

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5984774号
(P5984774)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl.

F I

HO4R	17/00	(2006.01)	HO4R	17/00	332B
HO1L	41/187	(2006.01)	HO1L	41/187	
HO1L	41/43	(2013.01)	HO1L	41/43	
GO1N	29/24	(2006.01)	GO1N	29/24	
A61B	8/00	(2006.01)	A61B	8/00	

請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-204103 (P2013-204103)
 (22) 出願日 平成25年9月30日(2013.9.30)
 (65) 公開番号 特開2015-70492 (P2015-70492A)
 (43) 公開日 平成27年4月13日(2015.4.13)
 審査請求日 平成26年12月12日(2014.12.12)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一方向に分極した圧電セラミックス粒子からなる圧電体と、
 前記第一方向に交差する第二方向に沿う前記圧電体の表面の複数個所に、前記第一方向
 に向かって個別に電圧を印加可能な電圧印加部と、を備え、
前記電圧印加部は、前記圧電体の一方の面に形成された複数の第一の電極と、前記圧電
 体の他方の面に形成された第二の電極と、を備え
前記第一の電極は、二次元的に配列され、
 前記圧電セラミックス粒子は、粒径の異なる複数の粒子からなり、空隙を介して分散し
ていることにより圧電体の表面の複数個所に形成された第一の電極と第二の電極との間
に位置する圧電体の領域が、それぞれ独立した圧電素子として作用することを特徴とする
 超音波探触子。

【請求項2】

前記圧電セラミックス粒子は、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子と、相対的に結晶粒
 径が小さい微細粒子と、からなることを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項3】

前記圧電セラミックス粒子は、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子の平均粒径が5 μm
 以上20 μm以下で、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子の平均粒径が1 μm以上5 μm
 以下であることを特徴とする請求項2に記載の超音波探触子。

【請求項4】

10

20

前記圧電体は、検査対象物の曲面部に設けられていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電体を用いた超音波探触子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

周知のように圧電体を用いて超音波の送受信を行なって、各種の対象物、対象部位の検出や、各種測定、診断などを行なう装置は、従来から広く使用されている。このような装置には、圧電体（超音波振動子）を有する超音波探触子が使用されている。

10

【0003】

ところで、近年、検査対象物の内部欠陥を3次元的に検査可能な手法として、アレイ状に複数の圧電体を配列したフェーズドアレイ超音波探触子（以下、PA（Phased Array）探触子と称する）が使用されている。このPA探触子では、超音波ビーム角度や集束点を制御することによって、検査対象物の欠陥を検出したり、その検査対象物の寸法を測定したりすることができる。

【0004】

上述のようなアレイ状に配列された複数の圧電体を有する超音波探触子として、例えば、特許文献1には、複数の圧電体と、これらの圧電体の一方の面及び他方の面に形成された電極とを有する超音波探触子が開示されている。この超音波探触子においては、隣接する圧電体（電極）の間に溝部が形成され、この溝部に音響を絶縁する絶縁層を設けることによって、それぞれの圧電体から超音波の送受信が行われるように構成されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-182758号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献1に記載の超音波探触子では、各圧電体から発生する超音波の送受信の感度を確保するために、圧電体の幅や溝部の幅を適切な範囲に制御する必要がある。しかしながら、上述のように圧電体の幅や溝部の幅を高い精度で制御するには、製造コストがかかり、超音波探触子のコストが過剰に高くなる問題があった。

30

【0007】

この発明は前述した事情に鑑みてなされたものであって、低コストで製造することが可能な超音波探触子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述の課題を解決するために、本発明の超音波探触子は、第一方向に分極した圧電セラミックス粒子からなる圧電体と、前記第一方向に交差する第二方向に沿う前記圧電体の表面の複数個所に、前記第一方向に向かって個別に電圧を印加可能な電圧印加部と、を備え、前記圧電セラミックス粒子は、粒径の異なる複数の粒子からなり、空隙を介して分散していることを特徴としている。

