(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開2003－333693

(P2003－333693A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(51)Int.Cl[7]	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｈ０４Ｒ 17/00	330	Ｈ０４Ｒ 17/00	330 Ｋ	２Ｇ０４７
			330 Ｚ	４Ｃ３０１
Ａ６１Ｂ 8/00		Ａ６１Ｂ 8/00		５Ｄ０１９
Ｇ０１Ｎ 29/24		Ｇ０１Ｎ 29/24		
Ｈ０４Ｒ 31/00	330	Ｈ０４Ｒ 31/00	330	

審査請求　未請求　請求項の数 2　ＯＬ（全 6 数）

(21)出願番号　特願2002－142093(P2002－142093)

(22)出願日　平成14年5月16日(2002.5.16)

(71)出願人　000000376
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者　福田　宏
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号　オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者　水口　徹
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号　オリンパス光学工業株式会社内

(74)代理人　100076233
弁理士　伊藤　進

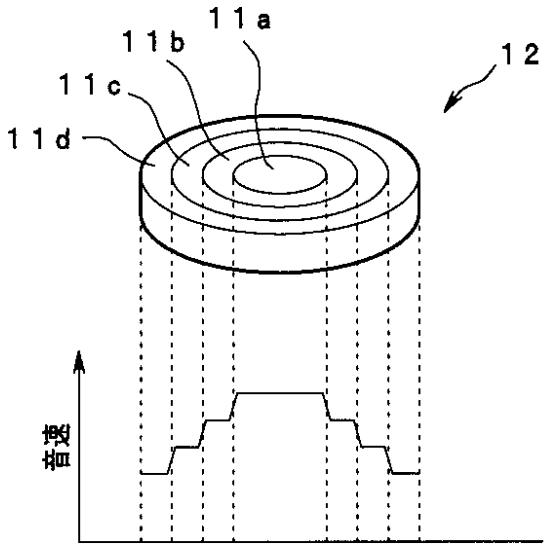
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波振動子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】　中心部から周辺部にかけて超音波の高周波成分から低周波成分を送受波可能で、且つ製造が容易な超音波振動子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】　異組成のプレス成型体１１ａ，ｂ，ｃ，ｄを組合わせて放電プラズマ焼結装置で急速加熱して一体焼結し、中央部から周辺部にかけて順次高周波から低周波に音速分布特性が変化する焼結体１２を作製する。そして、この焼結体１２を所定の厚みに切断した後、超音波放射面と超音波放射面に対向する背面部とを互いに平行に研磨することで、中央部から周辺部にかけて順次超音波の高周波成分から低周波成分を送受波可能な振動子を容易且つ安価に作製することができる。特に、超音波探触子として用いた場合、１本の探触子中で超音波の高周波成分は中央部の狭い開口領域で送受波され、超音波の低周波数成分は開口の広い領域で送受波されるため、高周波成分の超音波により近場の組織を分解能良く観察することができると共に、低周波成分の超音波により遠場での（方位）分解能を劣化させることなく深達度の十分な超音波画像を得ることができる。



