

(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2019-13271

(P2019-13271A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2017-130398 (P2017-130398)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成29年7月3日 (2017.7.3)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110001210
			特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	澤田 航
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	渡辺 徹
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		Fターム(参考)	4C601 EE10 EE14 GB06 GB19 GB30
			GB41
			5D019 AA20 BB02 BB19 FF04 GG02
			HH03

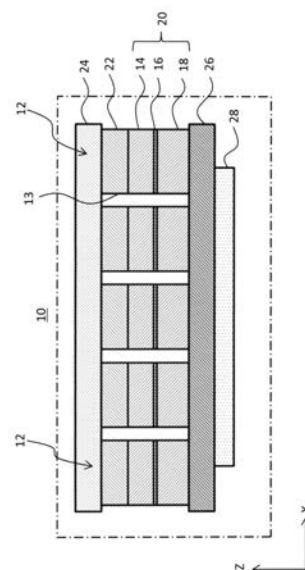
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブにおける振動層と共振層（ハードバックング層）の間の接着構造に関し、音響的特性を良好にしつつ、接着強度を高める。

【解決手段】超音波プローブ10は、複数の素子12を有する。各素子12は、振動層14、共振層18及び整合層22を有する。振動層14の下面と共振層18の上面が接着材によって接着されている。その接着材が接着層16を構成している。振動層14の下面は鏡面として構成され、具体的には、そのRaは0.01μm以上0.1μm以下である。共振層18の上面は粗面として構成され、具体的には、そのRaは0.4μm以上2.0μm以下である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の振動層と、
前記複数の振動層の下側に設けられた複数の共振層と、
前記複数の振動層と前記複数の共振層とを接着する複数の接着層と、
を含み、
前記各振動層の下面は鏡面であり、
前記各共振層の上面は前記各振動層の下面よりも粗い粗面である、
ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

10

請求項 1 記載の超音波プローブにおいて、
前記各振動層の下面の R_a は $0.1 \mu m$ 以下であり、
前記各共振層の上面の R_a は $0.4 \mu m$ 以上である、
ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 3】

請求項 2 記載の超音波プローブにおいて、
前記各振動層の下面の R_a は $0.01 \mu m$ 以上 $0.1 \mu m$ 以下であり、
前記各共振層の上面の R_a は $0.4 \mu m$ 以上 $2.0 \mu m$ 以下である、
ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 4】

20

請求項 3 記載の超音波プローブにおいて、
前記各振動層は、その下面に形成された薄膜としての電極を含み、
前記各共振層は、その上面に形成された薄膜としての電極を含む、
ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 5】

請求項 1 記載の超音波プローブにおいて、
前記複数の振動層は一次元振動層アレイ又は二次元振動層アレイを構成し、
前記複数の共振層は一次元共振層アレイ又は二次元共振層アレイを構成する、
ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 6】

30

振動材における鏡面としての下面と、共振材における上面であって前記下面よりも粗い粗面としての上面と、を接着することにより積層体を構成する工程と、
前記積層体の分割により、前記振動材を一次元振動子アレイ又は二次元振動層アレイに加工し、同時に、前記共振材を一次元共振層アレイ又は二次元共振層アレイに加工する工程と、
を含むことを特徴とする超音波プローブ製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の製造方法において、
前記振動材の下面の R_a は $0.01 \mu m$ 以上 $0.1 \mu m$ 以下であり、
前記共振材の上面の R_a は $0.4 \mu m$ 以上 $2.0 \mu m$ 以下である、
ことを特徴とする超音波プローブ製造方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は超音波プローブ及びその製造方法に関し、特に、超音波プローブにおける接着構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波診断装置は、生体への超音波の送受波によって超音波画像を形成する医療装置で

50

ある。超音波診断装置は、超音波を送受波する超音波プローブを有する。一般的な超音波プローブは、超音波ビームを形成する1D振動素子アレイを備えている。近時、生体内の三次元空間からボリュームデータを取得する2D振動素子アレイを備えた超音波プローブも利用されている。そのような超音波プローブは3Dプローブとも称されている。3Dプローブとして、体表に当接される3Dプローブ、体腔内に挿入される3Dプローブ等が知られている。

