

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6337080号  
(P6337080)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.Cl.	F I
H O 4 R 17/00 (2006.01)	H O 4 R 17/00 3 3 O H
C 2 3 C 18/31 (2006.01)	C 2 3 C 18/31 A
C 2 3 C 18/38 (2006.01)	C 2 3 C 18/38
H O 4 R 31/00 (2006.01)	H O 4 R 31/00 3 3 O
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/09

請求項の数 19 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-501070 (P2016-501070)	(73) 特許権者	512006734
(86) (22) 出願日	平成26年3月10日 (2014.3.10)		リコール メディカル インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-514438 (P2016-514438A)		ReCoR Medical, Inc.
(43) 公表日	平成28年5月19日 (2016.5.19)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/022796		303 パロ アルト エル ウェル コート 1049
(87) 国際公開番号	W02014/159273	(74) 代理人	100124039
(87) 国際公開日	平成26年10月2日 (2014.10.2)		弁理士 立花 顕治
審査請求日	平成28年12月2日 (2016.12.2)	(74) 代理人	100156845
(31) 優先権主張番号	61/784,164		弁理士 山田 威一郎
(32) 優先日	平成25年3月14日 (2013.3.14)	(74) 代理人	100124431
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 田中 順也
		(74) 代理人	100112896
			弁理士 松井 宏記

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサーをめっき又はコーティングする方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波トランスデューサーの基礎部材上に少なくとも1つの電極を堆積させる方法であって、

第1のエッチング剤を用いて前記基礎部材の表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、

第1の触媒を用いて前記基礎部材の前記表面に触媒作用を及ぼすことと、

前記基礎部材の前記表面上に銅をめっきすることと、

硫酸溶液を含む第2のエッチング剤を用いて、前記銅めっき面の表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、

第2の触媒を用いて前記銅めっき面に触媒作用を及ぼすことと、

無電解めっき工程を用いて、前記銅めっき面の上にニッケルをめっきすることと、

を含む、超音波トランスデューサーの基礎部材上に少なくとも1つの電極を堆積させる方法。

【請求項 2】

前記基礎部材は、非導電性材料、及び/またはセラミックを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記第1のエッチング剤を用いて基礎部材の表面を少なくとも部分的にエッチングする前に、洗浄剤を用いて前記基礎部材を洗浄することを含む、請求項1または2に記載

の方法。

【請求項 4】

前記ニッケルめっき面の上に金の少なくとも 1 つの層を析出させることを更に含む、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 のエッチング剤は酸を含む、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の触媒及び前記第 2 の触媒のうちの少なくとも一方はパラジウムを含む、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記基礎部材の前記表面に銅をめっきすることは、無電解めっき工程を用いることを含み、または

前記第 2 の触媒は硫酸アニオン系溶液を含み、または

前記銅めっき面の上にニッケルをめっきすることは、高周波ニッケルを含む浴内に前記超音波トランスデューサーを配置することを含み、または

前記ニッケルめっき面の上に金の少なくとも 1 つの層を析出させることは、該ニッケルめっき面に沿って金の単層を浸漬めっきすることを含み、または

前記ニッケルめっき面に沿った金の厚さは、0.1 マイクロインチと 10 マイクロインチとの間であり、または

前記基礎部材の前記表面に沿った銅の厚さは、10 マイクロインチと 25 マイクロインチとの間であり、または

前記銅めっき面に沿ったニッケルの厚さは、100 マイクロインチと 200 マイクロインチとの間であり、または

前記銅、前記ニッケル及び前記金は、前記基礎部材の外表面及び内面に沿って析出し、または

これらのいずれかの組み合わせである、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の方法を用いて、前記超音波トランスデューサーの前記基礎部材の上に堆積した電極を備え、

前記超音波トランスデューサーは円筒状トランスデューサーを含む、超音波トランスデューサー。

【請求項 9】

第 1 のエッチング剤により少なくとも部分的にエッチングされた表面を有する基礎部材と、

前記基礎部材の少なくとも部分的にエッチングされた表面にめっきされた銅の少なくとも 1 つの層であって、銅めっき表面を形成し、該銅めっき表面は硫酸溶液を含む第 2 のエッチング剤により少なくとも部分的にエッチングされている、銅の少なくとも 1 つの層と、

前記少なくとも部分的にエッチングされた銅めっき表面にめっきされたニッケルの少なくとも 1 つの層であって、前記銅の少なくとも 1 つの層は、前記基礎部材と前記ニッケルの少なくとも 1 つの層との間に配置されている、ニッケルの少なくとも 1 つの層と、

前記ニッケルの少なくとも 1 つの層に沿って配置された金の少なくとも 1 つの層と、を備える超音波トランスデューサー。

【請求項 10】

前記銅の少なくとも 1 つの層は、無電解めっき工程を用いて前記基礎部材の前記少なくとも部分的にエッチングされた表面上にめっきされている、請求項 9 に記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 11】

前記ニッケルの少なくとも 1 つの層は、無電解めっき工程を用いて前記少なくとも部分的にエッチングされた銅めっき表面上にめっきされている、請求項 9 または 10 に記載の

10

20

30

40

50

超音波トランスデューサー。

【請求項 1 2】

前記基礎部材は、非導電性材料、及び／またはセラミックを含む、請求項 9 から 1 1 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 1 3】