1

【特許請求の範囲】
【請求項１】　超音波放射面の周辺部から中央部にかけて順次音波伝達速度が大きくなるように異組成の材料が配置されて前記超音波放射面が構成され、
前記超音波放射面と前記超音波放射面に対向する背面部とが互いに平行に研磨されていることを特徴とする超音波振動子。
【請求項２】　超音波放射面を形成するために、前記超音波放射面の周辺部から中央部にかけて順次音波伝達速度が大きくなるように異組成の材料を配置する材料配置工程と、
前記材料配置工程で配置された材料をプレス成型するプレス成型工程と、
前記プレス成型工程で成型されたプレス成型体を、急速加熱焼結により一体焼結する焼結工程と、
前記焼結工程において一体焼結された焼結体の超音波放射面とこの超音波放射面に対向する背面部とを互いに平行に研磨する研磨工程とを有することを特徴とする超音波振動子の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、一つの振動子で広帯域の超音波を送受波可能な超音波振動子及びその製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】医療分野においては、超音波振動子から生体組織内に超音波パルスを繰り返し送信し、生体組織から反射される超音波パルスのエコーを、同一あるいは別体に設けた超音波振動子で受信して、この超音波パルスを送受信する方向を徐々にずらすことによって、生体内の複数の方向から収集した情報を可視像の超音波断層画像として表示する超音波診断装置が開発されている。
【０００３】この超音波診断装置の超音波探触子として用いられる超音波振動子は、従来、図９に示す構造のものが良く知られている。すなわち、均一の厚みに研磨した均一組成の圧電振動子４１の両面に電極４２を設け、圧電振動子４１の超音波送受波面には整合層４３と音響レンズ４４が順次設けられると共に他面にはバッキング層４５が形成され、ハウジング４６に収められている。圧電振動子４１両面の電極４２は、図示しない電線とコネクタを介して観測装置に電気的に接続されている。
【０００４】このような超音波探触子による超音波画像の観察では、一般的に、近場の観察では深達度を犠牲にしても高分解能を得たいという要望から高周波の超音波が用いられることが多く、深達度を求めるときには低周波数の超音波が用いられることが多い。また、１本の探触子で超音波周波数を切り替えて超音波画像を観察したいという要望もあり、より広帯域の超音波を送受波する目的で、図１０に示すように、樹脂層５１ａ中に微小圧電素子５１ｂを配した広帯域特性をもつ複合圧電体５１

2

を用いたり、図１１に示すように、圧電体に厚み分布をもたせた、いわゆるプラノコンケーブ型の振動子６１を用いることも提案されている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】１本の探触子で、近場は高周波の超音波を、遠場は低周波の超音波を用いる場合、十分な分解能を確保して超音波画像を得るためには、近場を観察する開口径は小さく、遠場を観察する開口径は大きくする必要が生じる。
【０００６】しかしながら、図１０に示すような複合圧電体を用いた探触子では、開口径が周波数に依存せず一定であるため、遠場を観察する低い周波数にあわせて開口径を決めると高い周波数で送受波したときに近場音場の乱れが生じ、近場を観察する高い周波数にあわせて開口径を小さくすると、低い周波数で送受波したときに遠場での分解能が劣化する。
【０００７】一方、図１１に示すようなプラノコンケーブ型振動子の場合、中心部では高周波成分を、周辺部では低周波成分の超音波を送受波することができ、径方向で周波数分布をもっているため、周波数ごとに開口径を変化させることができる、つまり近場の観察には小さな開口径で高周波成分の超音波を用い、遠場では大きな開口系で低周波数成分の超音波を用いて超音波画像を構築することができるという利点がある反面、所望の厚み分布をもたせるように研磨するには熟練を要する。特に高周波成分を送受波するためには一部を薄く加工する必要があり、加工が複雑で製作が困難であるばかりでなく、コスト的にも高価なものとなる。
【０００８】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、中心部から周辺部にかけて超音波の高周波成分から低周波成分を送受波可能で、且つ製造が容易な超音波振動子及びその製造方法を提供することを目的としている。
【０００９】
【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の超音波振動子は、超音波放射面の周辺部から中央部にかけて順次音波伝達速度が大きくなるように異組成の材料が配置されて前記超音波放射面が構成され、前記超音波放射面と前記超音波放射面に対向する背面部とが互いに平行に研磨されている。その製造方法は、超音波放射面を形成するために、前記超音波放射面の周辺部から中央部にかけて順次音波伝達速度が大きくなるように異組成の材料を配置する材料配置工程と、前記材料配置工程で配置された材料をプレス成型するプレス成型工程と、前記プレス成型工程で成型されたプレス成型体を、急速加熱焼結により一体焼結する焼結工程と、前記焼結工程において一体焼結された焼結体の超音波放射面とこの超音波放射面に対向する背面部とを互いに平行に研磨する研磨工程とを有している。
【００１０】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図１～図８は本発明の実施の一形態に係わり、図１は放電プラズマ焼結装置の構成図、図２はプレス成型体の説明図、図３は焼結体の音速分布を示す説明図、図４はプレス成型の説明図、図５はプレス成型体の組成分布を示す説明図、図６は一軸方向の組成傾斜を示す説明図、図７は厚さ方向の組成傾斜を示す説明図、図８は振動子の構成を示す説明図である。

