

(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2017-192143

(P2017-192143A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H04R 17/00	(2006.01)	H04R 17/00	330J		5D019
H04R 1/44	(2006.01)	H04R 1/44	330G		
H04R 31/00	(2006.01)	H04R 31/00	330		

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-117594 (P2017-117594)	(71) 出願人	508286762
(22) 出願日	平成29年6月15日 (2017. 6. 15)		アシスト・メディカル・システムズ, イン
(62) 分割の表示	特願2015-543017 (P2015-543017)		コーポレイテッド
	の分割		アメリカ合衆国ミネソタ州55344、エ
原出願日	平成24年11月16日 (2012. 11. 16)		デン・プレイリー、フラー・ロード 79
			05
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100141162
			弁理士 森 啓
		(74) 代理人	100141254
			弁理士 榎原 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子およびその処理方法

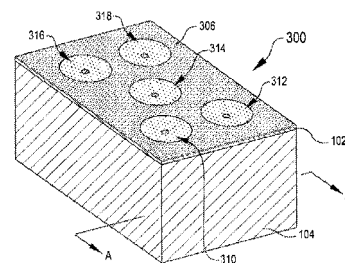
(57) 【要約】

【課題】超音波トランスデューサ、特に、医療撮像に用いられる超音波トランスデューサ。

【解決手段】超音波振動子はバックング要素、バックング層の上に活性素子、及び活性素子の上にある整合素子を含む、整合素子は活性素子と接触する内面及び不均一なテクスチャ及び／又は材料組成物を共に外面を有する。整合要素はサブトラクティブ又は堆積技術によって形成することができる。

【選択図】図5

図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バックング層と、
該バックング層の上を覆う活性素子と、
該活性素子の上を覆う整合素子であって、該活性素子と接触する内面、及び、不均一な質感及び／又は材料組成を持つ外面を有する、整合素子と、
を備える超音波振動子。

【請求項 2】

前記整合素子は単一の整合層を含み、
前記外側表面は

10

(a) 第一テクスチャ及び第一材料組成物の第一領域、及び

(b) 第二テクスチャ及び第二材料組成物の第二領域

を有し、

(i) 前記第一テクスチャは前記第二テクスチャと異なる、及び／又は、

(i i) 前記第一材料組成物は前記第二の材料組成と異なる、

請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 3】

前記第一及び第二のテクスチャが粗い、又は、粗化され、

前記第一及び第二の領域は、前記整合層において、減少した厚さを有する、

請求項 2 に記載の振動子。

20

【請求項 4】

前記第一及び第二のテクスチャがアブレーションによって形成される、請求項 3 に記載の振動子。

【請求項 5】

前記第一及び第二のテクスチャが摩耗によって形成される、請求項 3 に記載の振動子。

【請求項 6】

前記整合素子が厚さの異なる複数の整合領域を含む、請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 7】

前記整合領域が活性素子上にサイドバイサイドに配置される、請求項 6 に記載の振動子。

30

【請求項 8】

前記整合領域のうちの少なくとも二つが重複している、請求項 6 に記載の振動子。

【請求項 9】

前記整合素子が前記活性素子上に第一の材料の分離した整合領域の複数を含む、請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 10】

前記整合素子が、さらに、前記活性素子の上に、前記第一の材料の前記分離した整合領域の間に堆積した前記第一材料とは異なる組成を有する第二材料のフィルイン整合領域を含む、請求項 9 に記載の振動子。

【請求項 11】

40

前記第一材料の前記分離した整合領域、及び、前記第二材料の前記分離した整合領域は、同じ厚さのものであり、それにより、異なる組成を有する二つの材料から形成された整合層を形成する、請求項 10 に記載の振動子。

【請求項 12】

バックング層を供給するステップと、

該バックング層の上を覆う活性素子を供給するステップと、

該活性素子の上に整合素子を形成するステップであって、該整合素子は該活性素子と接触する内面、及び、不均一なテクスチャ、及び／又は、材料組成の外面を有する、ステップと、

を含む超音波振動子を製造する方法。

50

【請求項 13】

前記整合素子は単一の整合層を含み、
前記形成するステップが、

(a) 第一テクスチャ及び第一材料組成を有する第一領域と、

(b) 第二テクスチャ及び第二材料組成を有する第二の領域と

を有する前記外面の供給することを含み、

(i) 前記第一テクスチャは前記第二テクスチャと異なる、及び / 又は

(ii) 前記第一材料組成物は前記第二材料組成と異なること、

請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

10

前記整合層は厚さを有し、

前記第一及び第二領域を有する前記外表面を供給する前記ステップは、前記整合層の前記厚さを減少させるステップを含む、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記減少させるステップは、アブレーションを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記減少させるステップは、摩耗を含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記形成するステップは、異なる厚さを有する複数の整合領域を有する前記整合素子を供給することを含む、請求項 12 に記載の方法。

20

【請求項 18】

複数の整合領域を有する前記整合要素を供給するステップは、前記活性素子の上にサイドバイサイドに前記整合領域を配置することを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

複数の整合領域を有する前記整合要素を供給するステップは、前記整合層の少なくとも二つを重ねることを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

前記整合素子を形成するステップは、前記活性素子の上に第一材料の複数の分離した整合領域を堆積させることを含む、請求項 12 に記載の方法。

30

【請求項 21】

前記形成するステップは、さらに、前記活性素子の上に堆積された前記第一材料の前記分離した整合領域の間に、第二材料のフィルイン整合領域を形成することを含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記第一材料の前記分離した整合領域と、前記第二材料の前記分離した整合領域とが同じ厚さを有するようにするステップを含む、請求項 21 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

[優先権の主張]

本出願は、2011年11月18日に出願された米国仮特許出願第61/561、534号の利益を主張するものであり、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

本出願は、一般に、超音波トランスデューサに関し、さらには、医療撮像に用いられる超音波トランスデューサに関する。

【背景技術】**【0002】**

医療用超音波撮像におけるトレードオフは、浸透の深さおよび空間分解能である。より高い超音波撮像周波数は、浸透の深さを犠牲にして高い空間分解能を可能にする。より低い超音波撮像周波数は、高い空間分解能を犠牲にして浸透の深さを可能にする。単一の超

50

音波撮像装置は、より良い空間分解能のために高い周波数で、そしてより深い浸透のために低い周波数で動作させるために、広い周波数範囲にわたって画像ができるなら有用であろう。

