の電極間隔が異なることを特徴としたものであり、請求項 9 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0024】請求項 11 に記載の発明は、帯状電極の電極間隔が、圧電振動子の中央に近づくほど狭くなることを特徴としたものであり、請求項 9 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0025】請求項 12 に記載の発明は、帯状電極を電氣的に接続する電極を有することを特徴としたものであり、請求項 9 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0026】請求項 13 に記載の発明は、帯状電極が存在する圧電振動子面と接する面上に、帯状電極を電氣的に接続する導電体を有することを特徴としたものであり、請求項 9 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0027】請求項 14 に記載の発明は、帯状電極の線幅が異なることを特徴としたものであり、請求項 4 または請求項 9 に記載の発明と同様の作用を有する。

【0028】請求項 15 に記載の発明は、請求項 1 から 14 のいずれかに記載の超音波プローブを有することを特徴とする超音波診断装置であり、所望の超音波ビームを形成可能な超音波プローブを有することで、診断における信頼性の高めることができるという作用を有する。

【0029】請求項 16 に記載の発明は、請求項 1 から 14 のいずれかに記載の超音波プローブを有することを特徴とする非破壊検査装置であり、所望の超音波ビームを形成可能な超音波プローブを有することで、検査における信頼性の高めることができるという作用を有する。

【0030】請求項 17 に記載の発明は、圧電振動子の一面上に複数の電極を形成する第一工程と、前記第一工程とは別に前記圧電振動子と接続される接続体において前記圧電振動子と接する面上に前記複数の電極を電氣的に接続するべく配置される導電体を形成する第二工程

と、前記圧電振動子の複数の電極を有する面と前記接続体の導電体を有する面とを接続して前記複数の電極を電氣的に接続する第三工程と、を有する超音波プローブの製造方法であり、各電極ごとに個別に信号線を取り出す必要がないだけでなく、複数の電極を接続する導電体を、圧電振動子とは別の接続体上に形成しておくため、圧電振動子上に複数の電極を形成する複雑な作業が軽減されるという作用を有する。

【0031】請求項 18 に記載の発明は、接続体が背面負荷材であることを特徴とした製造方法であり、請求項 17 と同様の作用を有する。

【0032】以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 21 を用いて説明する。

【0033】（実施の形態 1）図 1 は本発明の実施の形態 1 の超音波プローブに使用する圧電振動子の断面図および斜視図である。また、図 2 は本発明の実施の形態 1 の超音波プローブに使用する圧電振動子の電極間に電圧を加えて振動させた場合の表面変位量分布を表わすグラフである。なお、図 2 のグラフは変位の変化がわかりやすいように変位を強調して示している。

【0034】図 1 において圧電振動子 1 は圧電体 5 と電極 6 から構成されており、圧電体 5 は、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換する作用をもつもので、例えば圧電セラミクスによって構成されている。電極 6 は、圧電体 5 に電気パルスを供給するため及び圧電体 5 で発生する電気信号を受受するために、例えば金のスパッタ膜や銀の焼き付けなどによって構成されている。そして、図 1 において上面に位置する電極 6 は、故意に圧電体 5 の上面の端部を覆わないようにしている。

【0035】この構成にすることで、圧電振動子 1 は圧電体 5 の端部の振動が極力抑えられ、図 2 に示すように圧電体中央部が若干変位量が多いがほぼ全体に均等な振動変位分布が得られる。したがって、この圧電振動子を用いて作成した超音波プローブは、設計に即した良好な超音波ビーム特性を実現することができる。

【0036】なお、以上の説明では、圧電体 5 の上面の電極について説明したが、下面の電極を圧電体 5 の下面端部を覆わないようにしても同様に実施可能である。また、上下両面の電極について同時に圧電体 5 の上下両面端部を覆わないようにしてもよい。

【0037】また、以上の説明では、平板の圧電体 5 で構成される圧電振動子 1 の場合について説明したが、図 3 の断面図に示すような凹面状の圧電体 5 で構成される圧電振動子 1 の場合でも同様に実施可能である。この場合図 3 では圧電体 5 の上面の電極について図示したが、下面の電極を圧電体 5 の下面端部を覆わないようにしても、あるいは上下両面の電極について同時に実施してもよい。

【0038】さらに、以上の説明では、円板の圧電体の

場合について説明したが、その他の形であっても、同様の効果が得られる。

【0039】また、図4は、例えばアレイ型の超音波診断装置用プローブ等に用いられている短冊形状の圧電振動子の場合に、圧電体5の上面の長手方向の両端部を覆わないように電極6を施したものである。このような縦横比が大きく異なる形状の場合は、長手方向の伸び振動による不要振動の影響が短手方向のそれよりも大きい。従って、この構成にすることで、より影響の大きい圧電体5の長手方向の両端部に現れる不要な振動を選択的に抑制し、良好な超音波ビーム特性を実現することができる。なお、図4では圧電体5の上面の電極について図示したが、下面の電極を圧電体5の長手方向の両端部を覆わないようにしても、あるいは上下両面の電極について長手方向の両端部を覆わないようにしてもよい。さらに、同様な効果は、図5に示すような長手方向の片側端面を上下の電極で互い違いに覆わないようにすることによっても得られる。また、短手方向の端部についても同様に覆わない構成を取ればさらに良い。

【0040】（実施の形態2）図6は本発明の実施の形態2の超音波プローブに使用する圧電振動子の断面図および斜視図である。図6において圧電振動子1は圧電体5と電極6から構成されており、圧電体5は、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換する作用をもつもので、例えば圧電セラミクスによって構成されている。電極6は、圧電体5に電気パルスを供給するため及び圧電体5で発生する電気信号を受受するために、例えば金のスパッタ膜や銀の焼き付けなどによって構成されている。そして、圧電振動子1は、音響放射面である上面の縁に面取りを施している。