前記銅の少なくとも 1 つの層の厚さは、1 0 マイクロインチと 2 5 マイクロインチとの間である、請求項 9 ~ 1 2 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 1 4】

前記ニッケルの少なくとも 1 つの層の厚さは、1 0 0 マイクロインチと 2 0 0 マイクロインチとの間である、請求項 9 ~ 1 3 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

10

【請求項 1 5】

前記金の少なくとも 1 つの層の厚さは、0 . 1 マイクロインチと 1 0 マイクロインチとの間である、請求項 9 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 1 6】

前記銅の少なくとも 1 つの層の厚さは、1 0 マイクロインチと 2 5 マイクロインチとの間であり、前記ニッケルの少なくとも 1 つの層の厚さは、1 0 0 マイクロインチと 2 0 0 マイクロインチとの間であり、前記金の少なくとも 1 つの層の厚さは、0 . 1 マイクロインチと 1 0 マイクロインチとの間である、請求項 9 ~ 1 5 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

20

【請求項 1 7】

前記基礎部材は圧電セラミック材料を含む、請求項 9 ~ 1 6 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 1 8】

円筒状トランスデューサーを含む、請求項 9 ~ 1 7 のいずれかに記載の超音波トランスデューサー。

【請求項 1 9】

前記第 1 のエッチング剤はテトラフルオロホウ酸と酢酸塩の溶液、硫酸溶液又は硝酸溶液を含む請求項 1 から 7 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

本出願は、包括的には超音波トランスデューサーに関し、より詳細には、トランスデューサーの電極を生成するためにセラミックチューブ及び／又は他のチューブをめっきするか又は他の方法でコーティングする方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

超音波トランスデューサーは、音響エネルギーを発生させるように電気的に通電される内部電極及び／又は外部電極を有するセラミック基材を備えることができる。したがって、超音波トランスデューサーの表面に電極を配置する方法について、本明細書に開示する。

40

【発明の概要】

【0 0 0 3】

幾つかの実施形態によれば、超音波トランスデューサーの基礎部材上に少なくとも 1 つの電極を堆積させる（例えば、トランスデューサーを作製する）方法は、第 1 のエッチング剤を用いて基礎部材の表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、第 1 の触媒を用いて基礎部材の表面に触媒作用を及ぼすことと、基礎部材の表面上に銅をめっきすることと、第 2 のエッチング剤を用いて、銅めっき面の表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、第 2 の触媒を用いて銅めっき面に触媒作用を及ぼすことと、無電解めっき工程を用いて、銅めっき面の上にニッケルをめっきすることとを含む。幾つかの実施形態では、基礎部材は非導電性材料又は他の非導電性材料を含む。1 つの実施形態では、基礎部

50

材はセラミックを含む。幾つかの実施形態では、本方法は、ニッケルめっき面の上に金の少なくとも1つの層を析出させることを更に含む。

【0004】

幾つかの実施形態によれば、本方法は、第1のエッチング剤を用いて基礎部材の表面を少なくとも部分的にエッチングする前に、洗浄剤を用いて基礎部材を洗浄することを更に含む。1つの実施形態では、洗浄剤は、脱脂剤及びアルコールのうちの少なくとも一方を含む。幾つかの実施形態では、第1のエッチング剤及び第2のエッチング剤のうちの少なくとも一方は酸を含む。幾つかの実施形態では、第1の触媒及び第2の触媒のうちの少なくとも一方はパラジウムを含む。1つの実施形態では、基礎部材の表面に銅をめっきすることは、銅浴内に基礎部材を配置することを含む。

10

【0005】

幾つかの実施形態によれば、本方法は、基礎部材の表面にめっきされた銅を検査することを更に含む。1つの実施形態では、基礎部材の表面にめっきされた銅を検査することは、基礎部材の上にめっきされた銅の厚さを検証することと、基礎部材に沿っためっきの均一性を検証することとのうちの少なくとも一方を含む。幾つかの実施形態では、基礎部材が検査の少なくとも1つの閾値要件を満たさない場合、本方法は、無電解めっき工程を用いて基礎部材の表面上に銅を再めっきすることを更に含む。

【0006】

幾つかの実施形態によれば、基礎部材の表面に銅をめっきすることは、無電解めっき工程及び/又は別のめっき工程を用いることを含む。1つの実施形態では、基礎部材の表面にニッケルをめっきすることは、無電解めっき工程及び/又は別のめっき工程を用いることを含む。