【0003】

広い帯域幅の超音波撮像装置は、高感度材料（単結晶圧電複合材料など）の使用、複数のマッチング層の使用、複数のトランスデューサの使用、そして複数の装置の使用を含む。これらのアプローチは、高価で、特に比較的大量（血管内超音波カテーテル等）に使われる小さく単回使用の高周波数超音波装置には製造の観点から実現するのが困難場合もある。

【0004】

なお、小さく単回使用の高周波数超音波装置に広帯域の結像性能を可能にする超音波トランスデューサの構造及び対応製造プロセスを有することが有利である。トランスデューサは効果的なコストが削減でき製造が容易であるならさらに有利であろう。

【発明の概要】

【0005】

一実施形態では、超音波トランスデューサは、バックキングエレメント、バックキングエレメントの上に重なる能動素子と能動素子の上に重なるマッチング素子を含む。マッチング素子は、能動素子と接触する内面と非均質なテクスチャ及び／または材料組成の外面を有する。

【0006】

マッチング素子は、外面が第一のテクスチャと第一の材料組成と共に第一の領域を有し、第二のテクスチャと第二の材料組成と共に第二の領域を有する単一の整合層で可能性がある。第一のテクスチャは第二のテクスチャとは異なり、および／または、第一の材料組成物は第二の材料組成とは異なる。

【0007】

マッチング層の第一と第二のテクスチャは、粗くてもよい。第一及び第二領域は、マッチング層で減少した厚さを有する可能性がある。第一及び第二のテクスチャがアブレーションによって形成することができる。第一及び第二のテクスチャが摩耗によって形成することができる。

【0008】

あるいは、マッチング素子は、厚さの異なる複数のマッチング領域を含んでもよい。マッチング領域は、能動素子上に横並びに配置されてもよい。少なくとも2つのマッチング領域が重複することができる。

【0009】

また、マッチング層は、能動素子上に重なる第一の材料の分離したマッチング領域を複数含むことができる。マッチング素子はさらに、能動素子の上に離散的なマッチング領域との間に堆積された第一材料と異なる組成で第二材料の領域にフィルインマッチングを含むことができる。第一の材料の分離したマッチング領域及び第二の材料の分離したマッチング領域は同じ厚さで可能性があり、それにより、異なる組成を有する2つの材料から形成されたマッチング層を形成する。

【0010】

さらなる実施形態では、超音波トランスデューサの製造方法は、バックキングエレメントを設け、バックキング層の上に重なる能動素子を設け、能動素子の上に重なるマッチング素子を形成する工程と含み、マッチング素子は、能動素子と接触する内面と非均質なテクスチャ、及び／または、材料組成の外面を有する。

【0011】

マッチング素子は、単一のマッチング層であるかもしれないし、形成工程は、第一テクスチャと第一材料組成を有する第一領域と第二テクスチャと第二材料組成を有する第二領域と外面を設けることを含むことが可能である。第一テクスチャは第二テクスチャと異なり、又は、第一材料組成は第二材料組成と異なる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

マッチング層は厚さを有し、外面へ第一と第二領域を設ける工程はマッチング層の厚さを減少させる工程を含む。この減少工程は切除を含むかもしれない。この減少工程は、摩擦を含むかもしれない。

【 0 0 1 3 】

形成工程は、複数のマッチング領域をマッチング層へ設けることを含むかもしれない。複数のマッチング領域をマッチング層へ設ける工程は能動素子の上に配置並びマッチング領域を含むかもしれない。複数のマッチング領域をマッチング層へ設ける工程は二箇所以上のマッチング領域に重なることを含むかもしれない。

【 0 0 1 4 】

形成工程は能動素子の上に、第一材料の複数の分離したマッチング領域を堆積することを含むかもしれない。この形成工程はさらに、能動素子の上に堆積された第一材料の複数の分離したマッチング領域の間にある第二素子の補欠マッチング領域を形成することを含むかもしれない。この方法は、同じ厚さを得るように、第一材料の分離したマッチング領域と第二材料の分離したマッチング領域を与える更なる工程をさらに含むかもしれない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

以下の図面は、本発明の幾つかの特定の実施形態を説明し、これに伴って、本発明の範囲を限定しない。本図面は（特に記載される場合を除き）縮尺せず、以下の詳細な記述と結び付けて取り扱いを目的とする。説明と組み合わせて使用することを目的とする。幾つかの特定の実施形態は要素と同じような記号を示す添えた図面と結び付けて以下別記される。

【 図 1 】 図 1 は実施形態に合わせる先行技術変換器積層体の透視図である。

【 図 2 】 図 2 は実施形態に合わせる二箇所のマッチング領域を有するマッチング素子と付ける変換器積層体の断面図である。

【 図 3 】 図 3 は実施形態に合わせる二箇所以上のマッチング領域を有するマッチング素子と付ける変換器積層体の断面図である。

【 図 4 】 図 4 は実施形態に合わせる変換器積層体のマッチング素子のレーザ・アブレーションを示す。

【 図 5 】 図 5 は、実施形態に合わせるレーザの切除されたマッチング素子と付ける変換器積層体の透視図である。

【 図 5 A 】 図 5 A は、図 5 に表示された変換器積層体の断面図である。

【 図 6 】 図 6 は、実施形態に合わせる変換器積層体のマッチングのマイクロ研磨材吹付加工を示す。

【 図 7 】 図 7 は実施形態に合わせるレーザの切除及びマイクロ研磨材吹付加工されたマッチング素子と付ける変換器積層体の透視図である。

【 図 7 A 】 図 7 A は図 7 に表示された変換器積層体の断面図である。

【 図 8 】 図 8 は実施形態に合わせる切除の前の超音波振動子スタックの時間領域応答を示す。

【 図 9 】 図 9 は実施形態に合わせる切除の前の振動子スタックの周波数領域応答を示す。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、実施形態に合わせる切除の後の振動子スタックの時間領域応答を示す。

【 図 1 1 】 図 1 1 は実施形態に合わせる切除の後の振動子スタックの周波数領域応答を示す。

【 図 1 2 】 図 1 2 は実施形態に合わせる第一周波数で励起される切除の後の振動子スタックの時間領域応答を示す。

【 図 1 3 】 図 1 3 は実施形態に合わせる第一周波数で励起される切除の後の振動子スタックの周波数領域応答を示す。

【 図 1 4 】 図 1 4 は実施形態に合わせる第二周波数で励起される切除の後の振動子スタックの時間領域応答を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 5】図 1 5 は実施形態に合わせる第二周波数で励起される切除の後の振動子スタックの周波数領域応答を示す。