【0041】この構成にすることで、（実施の形態1）と同様に圧電振動子1は圧電体5の端部の振動が極力抑えられ、図2に示したグラフと同様に圧電体中央部が若干変位量が多いがほぼ全体に均等な振動変位分布が得られる。したがって、この圧電振動子1を用いて作成した超音波プローブは、設計に即した良好な超音波ビーム特性を実現することができる。

【0042】また、以上の説明では、平板の圧電体5で構成される圧電振動子1の場合について説明したが、図7に示すように凹面状の圧電体5で構成される圧電振動子1の場合でも同様に実施可能である。

【0043】さらに、以上の説明では、円板の圧電体の場合について説明したが、その他の形であっても、同様の効果が得られる。

【0044】また、図8は、例えばアレイ型の超音波診断装置用プローブ等に用いられている短冊形状の圧電振動子の場合に、圧電体5の音響放射面側上面の長手方向の両端部の縁を面取りしたものである。このような縦横比が大きく異なる形状の場合は、長手方向の伸び振動による不要振動の影響が短手方向のそれよりも大きい。従

って、この構成にすることで、より影響の大きい圧電体5の長手方向の両端部に現れる不要な振動を選択的に抑制し、良好な超音波ビーム特性を実現することができる。また、短手方向の端部の縁についても同様に面取りすればさらに良い。

【0045】（実施の形態3）図9は本発明の実施の形態3の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面を示す概略図である。図9において圧電振動子1は圧電体5と電極6から構成されており、圧電体5は、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換する作用をもつもので、例えば圧電セラミクスによって構成されている。電極6は、圧電体5に電気パルスを供給するため及び圧電体5で発生する電気信号を受受するために、例えば銀の焼き付けなどによって構成されている。

【0046】図9では、直径8mm、厚さ300 μ mの円板の圧電体5の片側表面に対して、中央に圧電体5と相似形である同心円で直径0.6mmの面状電極6aを施し、さらに同心円状に6本の帯状電極6bを施し、正の電極としている。すべての帯状電極6bの幅は0.1mmと一定であり、各帯状電極6bの内径をそれぞれ1.0mm、1.6mm、2.4mm、3.2mm、4.4mm、5.8mmと圧電体5の中央から外側へ向けて、徐々に帯状電極6bの間隔が広がっていくようにしている。これらの面状電極6aと帯状電極6bは、電極形状のパターンを施したマスクを用いて、銀ペーストをスクリーン印刷してから焼き付けることによって作成したものである。

【0047】圧電体5の逆側の面には、銀の焼き付けによる全面電極6cを施し、負の電極としている。分極処理を行う際には、例えば面状電極6aと帯状電極6b全体を覆う大きさの金属板などを用いて、面状電極6aと帯状電極6bを電気的に短絡させた状態にして、逆側の全面電極6cとの間に直流電圧をかけることによって行う。

【0048】また、面状電極6aおよび帯状電極6bごとに異なる駆動信号を入力する必要がないために、実際に超音波プローブとして用いる場合には、図10に示すように背面負荷材の上に、例えば金属のスパッタや薄い金属箔などを用いて、線幅数百 μ m程度のライン状の導電体8を形成しておき、その上に面状電極6a及び帯状電極6bを施した面を接着することで、オーミック接合による信号線の取り出しが実現でき、各電極ごとに個別に信号線を取り出す煩わしさはない。そしてさらに、面状電極や帯状電極の複数の電極を接続する導電体を、圧電体とは別の背面負荷材上に形成しておくため、圧電体上に複数の電極を形成するという複雑な作業が集中するのを軽減することができる。

【0049】図11は本発明の実施の形態3の超音波プローブに使用する圧電振動子の電極間に電圧を加えて振動させた場合の表面変位量分布を表わすグラフである。中央に面状電極6aを配置し、その外側に帯状電極6bを圧

電体 5 の周辺部にいくほど電極間隔が広がるように配置したことによって、分極度合いを変えずに、またすべての電極に同時に等しい電圧をかけて駆動した場合であっても、電極密度の大きい中央部分ほど変位量の大きな変位分布が得られる。したがって、この圧電振動子 1 を用いて作成した超音波プローブは、サイドローブを抑制した良好な超音波ビーム特性を実現することができる。

【0050】なお、以上の説明では、面状電極および帯状電極を正極とし、全面電極を負極としているが、逆でもかまわない。ただし、理想的には広い全面電極を負極としたほうがより良い。

【0051】なお、以上の説明では、圧電体の片側に面状電極と帯状電極を施した場合について説明したが、両面に施してもよい。また、帯状電極はリング状に繋がっている場合について説明したが、繋がっていないてもよい。

【0052】また、電極の線幅や直径などのサイズや電極の間隔、帯状電極の本数は、ここで説明した値及び本数に限ったものではなく、所望の特性が得られるように、適宜変更可能である。

【0053】さらに、以上の説明では、円板の圧電体の場合について説明したが、その他の形であっても、同様の効果が得られる。

【0054】また、以上の説明では、図 10 に示すように背面負荷材と圧電体の面状電極および帯状電極を施した面とが接した場合について説明したが、音響放射面側でもよく、その場合は、例えば音響整合層に信号線を一括で取り出せるような同様の構成を有すれば良い。さらに、図 12 に示すように、片側の電極を折り返して、圧電体の片側表面から、正と負の 2 本の信号線を取り出せるような電極構成であっても、本発明の効果は変わらない。