【0003】

特許文献1に開示された1D又は3Dプローブは、複数の振動層及びその下側に設けられた複数の共振層（ハードバックング層）を有する。複数の振動層と複数の共振層が接着され、これにより複数の共振体が構成されている。特許文献1には、第1整合層と第2整合層の接着に先立って、接着される各面の中心線平均粗さ（Ra）を0.2～1.0μmにすることが記載されている。

10

【0004】

特許文献2に開示された超音波プローブにおいて、振動層と共振層（デマッチング層、反射体）とが接着されている。振動層の接着面のRaと共振層の接着面のRaとを合わせた和が0.4μm以下とされている。これにより接着層の厚みが小さくされており、そこでの超音波の減衰が軽減されている。

【0005】

なお、超音波プローブ製造過程では、整合板、振動板、共振板（ハードバックング板）、等からなる積層体が土台としての基板等に保持されている状態において、積層体がダイシングソー等によって複数の素子に分割される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-127821号

【特許文献2】特開2015-36056号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

振動層と共振層とを備えた超音波プローブにおいては、第1に、音響的特性（特に周波数帯域特性）を良好にすることが望まれる。換言すれば、振動層と共振層の間の接着部分あるいは接着構造に起因して音響的特性が低下してしまわないようにすることが求められる。第2に、振動層と共振層との間における機械的結合を向上させることが望まれる。そこでの接着強度が低下すると、超音波プローブ製造での素子分割工程において剥離又は接合不良が生じてしまうからである。

30

【0008】

本発明の目的は、接着される複数の振動層及び複数の共振層を有する超音波プローブにおいて、音響的特性と接着強度の両方を良好にすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

実施形態に係る超音波プローブは、複数の振動層と、前記複数の振動層の下側に設けられた複数の共振層と、前記複数の振動層と前記複数の共振層とを接着する複数の接着層と、を含み、前記各振動層の下面は鏡面であり、前記各共振層の上面は前記各振動層の下面よりも粗い粗面である、ことを特徴とするものである。

40

【0010】

上記構成によれば、複数の振動層と複数の共振層とにより複数の共振体が構成される。個々の共振体において、振動層の下面（振動層側の接着面）が鏡面として構成され、共振層の上面（共振層側の接着面）が粗面として構成されているので、良好な音響的特性と良好な接着強度とを得られる。すなわち、振動層側の接着面が鏡面とされているので、それを粗面とした場合に生じる音響的特性の劣化を防止又は軽減できる。同時に、2つの接着

50

面の内て一方が粗面化されているので、それら両面を鏡面とした場合よりも、接着強度を高められる。後述するように、両面を鏡面とした場合には接着強度が不十分となるおそれがあり、両面を粗面とした場合には周波数特性が低下するおそれがある。結局、振動層下面の鏡面化且つ共振層上面の粗面化の組み合わせが最適なものであると言い得る。なお、下面及び上面は、生体側を上側、非生体側を下側と仮定した場合の表記であり、便宜上のものに過ぎない。

【0011】

実施形態において、前記各振動層の下面のRaは0.1μm以下であり、前記各共振層の上面のRaは0.4μm以上である。すなわち、本願明細書においては、基本的に、Raが0.1μm以下の面が鏡面として定義され、Raが0.4μm以上が粗面として定義される。

10

【0012】

実施形態において、前記各振動層の下面のRaは0.01μm以上0.1μm以下であり、前記各共振層の上面のRaは0.4μm以上2.0μm以下である。実施形態において、前記各振動層は、その下面に形成された薄膜としての電極を含み、前記各共振層は、その上面に形成された薄膜としての電極を含む。すなわち、上記の下面及び上面のいずれにも電極が形成されており、これにより両面間での良好な電氣的接続が確保されている。

【0013】

実施形態において、前記複数の振動層は一次元振動層アレイ又は二次元振動層アレイを構成し、前記複数の共振層は一次元共振層アレイ又は二次元共振層アレイを構成する。

20

【0014】

実施形態に係る超音波プローブ製造方法は、振動材における鏡面としての下面と、共振材における上面であって前記下面よりも粗い粗面としての上面と、を接着することにより積層体を構成する工程と、前記積層体の分割により、前記振動材を一次元振動層アレイ又は二次元振動層アレイに加工し、同時に、前記共振材を一次元共振層アレイ又は二次元共振層アレイに加工する工程と、を含む。