20

【0007】

幾つかの実施形態によれば、第2の触媒は硫酸アニオン系溶液を含む。1つの実施形態では、銅めっき面の上にニッケルをめっきすることは、高純ニッケルを含む浴内に超音波トランスデューサーを配置することを含む。幾つかの実施形態では、ニッケルめっき面の上に金の少なくとも1つの層を析出させることは、ニッケルめっき面に沿って金の単層を浸漬めっきすることを含む。幾つかの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、0.1マイクロインチと10マイクロインチとの間（例えば、0.1マイクロインチ～0.2マイクロインチ、0.2マイクロインチ～0.3マイクロインチ、0.3マイクロインチ～0.4マイクロインチ、0.4マイクロインチ～0.5マイクロインチ、0.5マイクロインチ～0.6マイクロインチ、0.6マイクロインチ～0.7マイクロインチ、0.7マイクロインチ～0.8マイクロインチ、0.8マイクロインチ～0.9マイクロインチ、0.9マイクロインチ～1マイクロインチ、1マイクロインチ～2マイクロインチ、2マイクロインチ～3マイクロインチ、3マイクロインチ～4マイクロインチ、4マイクロインチ～5マイクロインチ、5マイクロインチ～6マイクロインチ、6マイクロインチ～7マイクロインチ、7マイクロインチ～8マイクロインチ、8マイクロインチ～9マイクロインチ、9マイクロインチ～10マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等）である。幾つかの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、0.1マイクロインチ未満であるか又は10マイクロインチより大きい（例えば、10マイクロインチ～15マイクロインチ、15マイクロインチ～20マイクロインチ、20マイクロインチ～30マイクロインチ、30マイクロインチより大きい等）。1つの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、およそ5マイクロインチである。幾つかの実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、10マイクロインチと25マイクロインチとの間である（例えば、10マイクロインチ～12マイクロインチ、12マイクロインチ～14マイクロインチ、14マイクロインチ～16マイクロインチ、16マイクロインチ～18マイクロインチ、18マイクロインチ～20マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等）。1つの実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、およそ15マイクロインチである。他の実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、10マイクロインチ未満である（例えば、0マイクロインチ～1マイクロインチ、1マイクロ

30

40

50

インチ～2マイクロインチ、2マイクロインチ～3マイクロインチ、3マイクロインチ～4マイクロインチ、5マイクロインチ～6マイクロインチ、6マイクロインチ～7マイクロインチ、7マイクロインチ～8マイクロインチ、8マイクロインチ～9マイクロインチ、9マイクロインチ～10マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等)か又は25マイクロインチより大きい(例えば、25マイクロインチ～30マイクロインチ、30マイクロインチ～35マイクロインチ、35マイクロインチ～40マイクロインチ、40マイクロインチ～50マイクロインチ、50マイクロインチ～60マイクロインチ、60マイクロインチ～70マイクロインチ、70マイクロインチ～80マイクロインチ、80マイクロインチ～90マイクロインチ、90マイクロインチ～100マイクロインチ、100マイクロインチより大きい等)。幾つかの実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、100マイクロインチと200マイクロインチとの間である(例えば、100マイクロインチ～110マイクロインチ、110マイクロインチ～120マイクロインチ、120マイクロインチ～130マイクロインチ、130マイクロインチ～140マイクロインチ、140マイクロインチ～150マイクロインチ、150マイクロインチ～160マイクロインチ、160マイクロインチ～170マイクロインチ、170マイクロインチ～180マイクロインチ、180マイクロインチ～190マイクロインチ、190マイクロインチ～200マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等)。

#### 【0008】

1つの実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、およそ150マイクロインチである。他の実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、100マイクロインチ未満である(例えば、0マイクロインチ～10マイクロインチ、10マイクロインチ～20マイクロインチ、20マイクロインチ～30マイクロインチ、30マイクロインチ～40マイクロインチ、40マイクロインチ～50マイクロインチ、50マイクロインチ～60マイクロインチ、60マイクロインチ～70マイクロインチ、70マイクロインチ～80マイクロインチ、80マイクロインチ～90マイクロインチ、90マイクロインチ～100マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等)か又は200マイクロインチより大きい(例えば、200マイクロインチ～210マイクロインチ、210マイクロインチ～220マイクロインチ、220マイクロインチ～230マイクロインチ、230マイクロインチ～240マイクロインチ、240マイクロインチ～250マイクロインチ、250マイクロインチ～300マイクロインチ、300マイクロインチ～400マイクロインチ、400マイクロインチ～500マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ、500マイクロインチより大きい等)。

#### 【0009】

幾つかの実施形態によれば、銅、ニッケル及び金は、基礎部材の外面及び内面の双方に沿って析出する。幾つかの実施形態によれば、基礎部材は圧電セラミック材料を含む。1つの実施形態では、少なくとも1つの電極が、パッチ処理を用いて複数の基礎部材の上に堆積する。幾つかの実施形態では、基礎部材は、ワイヤラックの上に配置される。幾つかの実施形態では、基礎部材は、バレルシステムに配置される。幾つかの実施形態によれば、基礎部材は、より大きいバルク部材から切り取られる。

#### 【0010】

幾つかの実施形態によれば、本明細書に記載される方法を用いて製造される超音波トランスデューサーは、円筒状トランスデューサーを含む。他の実施形態では、超音波トランスデューサーは、非円筒形状を有している(例えば、トランスデューサーは、平坦形状、凹形状、凸形状、湾曲形状、曲線形状、波形状、不規則な形状、正弦曲線形状及び/又は他の任意の形状を有している)。

#### 【0011】

幾つかの実施形態によれば、超音波トランスデューサーは、基礎部材と、基礎部材の表面に沿って配置された銅の少なくとも1つの層と、銅の少なくとも1つの層に沿って配置されたニッケルの少なくとも1つの層であって、銅の少なくとも1つの層は、基礎部材とニッケルの少なくとも1つの層との間に配置されている、ニッケルの少なくとも1つの層