【0055】また、以上の説明では、平板の圧電体で構成される場合について説明したが、凹面の圧電体で構成される場合でも同様に実施可能である。

【0056】（実施の形態 4）図 13 は本発明の実施の形態 4 の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面を示す概略図である。図 13 において圧電振動子 1 は圧電体 5 と電極 6 から構成されており、圧電体 5 は、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換する作用をもつもので、例えば圧電セラミクスによって構成されている。電極 6 は、圧電体 5 に電気パルスを供給するため及び圧電体 5 で発生する電気信号を授受するために、例えば銀の焼き付けなどによって構成されている。

【0057】図 13 では、（実施の形態 3）で示した電極構成に加えて、中央の面状電極 6a と周囲の帯状電極 6b を電氣的に接続するための線幅 0.1mm の共通電極 6d を設けている。共通電極 6d の端は、リード線と接合しやすいように故意に広がった形状とした。この構成によって、

（実施の形態 3）とまったく同様の効果が得られると同時に、信号線の取り出しが非常に簡単に行うことができる。

【0058】なお、以上の説明では、面状電極および帯状電極を正極とし、全面電極を負極としているが、逆でもかまわない。ただし、理想的には広い全面電極を負極としたほうがより良い。

【0059】また、以上の説明では、圧電体の片側に面状電極と帯状電極を施した場合について説明したが、両面に施してもよい。

【0060】また、電極の線幅や直径などのサイズや電極の間隔、帯状電極の本数は、ここで説明した値及び本数に限ったものではなく、所望の特性が得られるように、適宜変更可能である。

【0061】また、帯状電極はリング状に繋がった場合について説明したが、部分的に切れて繋がっていないてもよい。

【0062】さらに、以上の説明では、円板の圧電体の場合について説明したが、その他の形であっても、同様の効果が得られる。

【0063】さらに、図 14 に示すように、片側の電極を折り返して、圧電体の片側表面から、正と負の 2 本の信号線を取り出せるような電極構成であっても、本発明の効果は変わらない。

【0064】また、以上の説明では、平板の圧電体で構成される場合について説明したが、凹面の圧電体で構成される場合でも同様に実施可能である。

【0065】なお、（実施の形態 3）及び（実施の形態 4）の説明では、中央部に面状電極を配置した構成について説明したが、図 15 に示すようにすべてを帯状電極としても、本発明の効果は変わらず、本発明を逸脱するものではない。

【0066】（実施の形態 5）図 16 は本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面を示した概略図である。図 17 は本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する別の圧電振動子の両電極面を示した概略図である。図 16 および図 17 において圧電振動子 1 は圧電体 5 と電極 6 から構成されており、圧電体 5 は、電気パルスを超音波に、また超音波パルスを電気信号に変換する作用をもつもので、例えば圧電セラミクスによって構成されている。電極 6 は、圧電体 5 に電気パルスを供給するため及び圧電体 5 で発生する電気信号を授受するために、例えば銀の焼き付けなどによって構成されている。

【0067】図 16 では、直径 8.5mm、厚さ 300 μ m の円板の圧電体 5 の片側表面に対して、中央に圧電体 5 と相似形である同心円で直径 1.7mm の面状電極 6a を施し、さらに圧電体 5 と相似形である同心円状に 5 本の帯状電極 6b を施している。帯状電極 6b は、最も内側の電極の内径を 1.9mm として、外側にいくにしたがって 1.2mm ずつ大

きくし、線幅は、最も内側の電極から順に 0.5mm、0.4mm、0.3mm、0.2mm、0.1mm と外側にいくにつれて徐々に細くなっている。これらの面状電極6aと帯状電極6bは、電極形状のパターンを施したマスクを用いて、銀ペーストをスクリーン印刷してから焼き付けることによって作成したものである。圧電体5の逆側の面には、銀の焼き付けによる全面電極6cを施している。分極処理を行う際には、例えば面状電極6aと帯状電極6b全体を覆う大きさの金属板などを用いて、面状電極6aと帯状電極6bを電気的に短絡させた状態にして、逆側の全面電極6cとの間に直流電圧をかけることによって行う。

【0068】また、面状電極6aおよび帯状電極6bごとに異なる駆動信号を入力する必要もないために、実際に超音波プローブとして用いる場合には、図10に示すように背面負荷材の上に、例えば金属のスパッタや薄い金属箔などを用いて、線幅数百 μm 程度の導電性を有するラインを形成しておき、その上に面状電極6a及び帯状電極6bを施した面を接着することで、オーミック接合による信号線の取り出しが実現でき、各電極ごとに個別に信号線を取り出す煩わしさはない。そしてさらに、面状電極や帯状電極の複数の電極を接続する導電体を、圧電体とは別の背面負荷材上に形成しておくため、圧電体上に複数の電極を形成するという複雑な作業が集中するのを軽減することができる。

【0069】図17は、図16と同一の面状電極6aと帯状電極6bに加えて、これら複数の電極を電気的に接続するための共通電極6dを設けている。共通電極6dは面状電極6aと帯状電極6bによる圧電体の振動振幅の重み付け効果を妨げないように0.1mmと細い線幅にしており、その端は、リード線と接合しやすいように故意に広げた形状としている。この構成によって、重み付けの効果を損なうことなく信号線の取り出しをより簡単に行うことができるのである。

【0070】図16および図17に示した本発明の実施の形態5の超音波プローブに使用する圧電振動子のように、中央に面状電極6aを配置し、その外側に帯状電極6bを圧電体5の周辺部にいくほど電極の線幅が狭くなるように配置したことによって、分極度合いを変えずに、またすべての電極に同時に等しい電圧をかけて駆動した場合であっても、電極密度の大きい中央部分ほど変位量の大きな変位分布が得られる。したがって、この構成の圧電振動子を用いて作成した超音波プローブは、サイドローブを抑制した良好な超音波ビーム特性を実現することができるのである。

【0071】なお、以上の説明では、面状電極および帯状電極を正極とし、全面電極を負極としているが、逆でもかまわない。ただし、理想的には広い全面電極を負極としたほうがより良い。