【0015】

上記構成によれば、積層体の分割時に振動材（振動層）及び共振材（共振層）において剥離、接着不良等が生じることを防止又は軽減できる。また、音響特性の良好な超音波プローブを製作できる。望ましくは、前記振動材の下面のRaは0.01μm以上0.1μm以下であり、前記共振材の上面のRaは0.4μm以上2.0μm以下である。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、複数の振動層と複数の共振層とが複数の接着材で接着されている構造において、音響的特性と接着強度の両方を良好にすることができる。あるいは、本発明によれば、分割工程において複数の振動層と複数の共振層との間において剥離等の問題が生じることを防止又は軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態に係る超音波プローブの概略的な断面図である。

40

【図2】接着層によって接着された振動層及び共振層を示す断面図である。

【図3】実施例及び比較例1, 2についての電気機械結合係数を示す図である。

【図4】実施例及び比較例1, 2についての接着強度を示す図である。

【図5】実施形態に係る製造方法を示すフローチャートである。

【図6】変形例1を示す断面図である。

【図7】変形例2を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0019】

50

図 1 には、実施形態に係る超音波プローブ 10 が示されている。この超音波プローブ 10 は、医療用の超音波診断装置本体に接続されるものであり、超音波の送受波器である。超音波プローブ 10 によって超音波ビームが形成される。超音波ビームは電子的に走査される。電子走査方式としては電子セクタ走査方式、電子リニア走査方式等が知られている。実施形態の超音波プローブ 10 は、超音波ビームの二次元走査により三次元データ取込空間を形成する 3D 超音波プローブである。超音波プローブ 10 が 1D 超音波プローブであってもよい。超音波プローブ 10 は、被検者の体表に当接されるものであり、あるいは、被検者の体腔（例えば食道）に挿入されるものである。上記のように 1D 超音波プローブに対して以下に説明する技術を適用するようにしてもよい。なお、図 1 において、Z 方向は送受波方向である。Z 方向に直交する方向として X 方向が定義されている。Z 方向及び X 方向に直交する方向が Y 方向（紙面貫通方向）である。

10

【0020】

図 1 において、超音波プローブ 10 は、振動層アレイ、整合層アレイ及び共振層アレイからなる素子アレイを有している。素子アレイは、X 方向及び Y 方向に整列した複数の素子 12 により構成されるものである。個々の素子 12 は、Z 方向を上下方向とした場合、下から上へ並んだ共振層 18、振動層 14 及び整合層 22 からなる。振動層 14 の上面及び下面には薄膜としての電極が形成されている。

【0021】

素子 12 について説明する。振動層 14 の下面と共振層 18 の上面とが接着材によって接着されている。図 1 には、その接着材が接着層 16 としてやや誇張して表現されている。振動層 14 の上面と整合層 22 の下面も接着されており、複数の整合層 22 の上面と保護層 24 の下面も接着されている。実際には、複数の整合層 22 の上面と保護層 24 の下面との間に、グランド又は共通電極を構成する薄い導電性シートが配置されつつ、それら両者が接着されている。保護層 24 の上面が送受波面を構成し、その送受波面が生体表面に当接される。保護層 24 に代えて音響レンズが配置されてもよい。

20

【0022】

複数の素子 12 は、図 1 に示されている構成において、中継基板 26 上によって保持されている。具体的には、各共振層 18 の下面が中継基板 26 の上面に接着されている。中継基板 26 は、インターポーザーであり、それは例えば多層基板により構成される。中継基板 26 の下面側には半導体集積回路（IC）28 が設けられている。IC 28 は、例えば、チャンネルリダクションのためのサブビームフォーマとして機能する。隣接する 2 つの素子 12 の間には分離溝 13 が形成されている。後述するように、複数の板状部材からなる積層体を分割（ダイシング）することにより複数の分離溝 13 が形成され、これにより複数の素子 12 が形成される。個々の分離溝 13 内には必要に応じて目詰め材が入られる。