【００１１】本実施形態における超音波振動子は、音波伝達速度の異なる圧電材料又は電歪材料を組合わせて急速加熱焼結法により一体形成されるものであり、急速加熱焼結法として放電プラズマ焼結法を採用する例について説明する。この放電プラズマ焼結法は、従来のヒータ等による加熱焼結法に比べ、焼結時間が短い、低い温度で焼結可能である、難焼結材料を焼結助剤無しに焼結可能である、高強度ポーラス焼結体が作製容易である（ネック形成能が高い）、材料内部の組成や微視組織を傾斜分布化した焼結体を得ることが容易である（金属－セラ*ミックスといったように、いわゆる傾斜機能をもたせて所望の材料機能を発現させることが容易である）等の特徴を有している。

【００１２】図１に示すように、放電プラズマ焼結装置１は、ホットプレスと同様の加圧機構２、焼結ダイ３内の粉体４を加圧する加圧用パンチ５、この加圧用パンチ５に接続されるパンチ電極６、このパンチ電極６に電力を供給する焼結電源７、加圧機構２及び焼結電源７を制御する制御装置８を備えて構成される。焼結ダイ３内にセットされる粉体４は、異組成の材料を組合わせた複合体であり、この複合体を加圧して急速加熱焼結することで、音波伝達速度に関して傾斜機能をもった焼結体を得ることができる。

【００１３】次に、この傾斜機能を有する焼結体を、異なる音速特性及び異なる組成の材料として、以下の表に示すニオブ酸鉛Ａ及びチタン酸鉛Ｂを用いて作製する方法について説明する。

	音速	密度
ニオブ酸鉛Ａ	４５００	７．４
チタン酸鉛Ｂ	３２６０	５．７

【００１４】先ず、焼結体を作製するための異組成の材料として、ニオブ酸鉛Ａ粉体、チタン酸鉛Ｂ粉体、ニオブ酸鉛Ａ粉体とチタン酸鉛Ｂ粉体との混合比が２：１と１：２との２種類の混合粉体、計４種類の粉体を準備する。そして、相対的に高周波特性が優れたニオブ酸鉛Ａ粉体を中央部に配置し、中央部から周辺部にかけて順次チタン酸鉛Ｂの混合比率が大きい粉体を配置することで、中央部が音波伝達速度の大きい材料組成で周辺部が音波伝達速度の小さい材料組成の複合体を作製する。

【００１５】具体的には、図２に示すように、例えばニオブ酸鉛Ａ紛体をプレス成型してφ２mmの円柱状のプレス成型体１１ａを作製し、混合比２：１の混合紛体を、外形φ４mm内径φ２mmのリング状にプレス成型してリング状プレス成型体１１ｂを作製する。更に、混合比１：２の混合紛体、チタン酸鉛Ｂ紛体を、それぞれプレス成型し、外形φ６mm内径φ４mmのリング状プレス成型体１１ｃ、外形φ８mm内径φ６mmのリング状プレス成型体１１ｄを作製する。

【００１６】次に、各プレス成型体１１ａ，ｂ，ｃ，ｄを互いに勘合させて１枚の円板状の複合体とし、この複合体を図１に示す放電プラズマ焼結装置１の焼結ダイ３の中に設置する。そして、加圧機構２を用いて複合体を加圧しながら加圧用パンチ５間にパルス通電して急速加熱焼結を行うことで、図３に示すような音速分布特性を有する焼結体１２が得られる。