【0072】また、以上の説明では、圧電体の片側に面状電極と帯状電極を施した場合について説明したが、両

*面に施してもよい。

【0073】また、電極の線幅や直径などのサイズや電極の間隔、帯状電極の本数は、ここで説明した値及び本数に限ったものではなく、所望の特性が得られるように、適宜変更可能である。

【0074】また、帯状電極はリング状に繋がった場合について説明したが、部分的に切れて繋がっていないくてもよい。

【0075】さらに、以上の説明では、円板の圧電体の場合について説明したが、その他の形であっても、同様の効果が得られる。

【0076】さらに、図18に示すように、片側の電極を折り返して、圧電体の片側表面から、正と負の2本の信号線を取り出せるような電極構成であっても、本発明の効果は変わらない。

【0077】また、以上の説明では、平板の圧電体で構成される場合について説明したが、凹面の圧電体で構成される場合でも同様に実施可能である。

【0078】なお、以上の説明では、中央部に面状電極を配置した構成について説明したが、図19のようにすべてを帯状電極としても、本発明の効果は変わらず、本発明を逸脱するものではない。

【0079】(実施の形態6)図20及び図21は本発明の実施の形態6の超音波診断装置及び非破壊検査装置を示す概念図である。これらの装置は、上記(実施の形態1)から(実施の形態5)でその例を示した超音波プローブを有するものであり、上記実施の形態で示した超音波プローブの長所を活かした精度の高い超音波診断や非破壊検査を行うことができる。

【0080】なお、図20及び図21では、超音波プローブと各装置本体とは、有線で接続されているが、無線による遠隔操作であってもかまわない。

【0081】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、圧電振動子の端部の不要な振動を抑えたり、また圧電振動子の中央部分ほど変位量が大きくなるような変位分布の重み付けをすることができ、診断や治療、非破壊検査などに適した良好な超音波ビーム特性を実現した超音波プローブを提供することができるとともに、それを活かした信頼性の高い超音波診断装置や非破壊検査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の超音波プローブに使用する圧電振動子の断面図および斜視図

【図2】本発明の実施の形態1の超音波プローブに使用する圧電振動子の電極間に電圧を加えて振動させた場合の表面変位量分布を表す特性図

【図3】本発明の実施の形態1の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す断面図

【図4】本発明の実施の形態1の超音波プローブに使用

する圧電振動子の別の一例を示す斜視図

【図 5】本発明の実施の形態 1 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す斜視図

【図 6】本発明の実施の形態 2 の超音波プローブに使用する圧電振動子の断面図および斜視図

【図 7】本発明の実施の形態 2 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す断面図

【図 8】本発明の実施の形態 2 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す斜視図

【図 9】本発明の実施の形態 3 の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面の概略図

【図 10】本発明の実施の形態 3 の超音波プローブの信号線の取り出し方の一例を示す概略図

【図 11】本発明の実施の形態 3 の超音波プローブに使用する圧電振動子の電極間に電圧を加えて振動させた場合の表面変位量分布を表す特性図

【図 12】本発明の実施の形態 3 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す平面図および断面図

【図 13】本発明の実施の形態 4 の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面を示す概略図

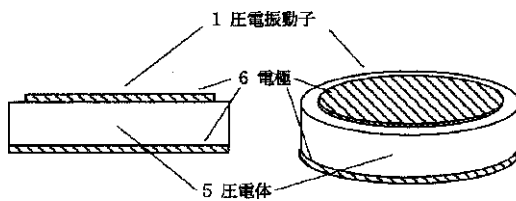
【図 14】本発明の実施の形態 4 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す平面図および断面図

【図 15】本発明の実施の形態 3 および実施の形態 4 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例を示す電極面の概略図

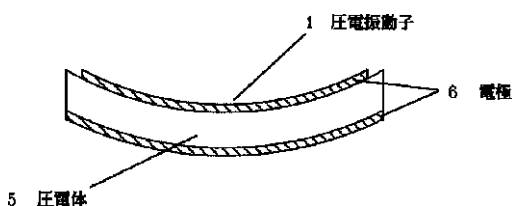
【図 16】本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する圧電振動子の両電極面を示す概略図

【図 17】本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する圧電振動子の別の一例の両電極面を示す概略図 *

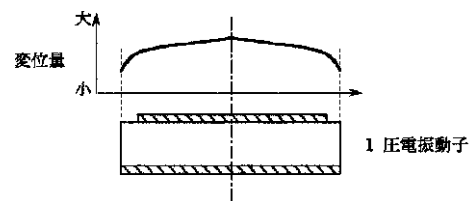
【図 1】



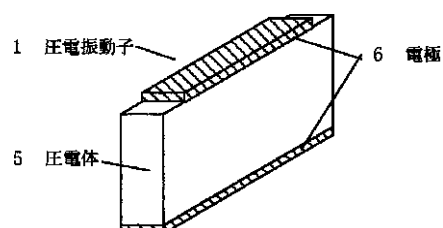
【図 3】



【図 2】



【図 4】



*【図 18】本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する圧電振動子のさらに別の一例を示す平面図および断面図

【図 19】本発明の実施の形態 5 の超音波プローブに使用する圧電振動子のさらに別の一例を示す平面図

【図 20】本発明の実施の形態 6 の超音波診断装置を示す概念図

【図 21】本発明の実施の形態 6 の非破壊検査装置を示す概念図

【図 22】従来の超音波プローブの一般的な構造を示した概略図

【図 23】従来の超音波プローブの圧電振動子の電極形状の変形例を示す概略図および断面図

【図 24】従来の超音波プローブの圧電振動子を示す平面図

【図 25】従来の超音波プローブの圧電振動子の平面および断面図

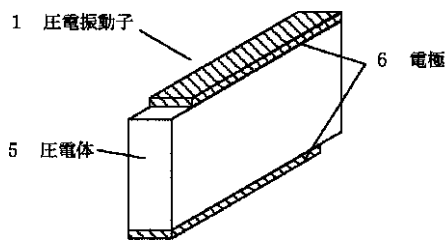
【図 26】従来の超音波プローブに用いられている圧電振動子の音響放射面側表面の振動変位分布を示した特性図