10

20

30

40

50

と、ニッケルの少なくとも１つの層に沿って配置された金の少なくとも１つの層とを備える。

【００１２】

幾つかの実施形態によれば、銅の少なくとも１つの層は、基礎部材の表面の上にめっきされている。幾つかの実施形態では、銅の少なくとも１つの層は、無電解めっき工程を用いて基礎部材の表面の上にめっきされている。幾つかの実施形態では、ニッケルの少なくとも１つの層は、銅の少なくとも１つの層に沿ってめっきされている。１つの実施形態では、ニッケルの少なくとも１つの層は、無電解めっき工程を用いて銅の少なくとも１つの層に沿ってめっきされている。幾つかの実施形態では、基礎部材は、非導電性材料を含む。幾つかの実施形態では、基礎部材は、セラミックを含む。

10

【００１３】

幾つかの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、０．１マイクロインチと１０マイクロインチ（例えば、０．１マイクロインチ～０．２マイクロインチ、０．２マイクロインチ～０．３マイクロインチ、０．３マイクロインチ～０．４マイクロインチ、０．４マイクロインチ～０．５マイクロインチ、０．５マイクロインチ～０．６マイクロインチ、０．６マイクロインチ～０．７マイクロインチ、０．７マイクロインチ～０．８マイクロインチ、０．８マイクロインチ～０．９マイクロインチ、０．９マイクロインチ～１マイクロインチ、１マイクロインチ～２マイクロインチ、２マイクロインチ～３マイクロインチ、３マイクロインチ～４マイクロインチ、４マイクロインチ～５マイクロインチ、５マイクロインチ～６マイクロインチ、６マイクロインチ～７マイクロインチ、７マイクロインチ～８マイクロインチ、８マイクロインチ～９マイクロインチ、９マイクロインチ～１０マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等）との間である。幾つかの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、０．１マイクロインチ未満であるか又は１０マイクロインチより大きい（例えば、１０マイクロインチ～１５マイクロインチ、１５マイクロインチ～２０マイクロインチ、２０マイクロインチ～３０マイクロインチ、３０マイクロインチより大きい等）。１つの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、およそ５マイクロインチである。幾つかの実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、１０マイクロインチと２５マイクロインチとの間である（例えば、１０マイクロインチ～１２マイクロインチ、１２マイクロインチ～１４マイクロインチ、１４マイクロインチ～１６マイクロインチ、１６マイクロインチ～１８マイクロインチ、１８マイクロインチ～２０マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等）。１つの実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、およそ１５マイクロインチである。他の実施形態では、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、１０マイクロインチ未満（例えば、０マイクロインチ～１マイクロインチ、１マイクロインチ～２マイクロインチ、２マイクロインチ～３マイクロインチ、３マイクロインチ～４マイクロインチ、５マイクロインチ～６マイクロインチ、６マイクロインチ～７マイクロインチ、７マイクロインチ～８マイクロインチ、８マイクロインチ～９マイクロインチ、９マイクロインチ～１０マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等）であるか又は２５マイクロインチ（例えば、２５マイクロインチ～３０マイクロインチ、３０マイクロインチ～３５マイクロインチ、３５マイクロインチ～４０マイクロインチ、４０マイクロインチ～５０マイクロインチ、５０マイクロインチ～６０マイクロインチ、６０マイクロインチ～７０マイクロインチ、７０マイクロインチ～８０マイクロインチ、８０マイクロインチ～９０マイクロインチ、９０マイクロインチ～１００マイクロインチ、１００マイクロインチより大きい等）より大きい。幾つかの実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、１００マイクロインチと２００マイクロインチとの間である（例えば、１００マイクロインチ～１１０マイクロインチ、１１０マイクロインチ～１２０マイクロインチ、１２０マイクロインチ～１３０マイクロインチ、１３０マイクロインチ～１４０マイクロインチ、１４０マイクロインチ～１５０マイクロインチ、１５０マイクロインチ～１６０マイクロインチ、１６０マイクロインチ～１７０マイクロインチ、１７０マイクロインチ～１８０マイクロインチ、１８０マイクロインチ～１９０マイクロインチ、１９０マイクロインチ～２００マイクロ

20

30

40

50

ロインチ、上記範囲の間の厚さ等)。

【0014】

1つの実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、およそ150マイクロインチである。他の実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、100マイクロインチ未満(例えば、0マイクロインチ~10マイクロインチ、10マイクロインチ~20マイクロインチ、20マイクロインチ~30マイクロインチ、30マイクロインチ~40マイクロインチ、40マイクロインチ~50マイクロインチ、50マイクロインチ~60マイクロインチ、60マイクロインチ~70マイクロインチ、70マイクロインチ~80マイクロインチ、80マイクロインチ~90マイクロインチ、90マイクロインチ~100マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等)であるか又は200マイクロインチより大きい(例えば、200マイクロインチ~210マイクロインチ、210マイクロインチ~220マイクロインチ、220マイクロインチ~230マイクロインチ、230マイクロインチ~240マイクロインチ、240マイクロインチ~250マイクロインチ、250マイクロインチ~300マイクロインチ、300マイクロインチ~400マイクロインチ、400マイクロインチ~500マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ、500マイクロインチより大きい等)。