30

【0023】

保護層 24 は、例えば、シリコーンゴムにより構成される。整合層 22 は、生体と振動層 14 との間において音響インピーダンス整合を図るための部材である。積層された複数の整合層が設けられてもよい。振動層 14 は、圧電材料により構成され、具体的には、PZT や PMN-PT 等によって構成される。送信時においては、振動層 14 が有する 2 つの電極間に電圧が印加される。受信時においては、振動層 14 が有する 2 つの電極間に生じる電圧（又は電圧変化）が検出される。共振層 18 は、ハードバックキング層として機能するものである。実施形態において、共振層 18 の音響インピーダンスは、振動層 14 の音響インピーダンスよりも高い。接合された振動層 14 及び共振層 18 からなる共振体 20 それ全体が単一の振動体として機能する。

40

【0024】

後に示すように、複数の素子 12 の下側にソフトバックキング層を設けてもよい。その場合、ソフトバックキング層にリードアレイが埋設される。リードアレイは複数の素子に対応した複数のリードからなるものである。ソフトバックキング層の下面に中継基板が接合されてもよい。IC 28 の下面側にソフトバックキング層を設けることも可能である。

50

【 0 0 2 5 】

図 2 には、共振体 2 0 が拡大図として示されている。既に説明したように、共振体 2 0 は振動層 1 4 と共振層 1 8 とからなる。本実施形態において、振動層 1 4 の下面（非生体側の面）1 4 A は鏡面である。共振層 1 8 の上面（生体側の面）1 8 A は粗面である。R a が 0 . 1 μ m 以下の面を鏡面と称することにし、R a が 0 . 4 μ m 以上の面を粗面と称することにする。鏡面としての下面 1 4 A とそれよりも粗い粗面としての上面 1 8 A とが接着材によって接着されている。図 2 においては、接着材が接着層 1 6 として表現されている。実施形態においては、振動層 1 4 の上面もその下面 1 4 A と同様に鏡面であり、共振層 1 8 の下面もその上面 1 8 A と同様に粗面である。

【 0 0 2 6 】

上記のように、下面 1 4 A 及び上面 1 8 A のいずれにも薄膜としての電極が形成されている。上記した各 R a は電極形成後のものである。詳しくは、振動層の下面 1 4 A の R a が、そこへの電極形成後において、0 . 0 1 μ m 以上 0 . 1 μ m 以下となるように、振動層が構成される。0 . 1 μ m 以下という条件は、良好な音響的特性を確保するための条件であり、実験に基づく数値を上限としたものである。0 . 0 1 μ m 以上という条件はおおよそ現実的な下限を表したものである。また、共振層 1 8 の上面 1 8 A の R a が、そこへの電極形成後において、0 . 4 μ m 以上 2 . 0 μ m 以下となるように、電極層が構成される。0 . 4 μ m 以上という条件は、相手方の面が鏡面であることを前提とし、一定の接着強度を得るための条件であり、実験に基づく数値を下限としたものである。2 . 0 μ m 以下という条件はおおよそ現実的な上限を表したものである。

【 0 0 2 7 】

以下に説明する実施例においては、振動層の下面の R a が 0 . 0 5 μ m であり、共振層（H B 層）の上面の R a が 0 . 4 μ m である。実施例は上側鏡面 - 下側粗面の組み合わせである。後述する比較例 1 においては、振動層の下面の R a が 0 . 6 μ m であり、共振層（H B 層）の上面の R a が 0 . 4 μ m である。比較例 1 は上側粗面 - 下側粗面の組み合わせである。比較例 2 においては、振動層の下面の R a が 0 . 0 5 μ m であり、共振層（H B 層）の上面の R a が 0 . 0 2 μ m である。比較例 2 は上側鏡面 - 下側鏡面の組み合わせである。

【 0 0 2 8 】

図 3 において、実施例における電気機械結合係数は 5 3 であり、比較例 2 においても同様の数値が認められる。比較例 1 における電気機械結合係数は 5 0 であり、実施例及び比較例 2 に比べて低い。振動層の下面を鏡面とした方が、それを粗面とするよりも、周波数特性の面で有利となる。