【００１７】すなわち、従来の焼結法では、焼結反応時間が長いため、その焼結反応間に成分の拡散等が起こって特性が変化してしまったり、組成の異なる材料を組み合わせた複合体を一体に焼結できなかったりしたが、放電プラズマ焼結法等の急速加熱焼結法を用いることで、成分の拡散を抑えて異種材料の接合を比較的容易に行うことができ、組成分布をもたせて所望の機能を実現可能な焼結体を容易に作製することができる。

【００１８】この場合、組成分布をもたせる焼結体の製造方法は、上述のように、プレス成型体１１ａ，ｂ，ｃ，ｄを個別に作製した後、これらのプレス成型体を機械的に結合して一体焼結する方法に限定されるものではなく、例えば、図４，５に示すように、プレス成型を順次行うことにより所望形状のプレス成型体を作製し、このプレス成型体を焼結する方法でも良い。

【００１９】すなわち、図４に示すように、先ず、ニオブ酸鉛Ａ粉体を用いてφ２mmの円柱状のプレス成型体２１ａを成型し、次に、このプレス成型体２１ａをφ４mmのプレス型２２の中央に配置し、その周りに混合比２：１のニオブ酸鉛－チタン酸鉛混合粉体をいれてプレスすることにより、プレス成型体２１ａの周囲に混合比２：１のニオブ酸鉛－チタン酸鉛混合紛体のプレス成型部２１ｂを形成する。同様にして、順次、混合比１：２の混合紛体のプレス成型部２１ｃ、チタン酸鉛Ｂ紛体のプレス成型部２１ｄを、図５に示すように形成し、所望

形状のプレス成型体２１を得る。そして、このプレス成型体２１を放電プラズマ焼結装置１の焼結ダイ３の中に設置し、酸素雰囲気中で急速加熱焼結を行う。

【００２０】この組成分布をもたせる焼結体は、上述の例に示した寸法及び材料組成に限定されるものではなく、音速特性の異なる圧電材料や電歪材料で放電プラズマ焼結等の急速加熱焼結が可能なものであれば良い。更に、組成の傾斜は、同心円状に限定されるものではなく、図６に示す矩形焼結体３１のように、一軸方向に組成を傾斜させても良く、図７に示す焼結体３２のように、２つ以上の音波伝達速度の異なる材料を接合して傾斜機能をもたせるようにしても良い。

【００２１】図６に示す矩形焼結体３１は、音速特性の異なる矩形断面の細長の材料を複数組合わせて一体焼結したものであり、中央部に音波伝達速度の大きい材料３１ａを配置し、この材料３１ａの両側周辺部に、順次、音波伝達速度の小さい材料３１ｂ，３１ｃ，３１ｄを配置することで、組成配列に沿った一軸方向に傾斜機能をもたせることができる。

【００２２】また、図７に示す焼結体３２は、厚さ方向に音波伝達速度の大きい材料３２ａと音波伝達速度の小さい材料３２ｂとを接合したものであり、中央部では、音波伝達速度の大きい材料３２ａの組成層を厚くする一方、音波伝達速度の小さい材料３２ｂの組成層を薄くし、逆に、中央部から周辺部にかけては、音波伝達速度の大きい材料３２ａの組成層を薄くする一方、音波伝達速度の小さい材料３２ｂの組成層を薄くすることで、所望の傾斜機能をもたせる。

【００２３】次に、このようにして得られた焼結体１２を所定の厚み（例えば１００μｍ）に切断し、超音波放射面と超音波放射面に対向する背面部とを互いに平行に平面研削（研磨）して振動子を作製する。研磨後の振動子両面には、図示しないスパッタ装置（図示せず）を用いてクロムもしくはニッケルの第１電極層とこの第１電極層上に形成される金の第２電極層とからなる電極を設ける。クロムもしくはニッケルの第１電極層は、焼結体と金の接合強度を強固にするために形成されるバインダーの役割も兼ねており、金スパッタによる第２電極層は、ワイヤボンディングを容易にしている。