40

【0009】

本発明の超音波探触子においては、圧電体を構成するセラミックス粒子が、粒径の異なる複数の粒子からなることによって、それぞれのセラミックス粒子の間には空隙が形成される。これにより、圧電体の表面の複数個所に形成された第一の電極と第二の電極との間に電圧を印加することによって、第一の電極と第二の電極との間に位置する圧電体の領域が、それぞれ独立した圧電素子として作用する。

50

すなわち、それぞれの第一の電極と第二の電極との間の圧電体の領域では、圧電セラミックス粒子が空隙を介して分散しているので、隣接する圧電素子の間では物理的（構造的）な絶縁（分離）が確保されることになり、第一の電極と第二の電極との間の領域をそれぞれ圧電素子として作用させることができる。したがって、従来の超音波探触子の圧電体のように、溝部を形成する必要がなく、コストを低減することができる。

【0010】

また、この超音波探触子においては、それぞれの第一の電極と、第二の電極との間の領域が一つの圧電素子として作用するので、第一の電極の形成位置により、圧電素子の位置を設定することができ、設計の自由度が高い。

さらに、従来の超音波探触子のように、圧電体同士の間溝部に設けられる樹脂部材などの樹脂を使用する必要がなく、セラミックスと金属のみで構成することが可能であり、高温環境においても使用することが可能である。

なお、ここで、圧電セラミックス粒子としては、例えばPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）、チタン酸ビスマスナトリウム、チタン酸バリウムなどが挙げられ、この圧電セラミックス粒子には、分極処理が施されている。

【0011】

また、本発明の超音波探触子において、前記圧電セラミックス粒子は、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子と、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子と、からなることが好ましい。

この場合、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子と、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子とからなる圧電セラミックス粒子によって圧電素子が構成されていることから、それぞれの圧電セラミックス粒子同士の間には、空隙が形成され易くなり、それぞれの圧電セラミックス粒子を、確実に空隙を介して分散させることができる。

【0012】

また、本発明の超音波探触子において、前記電圧印加部は、前記圧電体の一方の面に形成された複数の第一の電極と、前記圧電体の他方の面に形成された第二の電極と、を備えることが好ましい。

このように、圧電体の一方の面に第一の電極を配置し、圧電体の他方の面に第二の電極を配置することによって音響を送受信できる。

【0013】

また、本発明の超音波探触子において、前記第一の電極は、二次元的に配列されていることが好ましい。

この場合、二次元的に上述の電極が配置されているので、検査対象物の内部の欠陥に対して、三次元的な情報を得ることが可能である。

【0014】

また、本発明の超音波探触子において、前記圧電体は、検査対象物の曲面部に設けられていても良い。

この場合、検査対象物の曲面部に予め圧電体が設けられているので、複雑な形状である曲面の欠陥を検出することが可能である。

曲面部を有する具体的な検査対象物としては、例えば、配管やT継手、エルボ管などが挙げられる。

【発明の効果】**【0015】**

本発明によれば、低コストで製造することが可能な超音波探触子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0016】**

【図1】本発明の第一実施形態である超音波探触子を側面から見た断面の概略説明図である。

【図2】本発明の第一実施形態である超音波探触子を平面から見た概略説明図である。

10

20

30

40

50

【図3】本発明の第一実施形態である超音波探触子における圧電体の組織写真である。

【図4】本発明の第一実施形態である超音波探触子の作用を説明するための概略図である。

【図5】本発明の第一実施形態である超音波探触子の作用を説明するための概略図である。

【図6】本発明の第二実施形態である超音波探触子を平面から見た概略説明図である。

【図7】本発明の第三実施形態である超音波探触子の概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(第一実施形態)

以下に、本発明の実施形態である超音波探触子について添付した図面を参照して説明する。

まず、本発明の第一実施形態である超音波探触子1について説明する。本実施形態である超音波探触子1は、フェーズドアレイ超音波探触子(PA探触子)であり、フェーズドアレイ超音波探傷装置に用いられるものである。検査対象物としては、例えば金属や樹脂などが挙げられる。