【 0 0 2 9 】

図 4 には、ダイシングに伴う接着強度の変化が示されている。超音波プローブ製造過程には積層体ダイシング工程が含まれ、ダイシングによる接着強度の低下が問題となる。符号 4 0 a は実施例についてのダイシング前の接着強度を示しており、符号 4 0 b は実施例についてのダイシング後の接着強度を示している。符号 4 2 a は比較例 1 についてのダイシング前の接着強度を示しており、符号 4 2 b は比較例 1 についてのダイシング後の接着強度を示している。符号 4 4 a は比較例 2 についてのダイシング前の接着強度を示しており、符号 4 4 b は比較例 2 についてのダイシング後の接着強度を示している。実施例、比較例 1、比較例 2 においては、いずれもダイシングを原因とする接着強度の低下が認められるが、比較例 2 の低下度合いは、実施例及び比較例 1 のそれよりも大きい。鏡面と鏡面とを接着した場合、やはり剥離が生じやすいといえる。ダイシングブレードの振動等に起因する外力が接着強度よりも大きければ剥離が生じ、つまり素子不良が生じる。鏡面 - 粗面の組み合わせの場合、いずれが上側であろうが大差なく接着強度として良好な結果が得られている。つまり素子不良が起こりにくい。

【 0 0 3 0 】

なお、実施例においては、振動層の上面が鏡面とされており、それを粗面とした場合に生じる音響特性低下という問題が回避されている。また、実施例においては、共振層の下

10

20

30

40

50

面が粗面とされており、共振層とその下側の部材との間の接着強度を高められる。共振材（共振板）の両面を粗面とすれば、製造過程において、表面と裏面の入れ違いの問題が生じないという利点も得られる。

【0031】

図5には、実施形態に係る超音波プローブ製造方法がフローチャートとして示されている。S10では、板状の振動材、板状のハードバッキング材（共振材）、板状の整合材、等が用意される。その際には、振動材の下面が鏡面化され、ハードバッキング材の上面が粗面化される。S12においては、S10で用意された複数の部材が接着され、これによって積層体が構成される。S14では、積層体がダイシングされ、これにより積層体が複数の素子に分割される。それに先立って積層体の下面には土台（例えば、中継基板、ソフトバッキング層）が接着される。ダイシングにおいては土台までが切断されないように切削深さが調整される。各接着部分において十分な接着強度が得られているので、剥離等の接着不良が生じることが防止されている。S16においては、必要な他の加工が実施され、最終的に超音波プローブが組み立てられる。

【0032】

図6には、変形例1が示されている。図2に示した構成と同様の構成には同一符号を付しその説明を省略する。複数の共振体20の下面にはソフトバッキング層56が接着されている。ソフトバッキング層56は、背面側に漏れ出てきた超音波を散乱、吸収するための部材である。ソフトバッキング層56には、複数の共振体20（つまり複数の振動層）に対応した複数のリード58からなるリードアレイが埋設されている。このように複数の共振体20の下側に、中継基板に代えて、リードアレイ内蔵のソフトバッキング層を設けてもよい。

【0033】

図7には、変形例2が示されている。図2に示した構成と同様の構成には同一符号を付しその説明を省略する。振動層14の上面14Bは鏡面であり、それに接する、導電性整合層22の下面22Aは粗面である。上面14Bと下面22Aとの間に低粘度をもった絶縁性接着材60が展開している。上面14Bと下面22Aの両者に電極が形成されており、それらの電極は複数の箇所では物理的に接触している。これにより振動層14の上面14Bの電極と整合層22とが電氣的に接続されている。そこでの接着構造においても、周波数帯域の低下が回避されており、かつ、十分な接着強度が確保されている。

【0034】

上記実施形態によれば、複数の振動層と複数の共振層とが複数の接着材で接着されている構造において、音響的特性と接着強度の両方を良好にすることができる。また、ダイシング工程において複数の振動層と複数の共振層との間において剥離等の問題が生じることの防止又は軽減できる。

【符号の説明】

【0035】

10 超音波プローブ、12 素子、14 振動層、16 接着層、18 共振層、20 振動体、22 整合層、24 保護層、26 中継基板、28 半導体集積回路（IC）。