10

【0015】

幾つかの実施形態によれば、銅の少なくとも1つの層の厚さは、10マイクロインチと25マイクロインチとの間であり、ニッケルの少なくとも1つの層の厚さは、100マイクロインチと200マイクロインチとの間であり、金の少なくとも1つの層の厚さは、0.1マイクロインチと10マイクロインチとの間である。

20

【0016】

幾つかの実施形態によれば、基礎部材は圧電セラミック材料を含む。1つの実施形態では、トランスデューサーは円筒状トランスデューサーを含む。幾つかの実施形態では、超音波トランスデューサーは、非円筒形状を有している(例えば、トランスデューサーは、平坦形状、凹形状、凸形状、湾曲形状、曲線形状、波形状、不規則な形状、正弦曲線形状及び/又は他の任意の形状を有している)。1つの実施形態によれば、銅の層、ニッケルの層及び金の層は、トランスデューサーの内面及び外面の両方に含まれている。

【0017】

幾つかの実施形態によれば、超音波トランスデューサーの基礎部材の上に少なくとも1つの電極を堆積させる方法は、洗浄剤を用いて基礎部材を洗浄することを含み、基礎部材はセラミック材料を含む。本方法は、第1のエッチング剤(例えば、酸)を用いて基礎部材の表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、第1の触媒(例えば、パラジウムを含む溶液)を用いて基礎部材の表面に触媒作用を及ぼすことと、無電解めっき工程を用いて基礎部材の表面上に銅をめっきすることと、基礎部材の表面上にめっきされた銅を検査することと、第2のエッチング剤(例えば、酸)を用いて銅めっきされた表面を少なくとも部分的にエッチングすることと、第2の触媒(例えば、パラジウムを含む溶液)を用いて銅めっきされた表面に触媒作用を及ぼすことと、無電解めっき工程を用いて銅めっきされた表面上にニッケルをめっきすることと、ニッケルめっきされた表面上に金の少なくとも1つの層を析出させることとを更に含む。

30

40

【0018】

幾つかの実施形態によれば、洗浄剤は、脱脂剤、及び/又はアルコール等を含む。幾つかの実施形態では、第1のエッチング剤及び第2のエッチング剤は、酸(例えば、Citranox、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>等)を含む。幾つかの実施形態では、基礎部材の表面上に銅をめっきすることは、銅浴内に基礎部材を配置することを含む。幾つかの実施形態では、基礎部材の表面上にめっきされた銅を検査することは、基礎部材の上にめっきされた銅の厚さを検証すること、基礎部材に沿っためっきの均一性を検証すること、及び/又は銅めっきの品質及び程度の他の任意の態様を含む。幾つかの実施形態によれば、基礎部材が検査の少なくとも1つの閾値要件を満たさない場合、本方法は、無電解めっき工程を用いて基礎部材の表面上に銅を再めっきすることを更に含む。

50

## 【 0 0 1 9 】

幾つかの実施形態によれば、第2の触媒は硫酸アニオン系溶液を含む。幾つかの実施形態では、銅めっき面の上にニッケルをめっきすることは、高燐ニッケルを含む浴内に超音波トランスデューサーを配置することを含む。幾つかの実施形態では、ニッケルめっき面の上に金の少なくとも1つの層を析出させることは、ニッケルめっき面に沿って金の単層を浸漬めっきすることを含む。

## 【 0 0 2 0 】

幾つかの実施形態によれば、基礎部材の表面に沿った銅の厚さは、およそ10マイクロインチ~20マイクロインチ(例えば、15マイクロインチ、10マイクロインチ~12マイクロインチ、12マイクロインチ~14マイクロインチ、14マイクロインチ~16マイクロインチ、16マイクロインチ~18マイクロインチ、18マイクロインチ~20マイクロインチ等)である。幾つかの実施形態では、銅コーティング面に沿ったニッケルの厚さは、およそ100マイクロインチ~200マイクロインチ(例えば、150マイクロインチ、100マイクロインチ~120マイクロインチ、120マイクロインチ~140マイクロインチ、140マイクロインチ~160マイクロインチ、160マイクロインチ~180マイクロインチ、180マイクロインチ~200マイクロインチ等)である。幾つかの実施形態では、ニッケルコーティング面に沿った金の厚さは、およそ0.1マイクロインチ~10マイクロインチ(例えば、5マイクロインチ、0マイクロインチ~1マイクロインチ、1マイクロインチ~2マイクロインチ、2マイクロインチ~3マイクロインチ、4マイクロインチ~5マイクロインチ等)である。

## 【 0 0 2 1 】

幾つかの実施形態によれば、基礎部材は、円筒形状を有している。幾つかの実施形態では、銅、ニッケル及び金は、基礎部材の外表面及び内面に沿って析出する。一実施形態では、基礎部材は圧電セラミック材料(例えば、PZT)を含む。幾つかの実施形態では、少なくとも1つの電極が、バッチ処理を用いて(例えば、ワイヤラック、バレルシステム等を用いて)複数の基礎部材の上に堆積する。幾つかの実施形態では、基礎部材は、より大きいバルク部材(例えば、長いセラミック円筒)から切り取られる。

## 【 0 0 2 2 】

上記で概要を示しかつ下記でより詳細に示す方法は、専門家(practitioner)(例えば製造業者)がとる幾つかの行動について記載しているが、それらはまた、別の当事者によるそれらの行動の指示も含むことができることが理解されるべきである。したがって、「少なくとも1つの層を析出させる」等の行為は、「少なくとも1つの層を析出させるように指示する」を含む。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 3 】