【0018】

超音波探触子1は、図1及び図2に示すように、第一方向(図1において上下方向)に分極した圧電セラミックス粒子からなる圧電体10と、第一方向に交差する第二方向(図1において左右方向)に沿う前述の圧電体10の表面の複数個所に、第一方向に向かって個別に電圧を印加可能な電圧印加部20とを備えている。なお、第一実施形態においては、第二方向は、第一方向に直交している。

【0019】

圧電体10は、圧電効果を利用した受動素子である。この圧電体10は、粒径の異なる複数の圧電セラミックス粒子によって構成されており、それぞれの圧電セラミックス粒子の間には空隙が形成されている。本実施形態において、圧電体10の厚さは、50 μ m以上100 μ m以下とされており、薄膜状に形成されていることから可撓性(屈曲性)を有している。

【0020】

圧電体10の材質としては、例えばPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)をはじめとして、酒石酸塩として知られている、ロッセル塩、リン酸水素カリウム(KDP)、チタン酸バリウム、硫酸グアニジンアルミニウム(GASH)、硫酸グルシンなどが挙げられる。本実施形態において、圧電体10は、PZTによって構成されている。

【0021】

図3に、圧電体10の断面組織写真を示す。圧電体10は、図3に示すように、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子31(粗大圧電セラミックス粒子)と、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子32(微細圧電セラミックス粒子)とから構成されている。そして、それぞれの圧電セラミックス粒子の間には、空隙が形成されている。本実施形態において、これらの圧電セラミックス粒子は、第一方向(図3において上下方向)に分極している。

【0022】

ここで、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子31の平均粒径は、5 μ m以上20 μ m以下とされていることが好ましい。また、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子32の平均粒径は、1 μ m以上5 μ m以下とされていることが好ましい。なお、この平均粒径の測定方法は、断面SEM画像による拡大観察の方法によって行った。

【0023】

上述のような圧電体10は、例えば、PZTからなるセラミックス粒子粉(平均粒径1 μ m以上20 μ m以下)と、PZTの高濃度溶液とを混合したスラリーを焼結することによって得られる。ここで、高濃度溶液は、ジルコニウムブドキシド、チタンブドキシド、酢酸鉛、などを含有している。また、この高濃度溶液は、氷酢酸、エタノールを含有していても良い。このようなスラリーを焼結することによって、上述のような粒径が異なる

10

20

30

40

50

圧電セラミックス粒子が分散した圧電体 10 を得ることができる。

なお、本実施形態において、圧電体 10 には、分極処理が施されている。また、スラリーに含まれるセラミックス粒子粉として、微細セラミックス粒子粉と粗大セラミックス粒子粉との混合粉を用いても良い。

【0024】

電圧印加部 20 は、圧電体 10 の分極方向（図 1 において上下方向）に電圧を印加するためのものである。

本実施形態において、電圧印加部 20 は、圧電体 10 の一方の面（図 1 において上面）に形成された複数の第一の電極 21 と、圧電体 10 の他方の面（図 1 において下面）に形成された第二の電極 22 とを備えている。

10

【0025】

第一実施形態においては、これら複数の第一の電極 21 はそれぞれ、一次元的（一方向）に等間隔に設けられており、隣接する第一の電極 21 同士は、分離されている。また、これらの第一の電極 21 からは、それぞれ、信号線 40 が接続されている。一方、第二の電極 22 は、圧電体 10 の下面の全面にわたって形成されている。

ここで、例えば第一の電極 21 の幅は $100\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、隣接する第一の電極 21 同士の隙間は $100\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、第一の電極 21 及び第二の電極 22 の材質としては、例えば金、銀、プラチナなどの金属が挙げられる。

20

【0026】

上述のような構成とされた本実施形態である超音波探触子 1 の作用について図 4 及び図 5 を用いて説明する。

圧電体 10 においては、第一の電極 21 及び第二の電極 22 の間に電圧を印加すると、第一の電極 21 の下の領域（図 4 において A で示す領域）において電圧が印加されることになる。