【図 1 6】図 1 6 は実施形態に合わせるマッチングステンシル素子の上面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、図 1 6 に表示されたステンシルに基づいて、第一材料から形成されたマッチング領域を有する振動子スタックの断面図である。

【図 1 8】図 1 8 は図 1 6 に表示されたステンシルに基づいて、第一材料から形成されたマッチング領域の上に形成された第二材料を有する振動子スタックの断面図である。

【図 1 9】図 1 9 は図 1 6 に表示されたステンシルに基づいて、第一材料から形成されたマッチング領域及び第二材料から形成されたマッチング領域を有する振動子スタックの断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下の詳細な記述は、例示のためのものであり、範囲、適用性、又は本発明の構成をまったく限定するものではない。以下記述は、本発明の幾つかの実施形態を実現する為の事実上のイラストを幾つか提供する。構造、材料、寸法及び生産プロセスの例は所定の素子と全てのそれを取り扱うのは本発明の分野の上にそれらの一般的なスキルが知られている他の素子に要して提供される。技術に熟練するこれらは沢山の記録した例が様々な適当な代替案を有することを認める。

【0017】

例えば、本出願は、カテーテルシースの内部に配置された超音波振動子を有する血管内超音波法 (IVUS) であるカテーテルにおける取り扱いに該当する変換器積層体のある例を与える。これらの例は、説明する目的だけのために与えたものであり、本発明の適用を、IVUS カテーテルのみに対して限定するものではない。

20

【0018】

図 1 はバッキング層 104、単一の能動層 102 を含める単一の能動素子及び単一のマッチング層 106 を含むマッチング素子 105 を有する先行技術超音波振動子スタック 100 を示す。振動子スタック 100 は、長方形の形状を有するものとして示される。他の例の場合に、振動子スタック 100 は、正方形、円形、長円形といった形を有するかもしれない。振動子スタック 100 は少なくとも一つ以上の金及びクロムという金属から形成される可能である電極層 (表示されない) も含むかも知れない。一例には、振動子スタック 100 はそれぞれ能動素子 101 の上面や底面に配置された二つの電極層を含むかもしれない。電極層は一般的に、活動層の電気の励起を容易に活かせる。振動子スタック 100 は本振動子スタックを励起させるように、電動式に受信機 (表示されない) に繋がるかもしれない。振動子スタック 100 も本振動子スタックで電気関係信号に変換される圧力場を検出するために、電動式に受信機 (表示されない) に繋がるかもしれない。

30

【0019】

図 1 は活動層 102 を含む能動素子 101 を示す。活動層 102 も、圧電層として言われることが出来る。他の例には、能動素子 101 は複数の活動層を含むかもしれない。活動層 102 は、一般的に PZT として知られているチタン酸ジルコン酸鉛といったセラミック材料で形成することができる。活動層 102 の厚さは層の厚さ共振を決める。例えば、36 ミクロンモトローラ 3203 HD 材料は約 63 MHz の厚さ共振を有している。また、活動層 102 は一般的に PMN-PT 及びポリマーとして知られており、共振が暑さモードというよりも縦方向の長モードによって決められるリードマグネシウムニオブ酸チタン酸鉛で構成されることが出来る。

40

【0020】

裏打ち層 104 は、タングステンロードエポキシ等といった導電性エポキシで構成されることが出来る。IVUS カテーテルにおける取り扱いに要する振動子スタックの例には、バッキング層 104 の厚さは 200 μm 以上となっているかもしれない。他の例には、バッキング層 104 の適正な厚さは、(バッキング層に向かっている) 後方の方向に能動素子 101 により超音波振動を減少させるように十分な厚さになされるべきである。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 は、また、マッチング層 1 0 6 を含むマッチング素子 1 0 5 を示す。マッチング層 1 0 6 はシルバーロードエポキシ等といった導電性エポキシで構成されるかもしれない。マッチング層 1 0 6 は振動子スタックが配置されている能動素子 1 0 1 と中位の間において、より良い音響インピーダンス整合を与える。マッチング層 1 0 6 は、振動子スタック 1 0 0 の公称中心周波数における波長の四分の一に等しい一定の厚さを一般的に四分の一波長マッチング層として、有すかもしれない。マッチング素子 1 0 5 は超音波振動を周囲の中位に伝道したり、超音波振動を受信したりするように、周囲の中位から振動子スタックの能率を改善する。振動子スタック 1 0 0 は図 1 にあるイラストを目的にすることにより、一つだけのマッチング層 1 0 6 を有さないマッチング素子 1 0 5 を有することが表示されているが、他の例には整合素子 1 0 5 はさらに能率を向上させるように、一つ以上のマッチング層 1 0 6 を有するかもしれない。

10

【 0 0 2 2 】

図 2 及び図 3 は左右に並んだマッチング領域を有するマッチング素子を表示する振動子スタックの断面図である。図 2 はバッキング層 1 0 4、活動層 1 0 2 を含む能動素子 1 0 1 及びマッチング素子 1 2 2 を含む振動子スタック 1 2 0 を示す。マッチング素子 1 2 2 は $\lambda_1 / 4$ に等しい暑さである第一波長 λ_1 へ調整される四分の一波長マッチング領域 1 2 4 を含む。マッチング素子 1 2 2 も $\lambda_2 / 4$ に等しい暑さである第二波長 λ_2 へ調整される四分の一波長マッチング領域 1 2 6 を含む。マッチング領域 1 2 4、1 2 6 はシルバーロードエポキシ等といった同じ材料で形成することが出来る。他の例には、マッチング領域 1 2 4、1 2 6 は様々な構成である各材料から形成することが出来る。例えば、マッチング領域 1 2 4 はシルバーの第一体積濃度を有するシルバーロードエポキシから形成することが出来るが、マッチング領域 1 2 6 はシルバーの第二体積濃度を有するシルバーロードエポキシから形成することが出来る。シルバーの体積濃度は順に所定の超音波周波数における該当する波長に影響を与えるマッチング素子 1 2 2 の質量密度及び音速に影響を与えることが出来る。マッチング領域 1 2 4、1 2 6 の第一及び第二領域は様々な該当する四分の一波長を反映させることが出来る。シルバーの体積濃度もマッチング素子 1 2 2 の音響インピーダンスに影響を与えることが出来る。マッチング領域 1 2 4、1 2 6 は超音波振動を周囲の中位へ伝道したり、周囲の中位から超音波振動を受信したりするように、様々な超音波周波数において様々な能率を反映することが出来る。