【００２４】更に、図８に示すように、振動子の音響放射面（超音波放射面）側に、中央部が薄く周辺部にいくに従って厚く成型された音響レンズ１５を形成する。音響レンズ１５の各部の厚みは、対応する焼結体振動子のほぼ基本周波数λの１／４の厚さになるように前面曲率が設計されている。この音響レンズ１５は、音響整合層としての機能も同時に果たしている。尚、ここでは、音響レンズと音響整合層を１層で形成しているが、音響レンズと音響整合層を２層以上で形成しても良く、この場合、各部の基本周波数に応じて設計した整合層を形成した後、所望の位置に焦点がくるように音響レンズを設けることができ、焦点位置の設計が容易となる。

【００２５】また、振動子背面にはバッキング層１６が設けられ、内面に多数の空隙を有するハウジング１７内に収納されている。このハウジング１７は、内面が例えば微小金属球を放電プラズマ焼結法によって形成した球体の多孔焼結体１７ａで形成され、外面はステンレス製の緻密な焼結体１７ｂによって形成されている。このハウジング１７内面の球体多孔焼結体１７ａは、ハウジング１７内面での反射エコーを拡散する役割を持っている。

【００２６】すなわち、従来の超音波振動子では、バッキング層を介してハウジングから反射してくる超音波を無視できるレベルにするには、バッキング層の厚みを厚くする必要があり、超音波振動子の小型化を図る上で支障となっていたが、内面に多数の空隙を有するハウジング１７を用いることにより超音波の反射エコーを散乱させることができ、バッキング層１６の厚みが薄くとも反射エコーを十分に小さくして小型化に寄与することができる。

【００２７】このように、本実施の形態においては、中央部に音波伝達速度の大きい材料を用いると共に、周辺に行くに従い音波伝達速度が小さくなるような材料を用いて急速加熱焼結により一体形成し、超音波放射面とこの超音波放射面に対向する背面部とを平面研削（研磨）するため、各部位で共振周波数が異なる振動子を作製することができる。

【００２８】つまり、組成比や材料によって振動子の組成分布を変化させることで音速特性を部位によって変更させ、且つ超音波放射面を平面研削（研磨）という簡易な加工方法で仕上げるので、従来のプラノコンケーブ型振動子のように形状的に厚み分布を持たせる等の特殊な加工を要することなく、中央部から周辺部にかけて順次超音波の高周波成分から低周波成分を送受波可能な振動子を容易且つ安価に得ることができる。

【００２９】特に、超音波診断装置の超音波探触子としての用途では、１本の探触子中で超音波の高周波成分は中央部の狭い開口領域で送受波され、超音波の低周波数成分は開口の広い領域で送受波されるため、高周波成分の超音波により近場の組織を分解能良く観察することができると共に、低周波成分の超音波により遠場での（方位）分解能を劣化させることなく深達度の十分な超音波画像を得ることができる。

【００３０】尚、以上の実施形態では、円形単板振動子についての例をあげたが、勿論これに限定されるものではなく、矩形単板振動子、アレイ振動子でも同様な効果が得られることは言うまでもない。

【００３１】［付記］

１．部位により放射される周波数成分に分布をもたせた超音波振動子において、周辺から中央にいくに従い、順次音速が速い圧電材料もしくは電歪材料組成から構成さ

れ、超音波放射面とその背面が並行に研磨されていることを特徴とする超音波振動子。

【００３２】２．周辺から中央にいくに従い順次音速が速い圧電材料もしくは電歪材料組成となるように、上記圧電材料もしくは電歪材料粉体をプレス成形した後、急速加熱焼結を用いて一体焼結することを特徴とする圧電および電歪傾斜素材の製造方法。

【００３３】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、異組成の材料を組合わせて超音波放射面を構成し、超音波放射面とこの超音波放射面に対向する背面部とを平行に研磨するという簡易な加工方法で、超音波の高周波成分を中央部の開口の小さな部位で送受波し、低周波成分を開口径の大きな円周部で送受波することが可能となり、周波数により開口可変な振動子を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】放電プラズマ焼結装置の構成図