【0027】

ここで、圧電体 10 においては、圧電セラミックス粒子がそれぞれ空隙を介して分散しているので、隣接する領域 A 同士の間では、物理的に絶縁されており、相互に作用しないようになっている。したがって、第一の電極 21 及び第二の電極 22 の間に電圧を印加することによって、A で示される領域一つ一つが圧電素子として作用することになる。よって、一つの圧電体 10 の中で複数の圧電素子としての機能を持たせることができる。

30

【0028】

また、実際には、第一の電極 21 の下の領域（図 4 において A の領域）の圧電セラミックス粒子は、A 領域の外側にも幅をもつことがあるので、圧電素子として作用する幅は、第一の電極 21 の幅 W_1 よりもわずかに広くなり、図 5 の W_2 の幅となる（図 5 の領域 B 参照）。具体的には、第一の電極 21 の幅を $300\ \mu\text{m}$ に設定した時には、実効的な圧電素子としての幅は約 $400\ \mu\text{m}$ となる。

【0029】

以上のような構成とされた本実施形態である超音波探触子 1 においては、圧電体 10 を構成するそれぞれのセラミックス粒子の間には空隙が形成されている。これにより、圧電体 10 の表面の複数個所に形成された第一の電極 21 と第二の電極 22 との間に電圧を印加することによって、第一の電極 21 と第二の電極 22 との間に位置する圧電体 10 の領域が、それぞれ独立した圧電素子として作用させることができる。したがって、従来の超音波探触子 1 の圧電体のように、溝部を形成する必要がなく、コストを低減することができる。

40

【0030】

また、この超音波探触子 1 においては、それぞれの第一の電極 21 と、第二の電極 22 との間の領域が圧電素子として作用するので、第一の電極 21 の形成位置により、圧電素子の位置を設定することができ、設計の自由度が高い。

50

【0031】

また、本発明の超音波探触子1において、圧電セラミックス粒子は、相対的に結晶粒径が大きい粗大粒子と、相対的に結晶粒径が小さい微細粒子とからなるので、それぞれの圧電セラミックス粒子同士の間には、間隙が形成され易くなる。よって、それぞれの圧電セラミックス粒子を、確実に空隙を介して分散させることができる。

【0032】

さらに、従来の超音波探触子1のように、圧電体同士の間溝部に設けられる樹脂部材や、隣接する圧電体同士を一体化するバックグ材などの樹脂を使用する必要がなく、セラミックス(圧電体10)と金属(第一の電極21、第二の電極22)のみで構成することが可能であり、高温環境においても使用することが可能である。

10

また、本実施形態において、圧電体10は、薄膜状に形成され、可撓性を有しているため、曲率を有するような面や狭隘部における欠陥の検査も行うことができる。

【0033】

(第二実施形態)

次に、本実施形態の第二実施形態である超音波探触子101について説明する。なお、第一実施形態と同様の構成のものについては同一の符号を付して記載し、詳細な説明を省略する。

【0034】

超音波探触子101は、図6に示すように、第一方向(圧電体10の膜厚方向)に分極した圧電セラミックス粒子からなる圧電体10と、第一方向に交差する第二方向に沿う前述の圧電体10の表面の複数個所に、第一方向に向かって個別に電圧を印加可能な電圧印加部120とを備えている。なお、第二実施形態においては、第二方向は、第一方向に直交している。

20

【0035】

本実施形態において、電圧印加部120は、圧電体10の一方の面に形成された複数の第一の電極21と、圧電体10の他方の面に形成された第二の電極22とを備えている。そして、第二実施形態においては、これら複数の第一の電極21は、二次元的に等間隔に設けられており、隣接する第一の電極21同士は、分離されている。

【0036】

より具体的には、図6においては、横方向に5つ、縦方向に4つの第一の電極21が配置されている。また、これらの第一の電極21からは、それぞれ、信号線40が接続されている。一方、第二の電極22は、圧電体10の下面の全面にわたって形成されている。