20

30

【 0 0 2 3 】

図 3 は複数のマッチング領域 1 3 4 - 1 3 8 を含むマッチング素子 1 3 2 を有する振動子スタック 1 3 0 を示す。よく判定される可能であるものとして、マッチング素子 1 3 2 のマッチング領域 1 3 4 - 1 3 8 は同じ材料もしくは異なる材料で形成されることが出来る。そして、マッチング素子 1 3 2 のマッチング領域 1 3 4 - 1 3 8 は様々な該当する四分の一波長を反映させることが出来る。マッチング素子 1 3 2 のマッチング領域 1 3 4 - 1 3 8 を有する振動子スタック 1 2 0 の部分は様々なマッチング素子 1 0 5 は超音波振動を周囲の中位に伝道したり、超音波振動を受信したりするように、様々な超音波振動において様々な能率を反映させることが出来る。

【 0 0 2 4 】

本出願は、超音波周波数のより広い幅に向かっていくように、振動子スタックの送信及び受信の能率を向上させるように、一つ以上の超音波周波数に整合されるマッチング層を有する振動子スタックを開示している。一つ以上の超音波周波数に整合されるマッチング素子を形成することに使われる技術が数多くある。加工、研削又はエッチングなどといった減法技術はマッチング素子においてマッチング層の暑さの半面を変更する為に、使用することが出来る。レーザ・アブレーションまたはマイクロブラスト加工等といった他の減法技術では、マッチング素子の厚さを変更し、そして、マッチング素子の組成半面も変更することが出来る。例えば、シルバーロードエポキシがあら形成されるマッチング層はレーザで切削され、もしくは研磨的に吹き付けられる時、シルバーより多くのもっと軟らかいエポキシは削除することが出来る。これは、マッチング素子の超音波特性に影響を与え

40

50

ることができるアブレーション・ブラスト領域の質量密度を変更するだろう。一般に、減法技術もマッチング素子の超音波特性に影響を与えることができるマッチング素子の実効表面積を増やすことができる。

【0025】

これらの減法技術はマッチング素子を粗い又は粗くなった表面で形成するように、単独で用いても良いし、組み合わせて活用しても良い。マッチング素子の粗い又は粗くなった表面は一つ以上の超音波周波数にマッチング素子を整合させるように、変化であり、不均一な厚さを作る。さらに、増加された実効表面積を与えるマッチング素子の粗い又は粗くなった表面はマッチング素子の超音波特性に影響を与えることができる。マッチング素子の変更プロセスの精密制御は更なる改善を設ける。精密に制御され、精粗又は凹凸を有するマッチング素子を有する超音波振動子スタックは、異なる超音波周波数に整合されるトランスデューサ領域の量のバランスを可能にする。

【0026】

複数の超音波周波数で合わせることができる整合素子を形成するため使用されるサブトラクティブ技術の1例はレーザ・アブレーションである。図4は振動子スタック300の整合素子105の表面を除去するレーザシステム200を表示する。レーザシステム200は光波長が800nmから2500nmの間で変化できることにおいて近赤外スペクトルで動作することができる光源(表示されない)を含む。近赤外スペクトルで動作する模範的なレーザ源はネオジウムドープイットリウムアルミニウムガーネット(又はND:YAG)レーザ、レーザダイオード、及びファイバレーザを含む。光源はレンズ204を介して導かれるレーザビーム202を生成する。集光レーザビーム206はアブレーション領域を形成するために整合素子105の表面を切除する(図5に参照)。レーザシステム200は整合素子105の表面の複数の領域をするために繰り返し翻訳される。あるいは、振動子スタック300はレーザシステム200に対して翻訳される。所与のレーザシステム用領域のサイズ及び深さはレーザシステムのパルスエネルギー、パルス持続時間及びレーザビーム径によって制御することができる。

【0027】

図5は整合層306を含む整合要素105を有する振動子スタック300を表示する。整合素子105は5つの除去領域310-318を有することが表示される。図5Aは除去領域310、312を含む振動子スタック300の断面図を表示する。IVUSカテーテルにおける使用のための振動子スタックの例では、除去領域は、1(1)から40までの範囲である可能性があり、除去領域の直径は50 μ m-500 μ mの範囲である可能性があり。除去領域は整合層の表面にわたって均一に又は不均一に分散される。他の例では、適切なサイズ、数及び整合素子上に除去領域の位置は振動子スタックの特定の適用に応じて変わることができる。

【0028】

複数の超音波周波数で合わせることができるマッチング素子を形成するために使用されるサブトラクティブ技術の他の例はマイクロ吹き付け加工である。図6は整合素子305を除去しているマイクロ研磨吹付加工システム400を表示する。マイクロ研磨吹付システム400は研磨剤ノズル401を含む。マイクロ研磨吹付システム400は窒素や乾燥空気等の加圧されたガスを典型的に使用する振動子スタック500の合致要素305に研磨粒子の流れ403を提供する。IVUSカテーテルにおける使用のための振動子スタックの例では、研磨粒子のサイズは10 μ mから200 μ mの範囲であり、コムギデンブンは又は重炭酸ナトリウム等の軟質研磨を含み、除去領域の深さは一般的に0.1 μ m-10 μ mの範囲であり、加圧されたガスの圧力は40PSI及び140PSIとの間の範囲であり、及び研磨材が吹き飛ばされた領域の面積は一般に整合素子の全表面積である。他の例では、研磨材粒子の適切な大きさ及び硬度、除去領域の深さ、加圧されたガスの圧力、研磨吹付加工の面積は振動子スタックの特定の用途に応じて変わる可能性がある。

【0029】

サブトラクティブ技術は送信をさらに増加させること及び周波数の広い範囲にわたって

10

20

30

40

50

振動子スタックの効率を受け取るために組み合わせて使用することができる。図 7 は除去ブラスト処理かつレーザ除去された整合層 505 を有する振動子スタック 500 を表示する。整合層 505 の表面はレーザ除去される領域 510 - 518 を有することが表示する。図 7 A はレーザ除去されたかつ研磨除去された領域 510、512 を含む振動子スタック 500 の断面図を表示する。