【図２】プレス成型体の説明図

*【図３】焼結体の音速分布を示す説明図

【図４】プレス成型の説明図

【図５】プレス成型体の組成分布を示す説明図

【図６】一軸方向の組成傾斜を示す説明図

【図７】厚さ方向の組成傾斜を示す説明図

【図８】振動子の構成を示す説明図

【図９】従来例に係わり、超音波振動子の構成を示す説明図

【図１０】同上、複合圧電体を用いた超音波振動子の説明図

【図１１】同上、圧電体に厚み分布をもたせた超音波振動子の説明図

【符号の説明】

１　放電プラズマ焼結装置

１１ａ，ｂ，ｃ，ｄ　プレス成型体

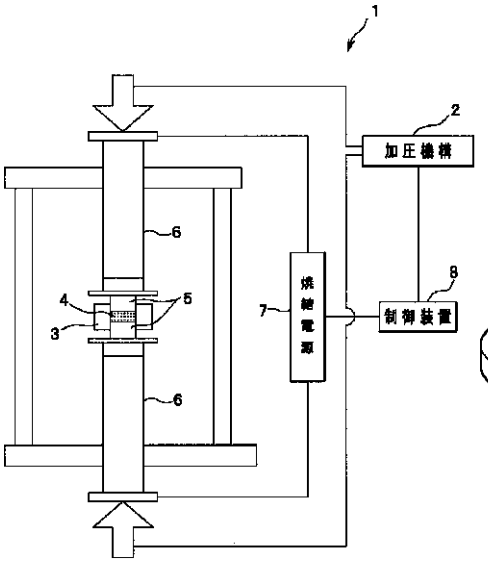
１２　焼結体

１５　音響レンズ

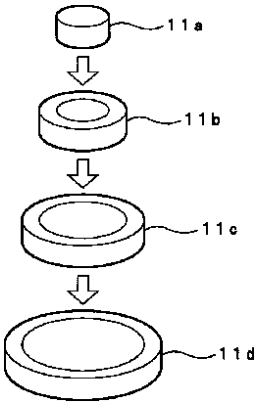
１６　バッキング層

１７　ハウジング

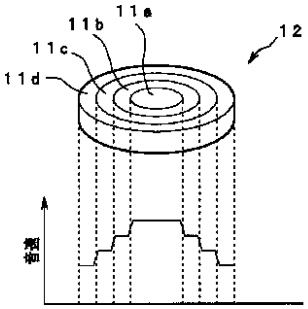
【図１】



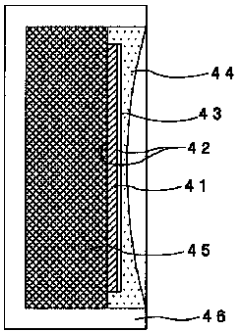
【図２】



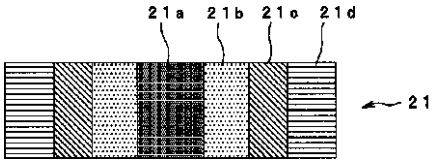
【図３】



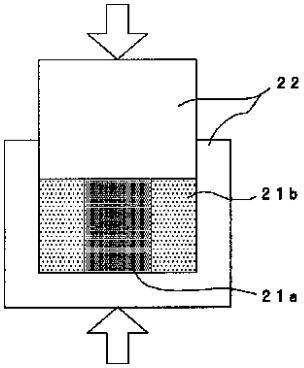
【図９】



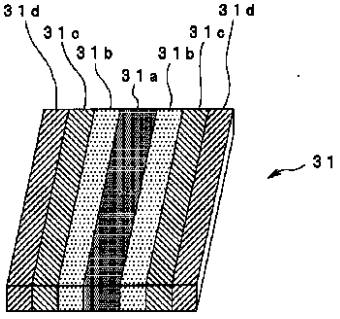
【図５】



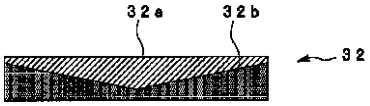
【図４】



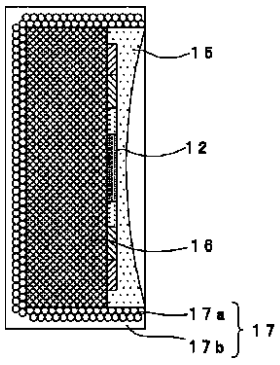
【図６】



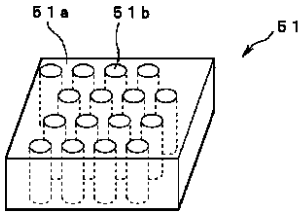
【図７】



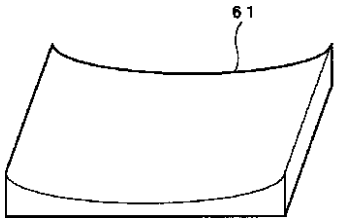
【図８】



【図１０】



【図１１】

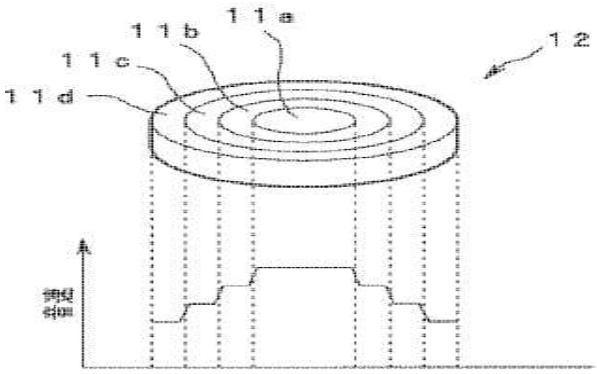


フロントページの続き

(72)発明者　大村　正由
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目43番２号　オリンパス光学工業株式会社内

Ｆターム(参考)　2G047 AC13 BB04 BC13 CA01 EA14 GB11 GB25 GB28 GB32 GB35
4C301 EE06 EE07 EE15 GB18 GB20 GB22 GB27 GB33 GB34 GB36
5D019 BB01 BB21

专利名称(译)	超声波振荡器及其制造方法		
公开(公告)号	JP2003333693A	公开(公告)日	2003-11-21
申请号	JP2002142093	申请日	2002-05-16