【図1】1つの実施形態による超音波トランスデューサーの基礎部材に電極を堆積させるフローチャートを概略的に示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 4 】

幾つかの実施形態では、超音波トランスデューサーは、基材を備える円筒形状を含む。こうした基材は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、他の圧電セラミック材料等のセラミックを含むことができる。幾つかの実施形態では、セラミック基材の長い円筒状チューブが、より小さい部分に切断され及び/又は他の方法で加工されて、所望の長さの個々のトランスデューサーが作製される。基礎チューブ部分が生成された後、1つ又は複数の金属めっき工程を用いて、その基礎チューブ部分の上に1つ又は複数の電極を選択的に堆積させることができる。本明細書において考察するように、電極は、1種又は複数種の金属、合金及び/又は他の導電性材料を含むことができる。トランスデューサーめっき方法10の1つの実施形態を、図1のフローチャートに概略的に示す。本明細書に開示する実施形態のいずれにおいても、複数の円筒状チューブを同時に、例えばバッチシステムにおいて前処理しコーティングすることができる。例えば、幾つかの実施形態では、複数



のトランスデューサーチューブが、ラックシステム（例えば、ワイヤラック）、バレルシステム等に配置される。したがって、複数のチューブを、前処理ステップ、めっきステップ及び／又は他の製造ステップの間に１つ又は複数の浴又は溶液内に少なくとも部分的に、同時に浸漬することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

幾つかの実施形態では、本明細書に開示する様々なコーティング方法及び技法を、例えば、平坦面、波状面、凸状面、凹状面又は他の曲線状面、不規則形状面、他の非円筒状面等の、円筒状ではない面に使用することができる。したがって、本明細書に開示する様々なコーティング方法を用いて、円筒状ではない超音波トランスデューサー、及び／又は例えば平坦なトランスデューサー、凹状又は凸状のトランスデューサー、不規則な形状のトランスデューサー等の、円筒形状を有していないトランスデューサー用の電極を生成することができる。

10

#### 【 0 0 2 6 】

##### 洗浄及び初期前処理

幾つかの実施形態では、機械加工油、他の油、グリース、自然塗料若しくは層及び／又は他の材料を使用して、個々のチューブが製作される。したがって、コーティング工程を開始する前にチューブを洗浄し、及び他の方法で前処理する（ 2 0 ）ことが望ましいか又は必要である場合がある。例えば、幾つかの実施形態では、工程は、超音波脱脂剤、アルコール系洗浄剤及び／又は任意の他の洗浄製品若しくは洗浄剤を用いてチューブを脱脂することを含む。上述したように、チューブを、浴（例えば、脱脂液）内に浸漬するか又は他の方法で配置することができる。脱脂剤又は他の洗浄剤に特定の時間（例えば、約 1 分間）さらした後、チューブを取り除いて脱イオン水溶液又は浴に（例えば、約 1 分間）配置して、余分な脱脂剤及び／又は他の洗浄液を除去することができる。他の実施形態では、超音波電極が配置される表面の初期洗浄又は脱脂を、限定されないが化学洗浄、機械洗浄（例えば、研磨、再表面仕上げ等）等を含む、他の任意の方法又は装置を用いて行うことができる。さらに、初期脱脂又は他の初期洗浄段階のための時間は、1 分間未満である（例えば、0 秒間～ 2 0 秒間、2 0 秒間～ 3 0 秒間、3 0 秒間～ 4 0 秒間、4 0 秒間～ 5 0 秒間、5 0 秒間～ 6 0 秒間、上記時間の間の時間等）か、又は 1 分を超える（例えば、1 分間～ 1 . 5 分間、1 . 5 分間～ 2 分間、2 分間～ 3 分間、3 分間～ 4 分間、4 分間～ 5 分間、5 分間～ 1 0 分間、1 0 分間を超える等）ことができる。

20

30

#### 【 0 0 2 7 】

次に、1 つの実施形態では、チューブの表面を、酸洗浄剤及び／又は他のエッチング材料を用いて更に洗浄することができる。例えば、チューブを、C i t r a n o x（商標）溶液又は他の比較的弱酸性溶液内に約 1 分間配置することができる。他の実施形態では、酸洗浄若しくはエッチングステップ又は同様の前処理ステップのための時間は、1 分間未満である（例えば、0 秒間～ 2 0 秒間、2 0 秒間～ 3 0 秒間、3 0 秒間～ 4 0 秒間、4 0 秒間～ 5 0 秒間、5 0 秒間～ 6 0 秒間、上記時間の間の時間等）か、又は 1 分間を超える（例えば、1 分間～ 1 . 5 分間、1 . 5 分間～ 2 分間、2 分間～ 3 分間、3 分間～ 4 分間、4 分間～ 5 分間、5 分間～ 1 0 分間、1 0 分間を超える等）ことができる。これは、チューブの露出した外面（例えば、内側及び外側）から、追加の望ましくない層、コーティング及び／又は材料を除去するのに役立つことができる。幾つかの実施形態では、酸洗浄ステップ（例えば、比較的弱酸を用いる）により、チューブの外面を少なくとも部分的にエッチングするか又は再表面仕上げする。幾つかの実施形態では、水洗（例えば、脱イオン水を用いる）又は別の流体すすぎを用いて、チューブから余分な酸洗浄剤を除去することができる。