30

【0037】

以上のような構成とされた第二実施形態である超音波探触子101によれば、二次元的に上述の電極が配置されているので、検査対象物の内部の欠陥に対する三次元的な情報を得ることが可能である。

【0038】

(第三実施形態)

次に、本実施形態の第三実施形態である超音波探触子201について説明する。なお、第一実施形態と同様の構成のものについては同一の符号を付して記載し、詳細な説明を省略する。

40

【0039】

第三実施形態である超音波探触子201は、図7に示すように、第一方向(圧電体210の膜厚方向)に分極した圧電セラミックス粒子からなる圧電体210と、第一方向(膜厚方向)に交差する第二方向に沿う前述の圧電体210の表面の複数個所に、第一方向(膜厚方向)に向かって個別に電圧を印加可能な電圧印加部120とを備えている。なお、ここで第二方向は、曲面を有する圧電体210の表面に沿う方向である。

【0040】

第三実施形態においては、図7に示すように、ノズル溶接構造物W(検査対象物)の曲面部Pに、圧電体210が設けられている。そして、電圧印加部220は、この圧電体2

50

10の一方の面に形成された複数の第一の電極21と、圧電体210の他方の面に形成された第二の電極22(図7において図示なし)とを備えている。

【0041】

次に第三実施形態である超音波探触子201の製造方法について説明する。

まず、圧電体210となるPZT粉末を有するスラリーを準備する。このスラリーは、例えば第一実施形態で説明したスラリーを用いれば良い。

次いで、検査対象となる構造物Wの曲面部Pに、このスラリーを塗布し、焼成することによって圧電体210(薄膜)を形成する。なお、この圧電体210は、蒸着やその他の手法によって形成しても良い。

【0042】

次に、圧電体210の厚さ方向に電位差を与え、圧電体210に分極処理を行う。この分極処理を行うことにより、それぞれの圧電セラミックス粒子の分極(自発分極)の向きが揃い、圧電体としての性能を得る。

【0043】

次いで、圧電体210の面(上面)に、第一の電極21を形成する。この第一の電極21は、金、銀、プラチナ(Pt)などによって構成される。また、第一の電極21を形成する手法としては、例えば、印刷法や蒸着法を用いることができる。

次に、第一の電極21に信号線40を結線する。この結線手法としては、例えばはんだ付け、ろう付け、導電性接着剤を用いた接着、スポット溶接などを用いることができる。

以上のようにして第三実施形態である超音波探触子201が製造される。

【0044】

以上のような構成とされた第三実施形態である超音波探触子201によれば、検査対象となる構造物Wの曲面部Pに予め圧電体210が設けられているので、複雑な形状である曲面の欠陥を検出することが可能である。また、このような超音波探触子201は、超音波探触子を設置することが難しい狭隘部にも配置することが可能である。

【0045】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【符号の説明】

【0046】

- 1、101、201 超音波探触子
- 10、210 圧電体
- 10、120、220 電圧印加部
- 21 第一の電極
- 22 第二の電極
- W 構造物(検査対象物)
- P 曲面部