【0030】

図 8 - 図 11 は短時間の電氣的励起に超音波振動子スタックのパルスエコー時間ドメイン及び周波数ドメイン応答に対する整合層除去の効果を表示する。超音波振動子スタックのパルスエコー時間ドメイン及び周波数ドメイン応答の測定は超音波撮像の当業者に知られる。図 8 は整合層 106 の除去の前に振動子スタック 300 の時間ドメインパルスエコー応答 402 を図 4 に表示するように表示する。図 9 は整合層 106 の除去前に振動子スタック 300 の時間ドメインパルスエコー応答 402 に対応するパルスエコー（周波数ドメイン）パワースペクトル 404 を表示する。図 10 は整合層 506 のレーザ除去及び研磨吹付加工後の振動子スタック 500 の時間ドメインパルスエコー応答 412 を図 7 A に示されたように表示する。図 11 は整合層 506 のレーザ切除及び研磨吹付加工後の振動子スタック 500 の時間ドメインパルスエコー応答 412 に対するパルスエコー（周波数領域）のパワースペクトル 414 を表示する。超音波振動子スタックのパルスエコー時間ドメイン及び周波数ドメイン応答に整合要素除去の効果は時間ドメインのパルス長に減少され、中心周波数増加、帯域幅に増加される。これらの効果は超音波装置の改善された画質を提供する。

10

20

【0031】

増加されたバンド幅は複数の周波数で撮像をさらに可能にする。図 12 - 図 15 は除去された整合層 506 を有する振動子スタック 500 のパルスエコー時間ドメイン及び周波数ドメイン応答を図 7 に示されたように表示する。図 12 及び図 13 は第 1 の周波数を有する短時間の電氣的励起のパルスエコー時間ドメイン応答 422 及びパルスエコー（周波数ドメイン）パワースペクトル 424 をそれぞれに表示する。図 14 及び図 15 は第 1 の周波数より低い第 2 の周波数を有する短時間の電氣的励起のパルスエコー時間ドメイン応答 432 及びパルスエコー（周波数ドメイン）パワースペクトル 434 をそれぞれに表示する。最初の周波数、短時間、電氣励起へ振動子のパルスエコー時間ドメイン応答 422 は第二周波数、短時間、電氣励起への振動子のパルスエコー時間ドメイン応答 432 よりも短くなる。最初の周波数、短時間、電氣励起への振動子のパルスエコーパワースペクトル 424 は第二の周波数、短時間、電氣励起への振動子のパルスエコーパワースペクトル 434 より高い中心周波数を有する。より短い時間ドメインパルス及びより高い中心周波数で動作する振動子は良い空間分解能及び浸透の浅い深さで画像化が一般的に可能になる。逆に、より長い時間ドメインパルス及びより低い中心周波数で動作する振動子は浸透の大きな深さ及び低い空間分解能で画像化が可能になる。

30

【0032】

堆積技術は送信を増加させること及び周波数の広い範囲にわたって振動子スタックの効率を受取るためにも使用される。一つの技術では、一つ又は複数のステンシルは整合層の整合層、異なる組成で材料から形成された複数のマッチング領域を有する整合層を形成するために使用される可能性がある。ステンシルはステンレス鋼等の金属から開発される。ステンシルパターンは光化学物質機械加工等の既知のプロセスを用いて製造することができる。ステンシルは円形、矩形、又は三角形を含む様々な形状のもので少なくとも一つの切欠き孔を含む。約 0.5 mm の幅及び約 0.75 mm の長さを有する I V U S カテーテルにおける使用のための振動子スタックの例では、ステンシルの厚さは 0.05 から 1 mm の範囲であり、切欠穴は約 0.025 mm から 0.5 mm までのサイズにおいて変化する可能性がある。他の例では、ステンシルの寸法及び切欠孔のサイズ及び形状は振動子スタックの特定の用途に応じて変化する可能性がある。

40

【0033】

図 16 は I V U S カテーテルに使用される可能性がある振動子スタック上の第 1 の材料

50

を堆積するために使用されるステンシル 600 の一例を、上面図で説明する。ステンシルの長さは約 0.75 mm で、幅は約 0.5 mm で、厚さは約 0.05 mm である。ステンシル 600 は形状が円形において直径が約 0.15 mm である切り孔において 5 つの切欠孔 610 - 618 を含む。

【0034】

図 17 は部分的な整合層 706 を有する整合素子 705 を含む振動子スタック 700 の断面図を表示する。部分的な整合層 706 は第一の材料から形成された整合領域 710、712 を含む。整合領域 710、712 は振動子スタック 700 の上面を共に、図 16 に示されたようにステンシル 600 を整列させることによって形成される。銀の第一体積分率を含むエポキシ等の第一材料は振動子スタック 700 に次に適用される。過剰な第一材料は第一材料が適用された後にカミソリ刃又は他の鋭利な刃の器具を用いてステンシル 600 の上面を掻き取ることによって除去することができる。ステンシル 600 は第 1 材料から形成された整合領域 710、712 を形成する振動子スタック 700 の上面から除去することができる。整合領域 710、712 は追加の材料を堆積させる前に硬化の可能にする。

【0035】

図 18 は第二材料 714 を有する、第一材料から形成された異なる組成、第一材料から整合領域 710、712 を含む振動子スタック 700 の上面に堆積された後の振動子スタック 700 の断面図を表示する。第二材料 714 はターゲット厚さに整合層 706 の厚さを減少させるためにサブトラクティブ手法を適用する前に硬化の可能にする。整合層 706 の厚さは機械加工等の様々な技術によって低減することができる。図 19 は第一材料から形成された整合領域 710、712 及び第二材料から形成された整合領域 714 を含む整合層 706 と整合素子 705 を有する振動子スタック 700 の断面図を表示する。他の例では、一つの整合素子は異なる組成を有する各材料で、二つの材料以上から形成された整合層を含むことは認められる。

【0036】

本出願は送信を高めること及び広範囲の周波数にわたって振動子スタックの効率を受取るために個々に使用され各の方法で、サブトラクティブ及び堆積の多くの技術を開示する。これらの方法のいずれかは振動子スタックの効率をさらに高めるために互いに組み合わせて使用することができることが認められる。例えば、上述したように、図 7 は両方のレーザ除去されたかつ研磨ブラスト加工された整合素子を有する振動子スタックを表示する。別の例では、振動子スタック 700 はレーザ・アブレーション、吹き付け加工のいずれか又はその両方を使用して粗大又は粗面化された整合素子 705 を図 19 に示されたように有する。また別の例では、これらの技術は振動子スタック 120 及び 130 上で図 2 及び図 3 に示されたようにそれぞれに実行される。