40

#### 【 0 0 2 8 】

##### 銅めっきの前処理

幾つかの実施形態では、チューブ又は他のトランスデューサー基礎部材を、最初に銅でめっきする。幾つかの実施形態では、銅めっき工程に先立って 1 つ又は複数の前処理ステップ 2 4 を行うことができる。例えば、例えば H B F 4（例えば、テトラフルオロホウ酸

50

、他のフルオロホウ酸等）及び酢酸塩の10%溶液等の強酸性溶液内にチューブを配置することができる。例えば、塩酸、硫酸、硝酸、他の任意の酸等の1種又は複数種の他の酸を用いることができ、HBF<sub>4</sub>及び酢酸塩に加えて又はその代りに使用することができる。1つの実施形態では、チューブを、この溶液に約90秒間（例えば、60秒間～120秒間、60秒間～70秒間、70秒間～80秒間、80秒間～90秒間、90秒間～100秒間、100秒間～110秒間、110秒間～120秒間、上記時間の間の時間等）さらす。一方、他の実施形態では、このステップ中の露出時間を、特定の工程による要求又は必要に応じて（例えば、必要なエッチングの量、使用される酸のタイプ及び強度等に基づいて）、90秒間より短く又は長くすることができる（例えば、60秒間～90秒間、90秒間～120秒間、30秒間～60秒間、30秒間未満、120秒間を超える等）。10  
正確なプロトコルにも関わらず、こうした露出の結果、チューブの外表面を少なくとも部分的にエッチングすることができる。これは、後続する銅めっきステップを妨げる可能性がある鉛及び/又は他の望ましくない物質を除去するのに役立つことができる。幾つかの実施形態では、エッチングステップ中、チューブの幾何学的形状に対して損傷を与えないように注意を払わなければならない。言い換えれば、過剰な量のエッチングが行われる場合、チューブの円筒形状が変化する可能性があり、それにより、トランスデューサーの音響エネルギープロファイルに悪影響を与える。例えば、チューブが特定の許容レベルの範囲内の円筒状でない場合、トランスデューサーによって放出される音響エネルギーが、半径方向に不均一に送出される可能性がある（例えば、ホットスポット、低エネルギー強度のスポットをもたらす等）。20

#### 【0029】

チューブが適切にエッチングされると、あらゆる余分なエッチング液又はエッチング材を除去するためにチューブをすすぐことができる。例えば、1つの実施形態では、チューブに、1種、2種又はそれより多くの脱イオン水すすぎ及び/又は他の液体系すすぎを行うことができる。例えば、幾つかの実施形態では、チューブに、各々が約30秒間続くことができる2つの別個の脱イオン水すすぎサイクルを行う。一方、他の実施形態では、すすぎ時間は、30秒間未満であるか又は30秒間を超えることができる（例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等）。30

#### 【0030】

幾つかの実施形態では、その後、トランスデューサーチューブに、清浄な銅ダミー負荷（dummy load）溶液、例えばHBF<sub>4</sub>の10%溶液（及び/又は異なる酸、異なる強度及び/又は他の特性を有する別の溶液）を約1分間与える。一方、他の実施形態では、このステップは、1分間未満であるか又は1分間を超えることができる（例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等）。こうしたステップは、チューブの外側面及び内側面を後続する銅めっきステップに対して、より反応しやすくするのに役立つことができる。幾つかの実施形態では、銅を含む1枚若しくは複数枚のシート又は他の部材を、チューブが配置される浴又は溶液内に配置する。例えば、幾つかの実施形態では、1種又は複数種の銅含有構成要素（例えば、板、他の部材等）の表面積の約1/2平方フィートを、実際の銅めっき処置を開始する前の約1分間から5分間、浴内に配置する。40

#### 【0031】

トランスデューサーチューブを、銅ダミー負荷溶液にさらした後、水洗段階の間、すすぐことができる。幾つかの実施形態では、チューブを、例えば、脱イオン水を用いて約30秒間すすぐことができる。一方、他の実施形態では、すすぎ時間は、30秒間未満であるか又は30秒間を超えることができる（例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、60秒間～70秒間、70秒間～80秒間、80秒間～90秒間、90秒間～100秒間、100秒間～110秒間、110秒間～120秒間、上記時間の間の時間、120秒間を超える等）。50

間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等)。

#### 【0032】

##### 銅めっき

続けて図1を参照すると、幾つかの実施形態では、銅めっき前処理ステップに続き、トランスデューサーチューブ又は他のトランスデューサー基礎部材(例えば、板)は、銅めっき工程28に進むことができる。1つの実施形態では、チューブの表面を、後続する1種又は複数種のめっき触媒の塗布のために処理することができる。例えば、チューブ又は他の部材を、増感剤(例えば、Enthone 432)に約1分間さらすことができる。幾つかの構成では、Enthone又は他の前処理溶液を、1つ又は複数のすすぎステップにさらす。例えば、チューブに、各々が約20秒間続くことができる、脱イオン水を用いる2つのすすぎステップを行うことができる。一方、他の実施形態では、増感剤及び任意の後続するすすぎステップにさらされる時間を、上述した時間より短くするか又は長くすることができる。例えば、チューブ又は他の基礎部材を、増感剤に1分間未満又は1分間を超えてさらすことができる(例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等)。同様に、後続するすすぎを、単一ステップ又は複数ステップ(例えば、2、3、4、4を超える等)で行うことができ、このすすぎは、20秒間未満又は20秒間を超えて続くことができる(例えば、0秒間～5秒間、5秒間～10秒間、10秒間～15秒間、15秒間～20秒間、20秒間～25秒間、25秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等)。