図

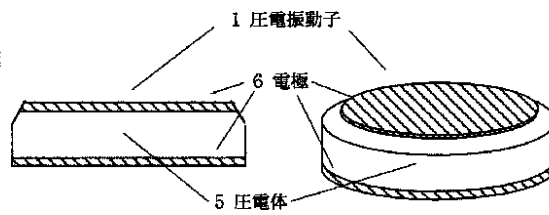
【符号の説明】

- 1 圧電振動子
- 2 音響整合層
- 3 背面負荷材
- 4 音響レンズ
- 5 圧電体
- 6 電極
- 7 信号線
- 8 導電体

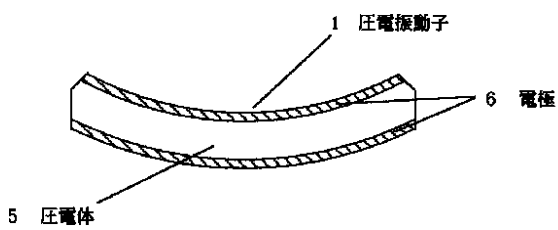
【図5】



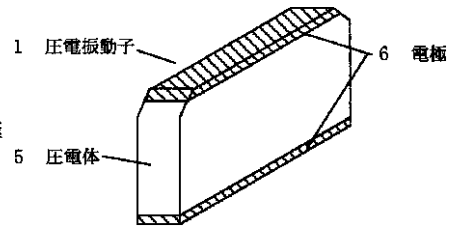
【図6】



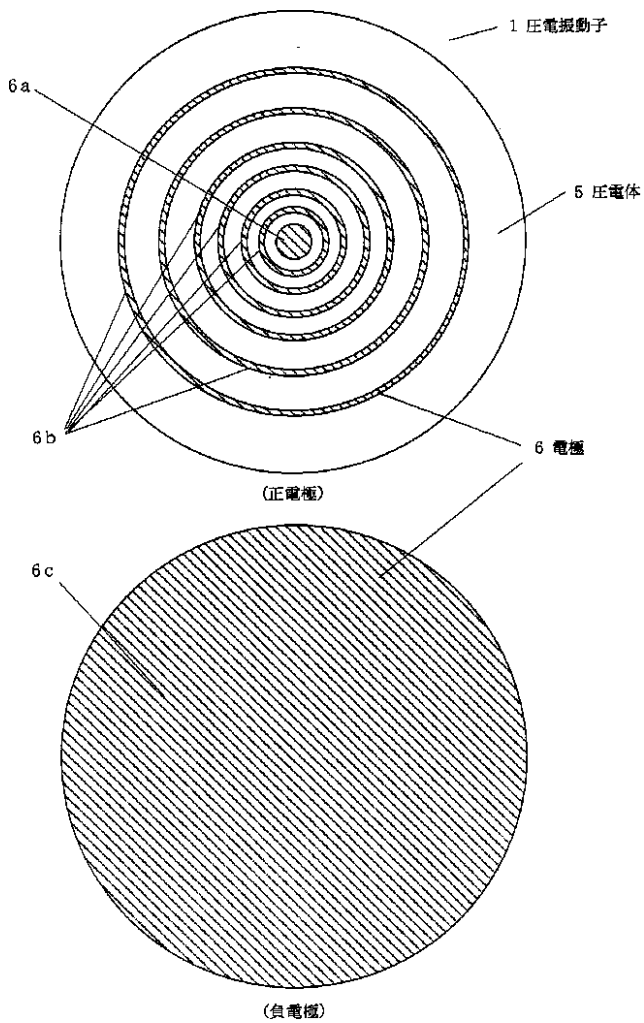
【図7】