【0037】

なお、本出願に開示されるサブトラクティブ及び堆積技法は様々な振動子スタック上に個別又は組み合わせて使用することができる。例えば、これらの技術は図 1 に示されるようにバッキング層 104、単一の活性層 102 を有する能動素子 101、及び単一の整合層 106 を有する整合素子 105 を含む振動子スタック 100 上で実行される。他の例では、これらの技術はバッキング層、一つ以上の活性層を有する能動素子及び、一つ以上の整合層を有する整合素子を含む振動子スタック上で実行される。さらに他の例では、参照として図 19 を用いて、これらの技術は複数の活性層を共に活性素子 101、及び一つの整合層が整合層 706 と同様である複数の整合層を共に整合素子 705 を有する振動子スタック 700 に適用される可能性がある。

【0038】

いくつかの実施例では、超音波振動子が提供される。振動子は第一側部及び第二側部を有する活性素子を含むことができる。振動子は活性素子の第一側に取り付けられたバッキング要素を含むことができる。振動子は活性素子の第二側に取り付けられた整合素子を含むことができる。整合要素は不均一な厚さを有するように粗い又は粗面化された表面を有

することができる。

【0039】

このような超音波振動子は様々な特性を含む。いくつかの実施例では、整合素子の粗い又は粗化表面は複数の凹部を含むことができる。このような実施例では、凹部は除去される領域である可能性がある。いくつかの実施例では、除去される領域は50 μmから500 μmの間の範囲において直径を持つ可能性がある。いくつかの実施例では、マイクロ吹き付け加工の使用によって序協領域は振動子の全ての表面全体までカバーすることができる。いくつかの実施例では、整合素子は少なくとも2つの整合層を含む可能性がある。いくつかの実施例では、活性要素は2つの活性層を含む可能性がある。

【0040】

いくつかの実施例では、超音波振動子が提供される。振動子は第一側部及び第二側部を有する能動素子を含む可能性がある。振動子は活性素子の第一側に取り付けられたバッキング要素を含む可能性がある。振動子は活性素子の第二側にさらに取り付けられた整合素子を含む可能性がある。整合素子は少なくとも1つの整合層を含む可能性がある。整合層のうちの少なくとも1つは少なくとも第一材料から形成された整合領域及び第二材料から形成された整合領域を含む可能性がある。第一及び第二材料は異なる組成を有する材料から形成することができる。

【0041】

このような超音波振動子は様々な特性を含可能性がある。いくつかの実施例では、整合素子表面は粗い又は粗化される可能性がある。このような実施形態では、整合素子は不均一な厚さを有することができる。いくつかの実施例では、粗い又は粗化表面は複数の凹部を含む可能性がある。このような実施例では、凹部は除去される領域である可能性がある。いくつかの実施例では、除去領域は50 μmから500 μmの間の範囲において直径を持つことができる。いくつかの実施例では、マイクロ除去加工の使用によって除去領域は振動子の表面全体までカバーすることができる。いくつかの実施例では、整合素子は少なくとも2つの整合層を含む可能性がある。いくつかの実施例では、活性層は少なくとも2つの活性層を含む可能性がある。

【0042】

いくつかの実施例は超音波振動子の製造方法を提供する。いくつかの実施例は第一側部及び第二側部を有する活性素子を提供することを含む。いくつかの実施例は活性素子の第一側にバッキング要素を提供することを含む。いくつかの実施例は活性素子の第二側に整合素子を形成することを含む。いくつかの実施例は表面が粗い又は粗化表面のように整合素子の表面を形成することを含む。このような実施例では、整合素子は不均一な厚さを有する。

【0043】

超音波振動子を形成するためのこのような方法は様々な工程を含む可能性がある。いくつかの実施例では、少なくとも一つのサブトラクティブ技術は整合素子を形成するために使用される。いくつかの実施例では、少なくとも一つのサブトラクティブ技術はレーザ・アブレーションを含む可能性がある。いくつかの実施例では、少なくとも一つのサブトラクティブ技術はマイクロ研磨吹付を含む可能性がある。いくつかの実施例では、少なくとも一つのサブトラクティブ技術はレーザ・アブレーション及びマイクロ研磨吹付の両方を含む可能性がある。いくつかの実施例では、少なくとも一つのサブトラクティブ技術は機械加工、研削加工、又はエッチングを含む可能性がある。いくつかの実施例では、形成活性素子は少なくとも2つの活性層を形成することを含む可能性がある。いくつかの実施例では、活性素子の形成は少なくとも2つの整合層を形成することを含む可能性がある。

【0044】

いくつかの実施例では、超音波振動子の製造方法が提供される。いくつかの実施例は第一側部及び第二側部を有する活性素子を提供することを含む。いくつかの実施例は活性素子の第一側にバッキング要素を提供することを含む。いくつかの実施例は活性素子の第二側の整合素子を形成することを含む。このような実施例では、整合素子は第一の整合層を

10

20

30

40

50

含むことができる。このような実施例では、第一の整合層は第一材料から形成された第一整合領域、及び第一の材料と異なる組成を有する第二材料から形成された第二の整合領域を含むことができる。

【 0 0 4 5 】

超音波振動子を形成するためのこのような方法は様々な工程を含むことができる。いくつかの実施例では、第一の堆積技術は第一の整合層を形成する際に使用される可能性がある。このような実施例では、第一の堆積技術は活性素子の第二側に隣接する第一ステンシルの整列を含むことができる。このような実施例では、ステンシルは少なくとも一つの切欠孔を有する。いくつかの実施例では、第一材料は第一ステンシルに適用することができる。いくつかの実施例では、第一ステンシルが除去され、第一材料が硬化させる。このよ
10
うな実施例では、硬化した第1材料は整合領域を形成する。いくつかの実施例では、第一堆積技術は第二ステンシルのため繰り返すことができる。いくつかの実施例では、第二堆積技術は第一整合層を形成する際に使用される。このような実施例では、第に堆積技術は整合素子の表面に第二材料の塗布及び第に材料を硬化させることを含むことができる。このよ
20
うな実施例では、硬化した第に材料は第に整合領域を形成する。いくつかの実施例では、第一サブトラクティブ技術は第一整合層を形成するために使用される。このような実施例では、第一サブトラクティブ技術は第一および第に整合領域の厚さが等しくなるまで第一の整合層の厚さを減少させることを含むことができる。いくつかの実施例では、第一サブトラクティブ技術は機械加工、研削加工、又はエッチングを含むことができる。いく
20
つかの実施例では、第二サブトラクティブ技術は整合素子を形成するために使用される。このよ
30
うな実施例では、整合素子は粗いま粗化表面を有する。このような実施例では、整合素子は不均一な厚さを有することができる。いくつかの実施例では、第二サブトラクティブ技術はレーザ・アブレーションを含むことができる。いくつかの実施例では、第二サブトラクティブ技術はマイクロ研磨吹付を含むことができる。いくつかの実施例では、第二サブトラクティブ技術はレーザ・アブレーション、マイクロ研磨吹付の両方を含むことができる。