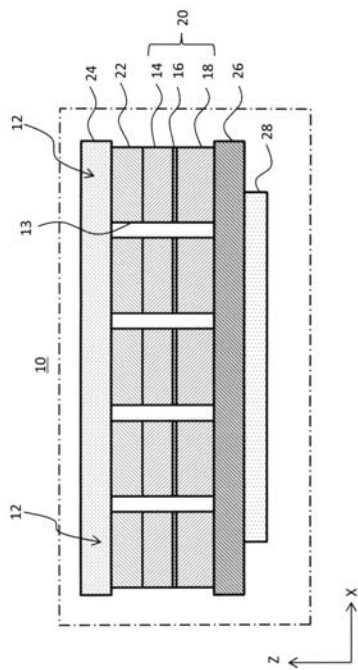
10

20

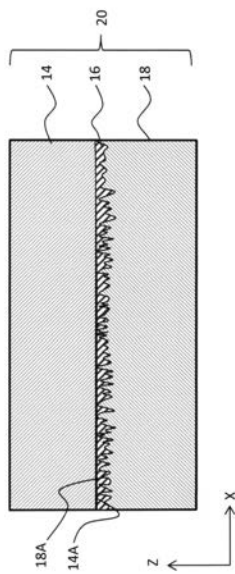
30

40

【 図 1 】



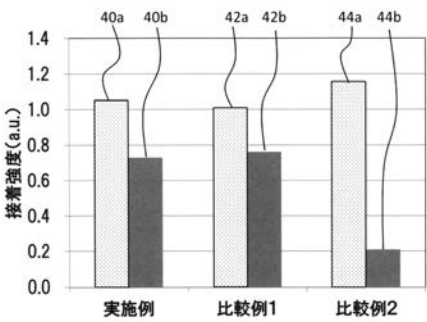
【 図 2 】



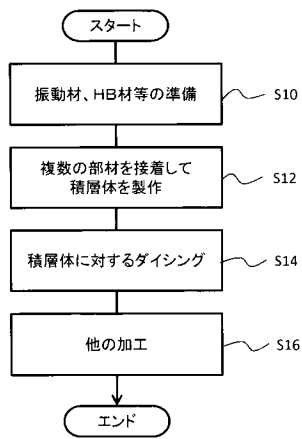
【 図 3 】

	振動層下面	HB層上面	電気機械結合係数 (%)
実施例	鏡面	粗面	53
比較例1	粗面	粗面	50
比較例2	鏡面	鏡面	53

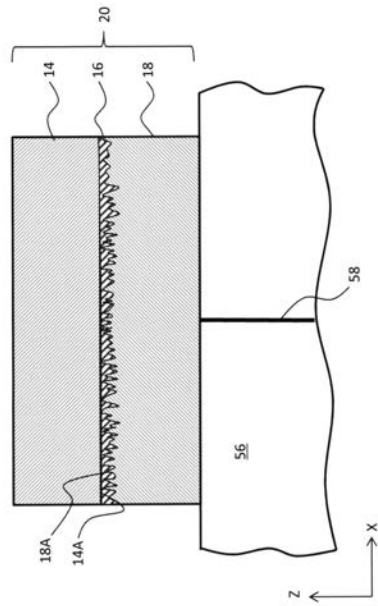
【 図 4 】



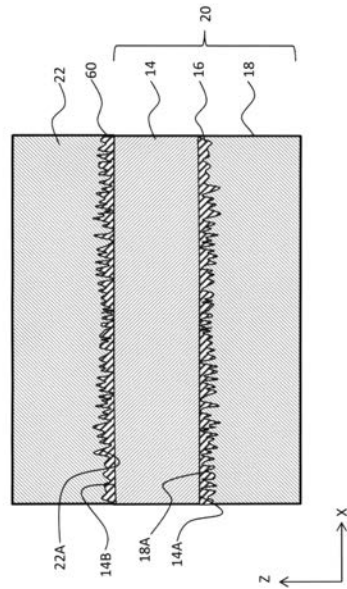
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP2019013271A	公开(公告)日	2019-01-31
申请号	JP2017130398	申请日	2017-07-03
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	澤田航 渡辺徹		
发明人	澤田 航 渡辺 徹		
IPC分类号	A61B8/14 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/14 H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB30 4C601/GB41 5D019/AA20 5D019/BB02 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG02 5D019/HH03		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提高结合强度，同时改善超声波探头中振荡层和谐振层（硬背衬层）之间的结合结构的声学特性。超声波探头包括多个元件。每个元件12具有振动层14，谐振层18和匹配层22。振动层14的下表面和共振层18的上表面通过粘合剂粘合。粘合剂形成粘合剂层16。振动层14的下表面形成为镜面，具体地，其Ra为0.01μm以上且0.1μm以下。共振层18的上表面构造为粗糙表面，具体地，其Ra为0.4μm以上且2.0μm以下。点域1