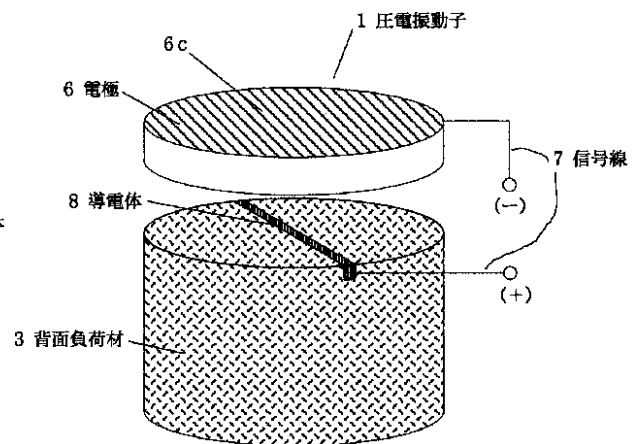
【図8】



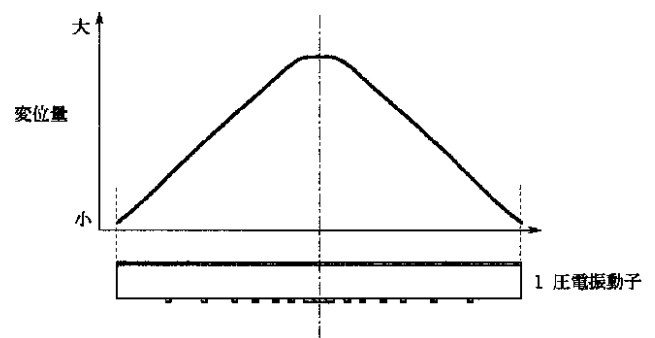
【図9】



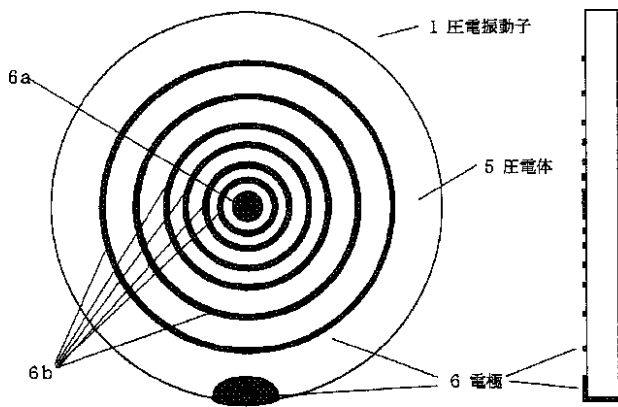
【図10】



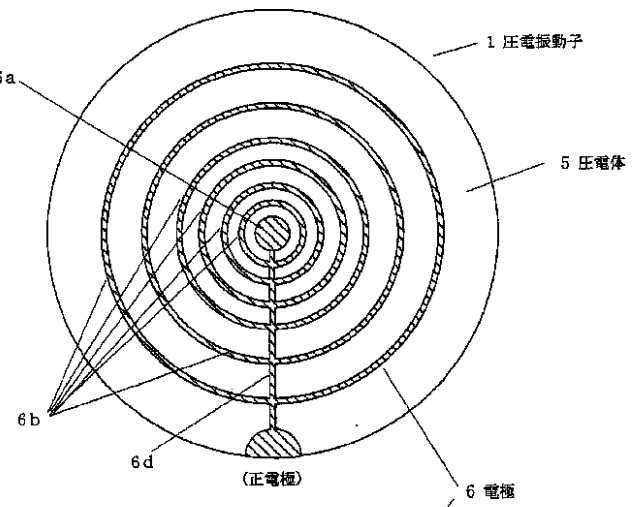
【図11】



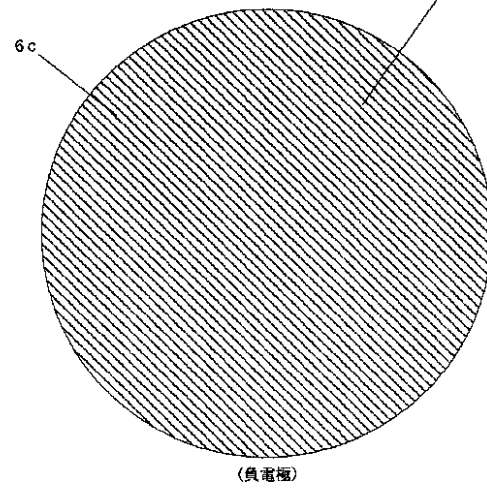
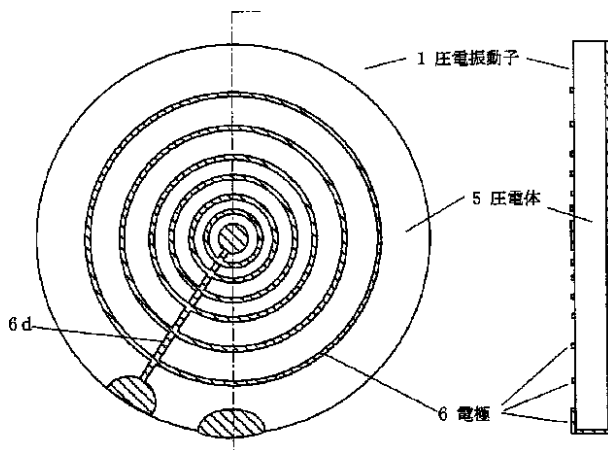
【図12】