【 0 0 4 6 】

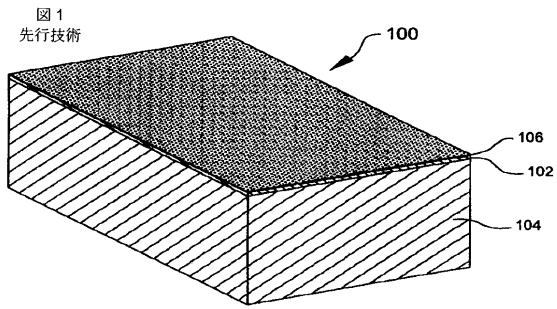
このように、本発明の実施例が開示される。本発明は特定の開示された実施例を参照してかなり詳細に説明したが、開示された実施例は例示の目的のために提示されたものであり、なんら限定を目的とするものではない。本願発明の他の実施例も可能である。当業者は、様々な変更、適応化、及び、修正が本願発明および添付の特許請求の範囲の趣旨から逸脱することなくなされ得ることを理解する。

10

20

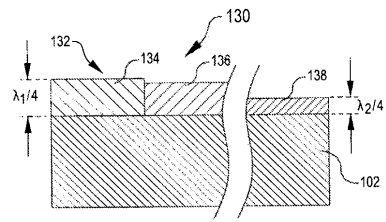
30

【 図 1 】



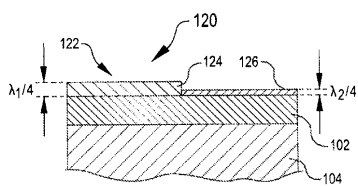
【 図 3 】

図3



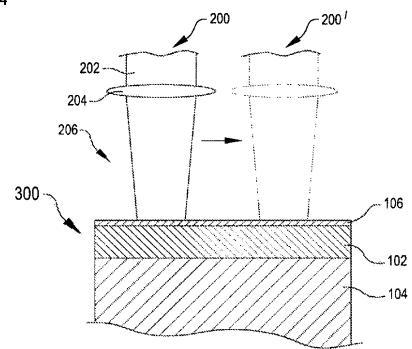
【 図 2 】

図2



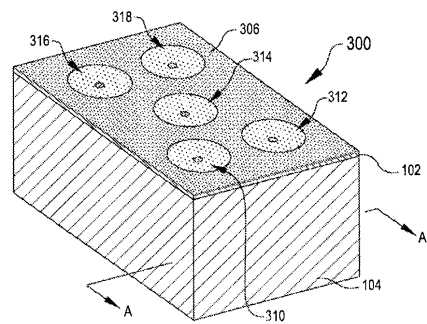
【 図 4 】

図4



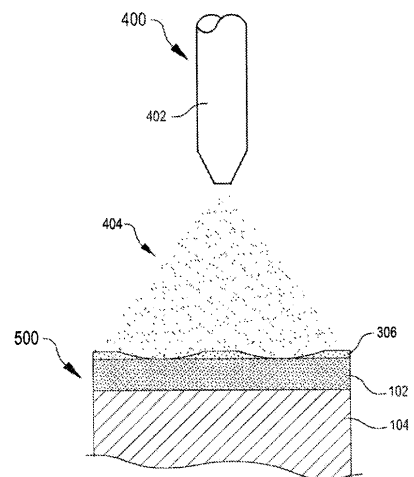
【 図 5 】

図5



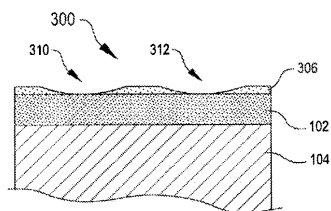
【 図 6 】

図6



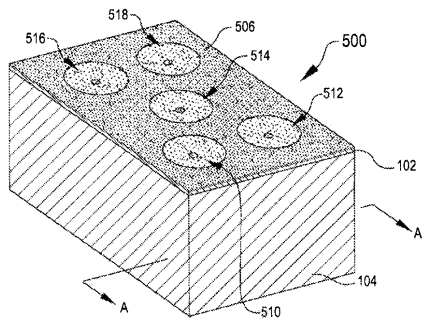
【 図 5 A 】

図5A



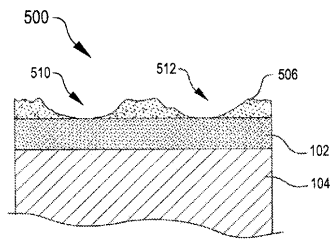
【図 7】

図 7



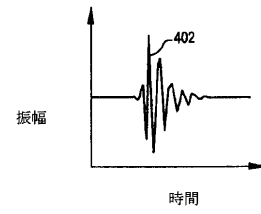
【図 7 A】

図 7A



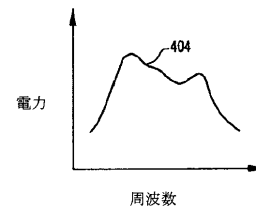
【図 8】

図 8



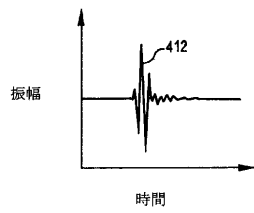
【図 9】

図 9



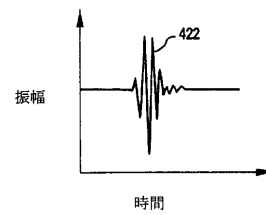
【図 10】

図 10



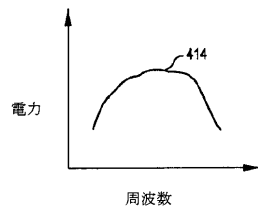
【図 12】

図 12



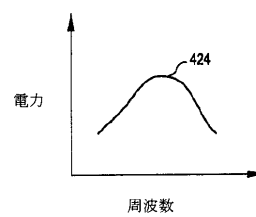
【図 11】

図 11

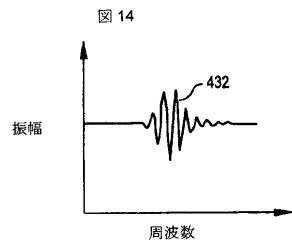


【図 13】

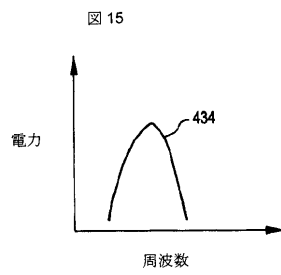
図 13



【 図 1 4 】

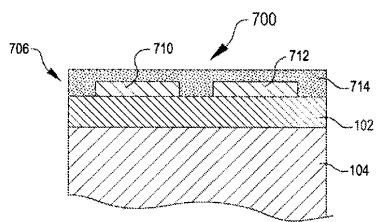


【 図 1 5 】



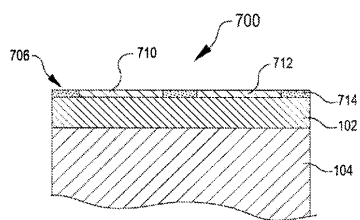
【 図 1 8 】

図18



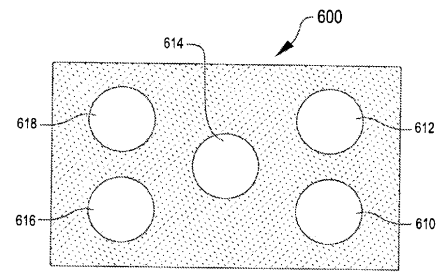
【 図 1 9 】

図19



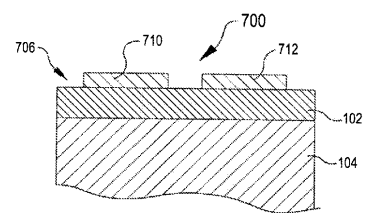
【 図 1 6 】

図16



【 図 1 7 】

図17



【手続補正書】

【提出日】平成29年6月22日(2017.6.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バックング要素と、
該バックング要素の上を覆う活性素子と、
該活性素子の上を覆う整合素子であって、長さ方向に沿った第 1 材料のものであり、該活性素子に面する内面と、
該第 1 材料の長さ方向に沿った、前記内面の反対側にある外面と、
前記長さ方向に沿って均一ではない前記内面から前記外面への規定された厚み、を有する、整合素子と、
を備える超音波振動子。

【請求項 2】

前記第 1 材料は、前記外面において前記長さ方法に沿って異なり、
前記内面において前記長さ方法に沿って一定である組成プロファイルを有する、
請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 3】

前記外面において前記長さ方法に沿って異なる前記組成プロファイルは、前記外面の前記長さに沿って前記第 1 材料の要素の体積濃度の差異を含む、請求項 2 に記載の振動子。

【請求項 4】

前記内面において前記長さ方向に沿って一定である前記組成プロファイルは、前記内面の前記長さに沿って前記第 1 材料の前記要素の同じ体積濃度を含む、請求項 3 に記載の振動子。

【請求項 5】

前記外面の前記長さに沿って前記体積濃度において前記差異を有する前記第 1 材料の前記要素は、銀である、請求項 3 に記載の振動子。

【請求項 6】