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパス光学工业株式会社		
[标]发明人	福田宏 水口徹 大村正由		
发明人	福田 宏 水口 徹 大村 正由		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 H04R17/00 H04R31/00		
CPC分类号	B06B1/0607 B06B1/0614 B06B1/0625 H01L41/43		
FI分类号	H04R17/00.330.K H04R17/00.330.Z A61B8/00 G01N29/24 H04R31/00.330		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BB04 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA14 2G047/GB11 2G047/GB25 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB35 4C301/EE06 4C301/EE07 4C301/EE15 4C301/GB18 4C301/GB20 4C301/GB22 4C301/GB27 4C301/GB33 4C301/GB34 4C301/GB36 5D019/BB01 5D019/BB21 4C601/EE03 4C601/EE04 4C601/EE12 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB32 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB44		
代理人(译)	伊藤 进		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声换能器及其制造方法，该超声换能器能够从中心部分到外围部分发射和接收超声波的高频分量到低频分量。 解决方案：将组成不同的压制成形体11a，b，c，d组合在一起，并通过放电等离子体烧结设备进行快速加热，以进行整体烧结，并且声速分布从中心部分到外围部分从高频到低频依次变化。 产生特性改变的烧结体12。 然后，在将烧结体12切割成预定厚度之后，通过相互平行地抛光超声波发射表面和面对超声波发射表面的背面部分，从中央部分向周边部分依次施加超声波。 能够以低成本容易地制造能够从高频分量发送和接收低频分量的振动器。 特别地，当用作超声探头时，超声波的高频分量在中央部分的狭窄孔口区域中发送和接收，而超声波的低频分量在一个探头中的宽孔口区域中发送和接收。 由于高频分量的超声波可以高分辨率地观察近场中的组织，因此低频分量的超声波可以充分地穿透深度而不会恶化远场中的（方位）分辨率。 可以获得超声图像。