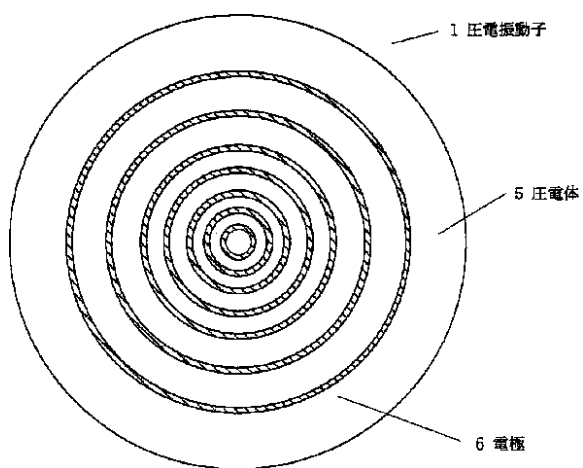
【図13】



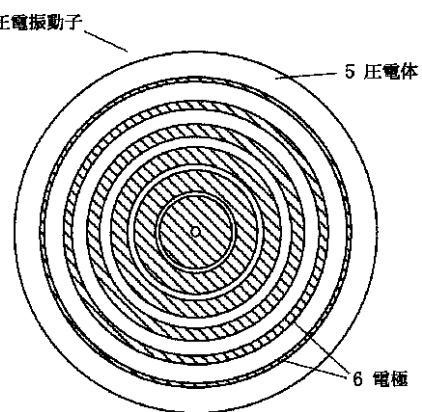
【図14】



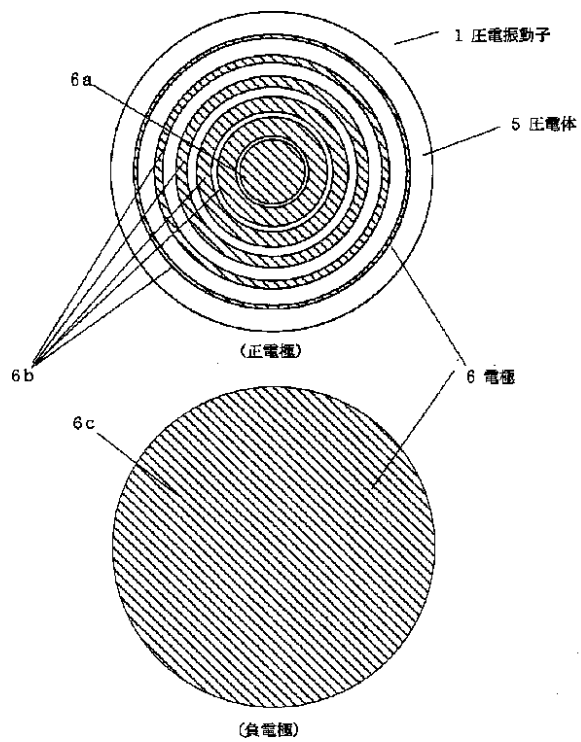
【図15】



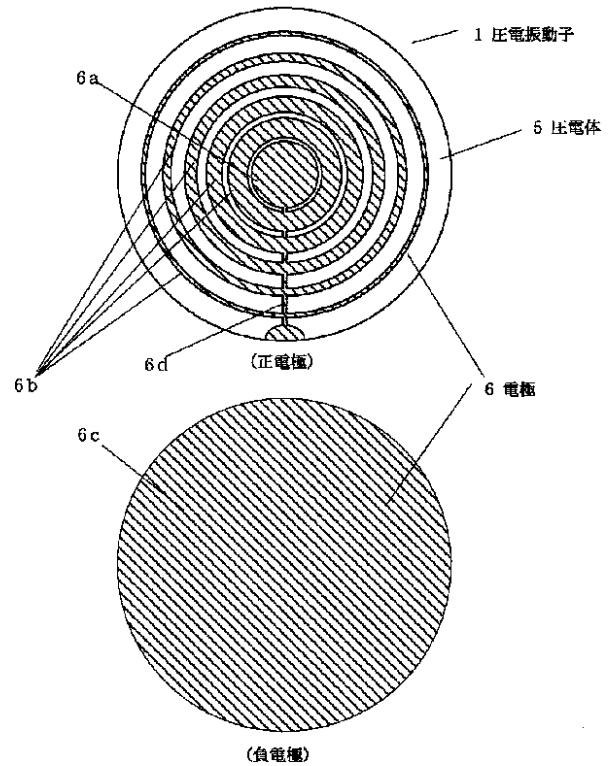
【図19】



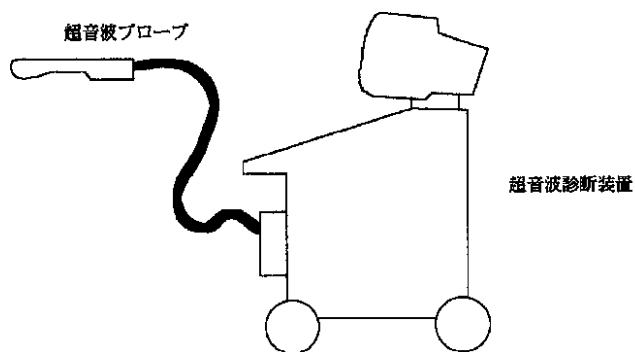
【図16】



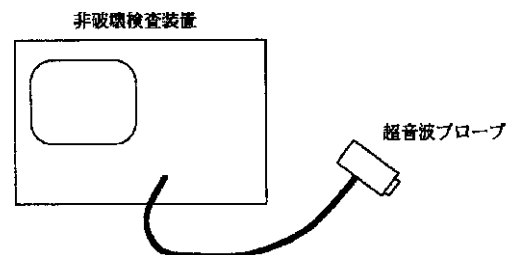
【図17】



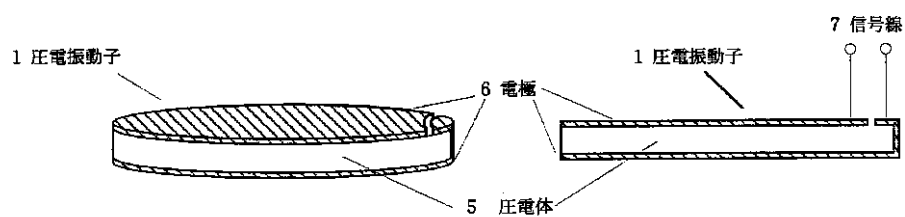
【図20】



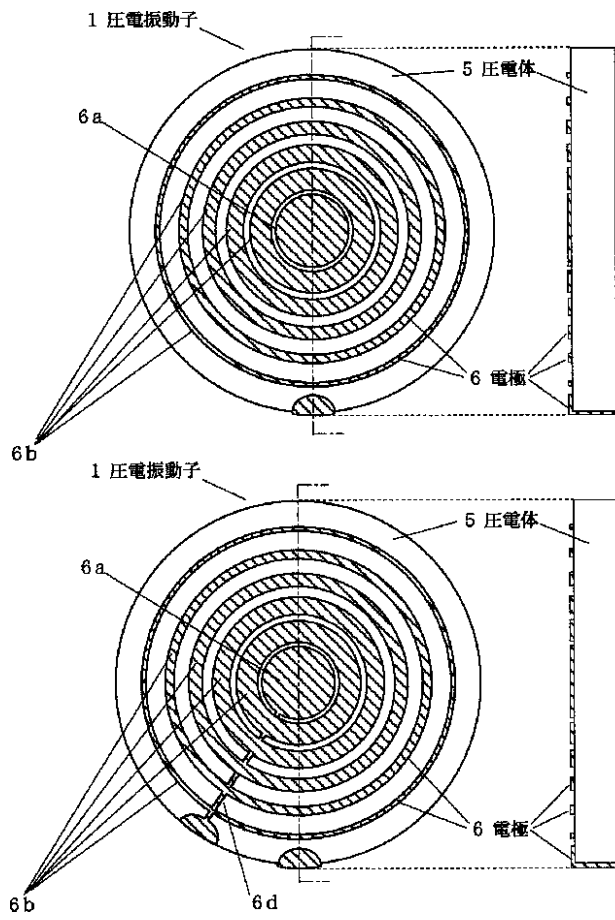
【図21】



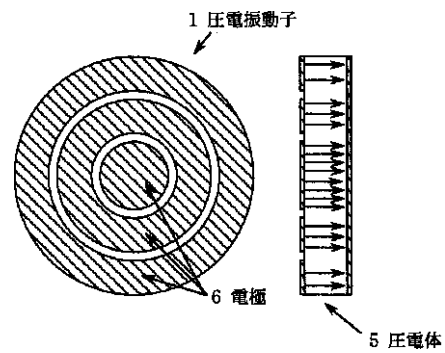
【図23】



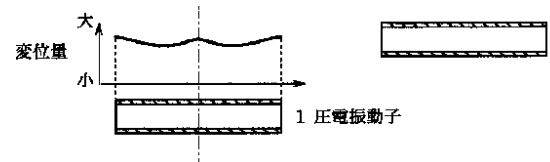
【図18】



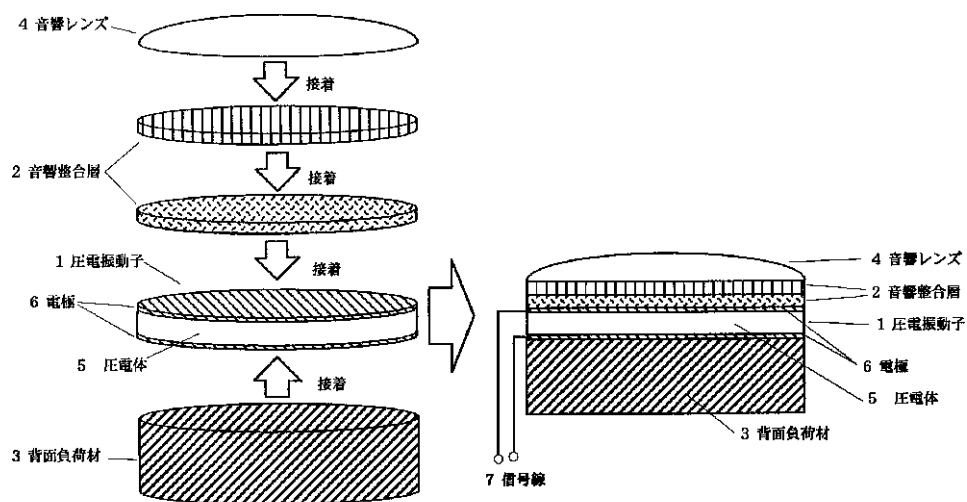
【図25】



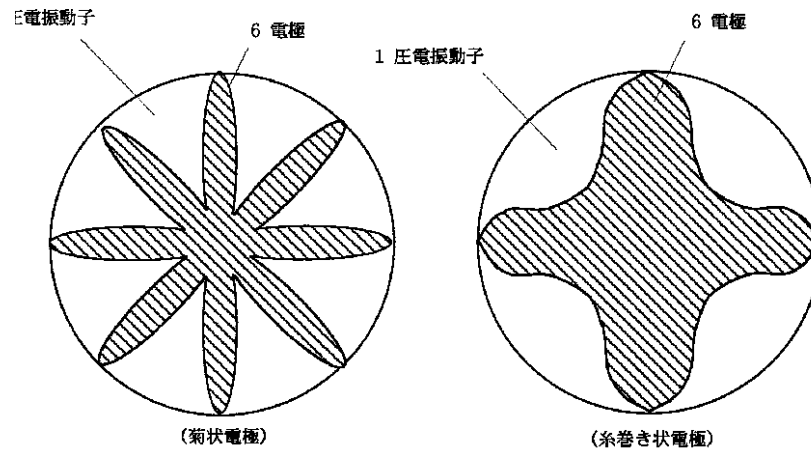
【図26】



【図22】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 恵作
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 橋本 雅彦
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内
Fターム(参考) 2G047 EA07 GB02 GB21
4C301 EE02 GB16 GB18 GB20 GB33
5D019 AA02 BB02 BB09 BB25 FF04
FF05 GG01 GG03

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP2001268694A	公开(公告)日	2001-09-28
申请号	JP2000073834	申请日	2000-03-16
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	佐藤利春 東奈緒子 山口恵作 橋本雅彦		
发明人	佐藤 利春 東 奈緒子 山口 恵作 橋本 雅彦		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	H04R17/00.330.H A61B8/00 G01N29/24.502 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB21 4C301/EE02 4C301/GB16 4C301/GB18 4C301/GB20 4C301/GB33 5D019/AA02 5D019/BB02 5D019/BB09 5D019/BB25 5D019/FF04 5D019/FF05 5D019/GG01 5D019/GG03 4C601/EE01 4C601/GB01 4C601/GB14 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB41		
其他公开文献	JP3614075B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波探头，该探头实现优异的超声波束特性，适用于诊断，治疗，无损检查等。超声波探头具有压电振动器（1），在压电振动器（1）的存在电极（6）的表面上设有设置在压电振动器（1）的表面的电极（6）中的至少一个电极（6）。它的形成方式使其最终不存在。由此，能够抑制压电振动器1的端部的不必要的振动，能够实现良好的超声波束特性。