前記外面において前記長さ方法に沿って異なる前記組成プロファイルは、前記外面の前記長さに沿って前記第 1 材料の質量密度における差異を含む、請求項 2 に記載の振動子。

【請求項 7】

第 1 上昇および第 2 の異なる上昇は、前記外面における前記長さ方向に沿って規定され、前記内面は、前記長さ方向に沿った共通の上昇である、請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 8】

前記整合素子は、前記内面は、単一整合層に沿って連続的であり、前記外面は、該単一整合層に沿って連続的であるように、前記長さ方向に沿った単一整合層を備える、請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 9】

前記整合素子は、第 1 厚みを有する第 1 領域と、該第 1 厚みより少ない第 2 厚みを有する第 2 領域と、を含み、
前記第 2 領域の前記外面は、磨滅した表面である、
請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 10】

前記第 1 領域は、前記外面に沿った第 1 表面粗さを規定する第 1 テクスチャを含み、
前記第 2 領域は、前記外面に沿った第 2 表面粗さを規定する第 2 テクスチャを含む、
請求項 9 に記載の振動子。

【請求項 1 1】

前記整合素子は、第 1 厚みの第 1 領域と、該第 1 厚みより少ない第 2 厚みの第 2 領域と、を含み、
前記第 2 領域の前記外面は、削摩された表面である、
請求項 1 に記載の振動子。

【請求項 1 2】

超音波振動子を製造する方法であって、該方法は、
バックング要素を供給するステップと、
該バックング要素の上を覆う活性素子を供給するステップと、
該活性素子の上に整合素子を形成するステップであって、前記整合素子は、該活性素子に面する内面と、前記内面の反対側にある外面と、を有する、ステップと、
を含み、
前記整合素子を形成するステップは、前記外面の表面領域を増加するために前記外面の第 1 領域を処理するステップ、を含む、
方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 領域は、前記内面の表面領域より大きいように、前記外面の前記表面領域を増やすために処理される、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記内面および前記外面は、各々、長さ方向に沿った第 1 材料のものであり、
前記内面から前記外面まで規定された前記整合素子の厚みは、均一でない、
請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記外面の前記第 1 領域を処理するステップは、前記外面の前記第 1 領域における前記第 1 材料の組成プロファイルを変更するステップを含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記整合素子を形成するステップは、さらに、更なる処理の結果として、前記外面の前記表面領域をさらに増加するために、前記第 1 材料から間隔をとった前記外面の第 2 領域を処理するステップを含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記整合素子は単一整合層を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記外面の前記第 1 領域を処理するステップは、前記第 1 領域の長さ方向に沿った前記外面の上で、サブトラクティブ処理技術を実行するステップを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第 1 領域の前記長さ方向に沿った前記外面の上で、前記サブトラクティブ処理技術を実行するステップは、前記第 1 領域を削摩するステップを含む、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第 1 領域の前記長さ方向に沿った前記外面の上で、前記削摩するステップを実行するステップは、前記第 1 領域を磨滅するステップを含む請求項 1 9 に記載の方法。

フロントページの続き

(72)発明者 リチャード パウティスタ

アメリカ合衆国，カリフォルニア 9 4 3 0 1，パロ アルト，チャーチル アベニュー 5 4 1

(72)発明者 ロバート ゼレンカ

アメリカ合衆国，カリフォルニア 9 5 0 3 5，ミリピタス，レーシー ドライブ 2 3 5 7

Fターム(参考) 5D019 BB17 GG01 GG06 HH00