10

20

30

【図1】

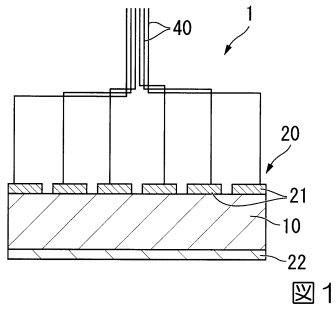


図1

【図2】

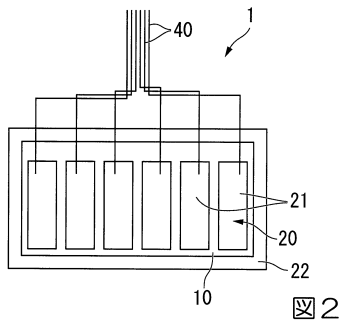


図2

【図3】

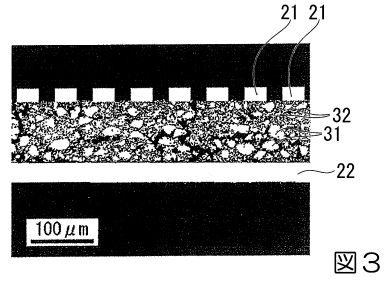


図3

【図4】

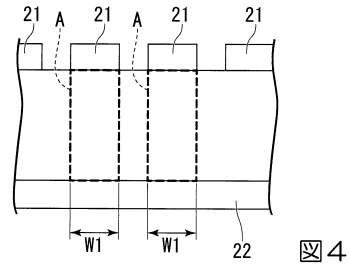


図4

【図5】

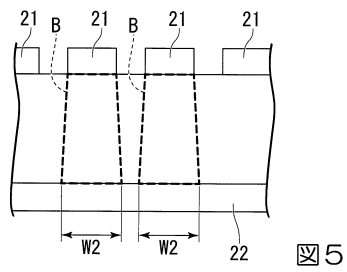


図5

【図7】

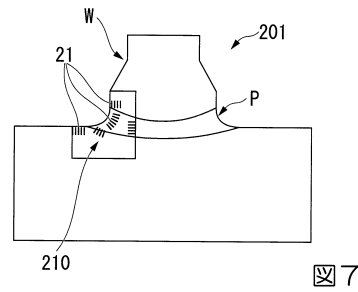


図7

【図6】

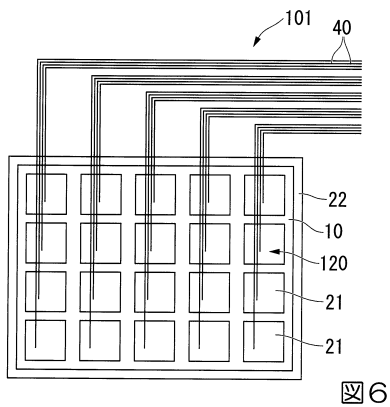


図6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 R 17/00 3 3 0 H

(72)発明者 山本 裕子
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 川浪 精一
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 武田 裕司

(56)参考文献 特開昭55-091293(JP,A)
国際公開第2008/018278(WO,A1)
特開平04-002648(JP,A)
特開2012-182758(JP,A)
特開2005-187228(JP,A)
特開2009-192455(JP,A)
特開2000-315827(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 R 1 7 / 0 0
A 6 1 B 8 / 0 0
G 0 1 N 2 9 / 2 4
H 0 1 L 4 1 / 1 8 7
H 0 1 L 4 1 / 4 3

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP5984774B2	公开(公告)日	2016-09-06
申请号	JP2013204103	申请日	2013-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	三菱重工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	三菱重工业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三菱重工业株式会社		
[标]发明人	山本裕子 川浪精一		
发明人	山本 裕子 川浪 精一		
IPC分类号	H04R17/00 H01L41/187 H01L41/43 G01N29/24 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.332.B H01L41/187 H01L41/43 G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00.330.H		
F-TERM分类号	2G047/BC01 2G047/BC07 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB35 4C601/GB02 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB41 5D019/BB02 5D019/BB18 5D019/FF03		
代理人(译)	龙一郎森 山崎哲夫		
审查员(译)	武田雄二		
其他公开文献	JP2015070492A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种可以低成本制造的超声波探头。解决方案：超声波探头1包括：压电物质10，由沿第一方向极化的压电陶瓷颗粒组成；电压施加部分20可以在与第一方向交叉的第二方向上朝向第一方向分别向压电物质表面上的多个位置施加电压。压电陶瓷颗粒由多个具有不同粒径的颗粒组成，并通过间隙分散。压电陶瓷颗粒优选由具有较大晶粒尺寸的粗颗粒和具有较小晶粒尺寸的细颗粒组成。