#### 【0033】

次に、幾つかの実施形態では、トランスデューサーチューブ又は他のトランスデューサー基礎部材の表面に、パラジウムによって少なくとも部分的に触媒作用を及ぼすことができる。例えば、チューブ又は他の部材を、触媒溶液(例えば、Enthone 440)の浴内に約3分間配置することができる。幾つかの実施形態では、チューブ又は他の基礎部材を、触媒溶液と接触させて3分間未満又は3分間を超えて(例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、5分間～6分間、6分間～7分間、7分間～8分間、8分間～9分間、9分間～10分間、上記時間の間の時間、10分間を超える等)配置することができる。幾つかの実施形態では、パラジウムは、後続するチューブ表面上への銅のめっきに役立つ触媒である。パラジウムの代わりに又はそれに加えて、1種又は複数種の他の触媒を用いることができる。そして、迅速浸漬(quick dip)処置及び/又は他の任意の処置若しくはステップを用いて、余分なパラジウム含有溶液及び/又は他の触媒を除去することができる。

#### 【0034】

トランスデューサーチューブ又は他のトランスデューサー基礎部材の表面が前処理されると、チューブ又は他の基礎部材の上に銅をめっきすることができるよう、チューブ又は他の基礎部材を浴内に(例えば、Enthone 406の溶液、他の銅含有溶液等に)配置することができる。例えば、幾つかの実施形態では、チューブを、こうした浴内に約10分間維持する。幾つかの実施形態では、こうしためっき工程により、チューブに約10マイクロインチ～20マイクロインチ(例えば、10マイクロインチ、11マイクロインチ、12マイクロインチ、13マイクロインチ、14マイクロインチ、15マイクロインチ、16マイクロインチ、17マイクロインチ、18マイクロインチ、19マイクロインチ、20マイクロインチ、上記範囲の間の厚さ等)の銅コーティングをもたらすことができる。一方、幾つかの実施形態では、このステップに対して、チューブ又は他の基礎部材を浴内に10分間未満又は10分間を超えて配置することができる(例えば、0秒間～10秒間、10秒間～20秒間、20秒間～30秒間、30秒間～40秒間、40秒間

～ 50 秒間、50 秒間～ 60 秒間、1 分間～ 2 分間、2 分間～ 3 分間、3 分間～ 4 分間、4 分間～ 5 分間、5 分間～ 6 分間、6 分間～ 7 分間、7 分間～ 8 分間、8 分間～ 9 分間、9 分間～ 10 分間、10 分間～ 11 分間、11 分間～ 12 分間、12 分間～ 13 分間、13 分間～ 14 分間、14 分間～ 15 分間、15 分間～ 20 分間、上記時間の間の時間、20 分間を超える等) 配置することができる。さらに、結果として得られる銅コーティングは、要求又は必要に応じて、10 マイクロインチ未満 (例えば、0 マイクロインチ～ 1 マイクロインチ、1 マイクロインチ～ 2 マイクロインチ、2 マイクロインチ～ 3 マイクロインチ、3 マイクロインチ～ 4 マイクロインチ、4 マイクロインチ～ 5 マイクロインチ、5 マイクロインチ～ 6 マイクロインチ、6 マイクロインチ～ 7 マイクロインチ、7 マイクロインチ～ 8 マイクロインチ、8 マイクロインチ～ 9 マイクロインチ、9 マイクロインチ～ 10 マイクロインチ等) であるか、又は、20 マイクロインチを超える (例えば、20 マイクロインチ～ 25 マイクロインチ、25 マイクロインチ～ 30 マイクロインチ、30 マイクロインチ～ 40 マイクロインチ、40 マイクロインチ～ 50 マイクロインチ、上記寸法の間の寸法、50 マイクロインチを超える等) ことができる。

#### 【0035】

##### 銅めっき検査

幾つかの実施形態では、検査段階 32 の後、銅のめっきが不適切である (例えば、十分なめっき厚さ、不均一なめっき等) と判断された場合、チューブに対して、1 回又は複数回の銅めっきサイクル 28 を行うことができる。したがって、図 1 においてステップ 36 によって概略的に示すように、最初 (例えば、図 1 におけるステップ 20 又はステップ 24) からめっき工程を開始する必要をなくすることができる。工程 10 におけるこの種の短絡ステップ 36 により、製造時間を短縮し、製造プロトコルを簡略化し、1 つ又は複数の利益及び利点を提供することができる。幾つかの実施形態では、変換チューブが破棄される前に、短絡ステップ 36 を、最大約 4 回繰り返すことができる。

#### 【0036】

##### ニッケルめっき前処理

幾つかの実施形態では、銅めっきが十分である場合、その後、チューブ又は他の基礎部材に、1 つ又は複数のニッケルめっきステップを行うことができる。幾つかの実施形態では、銅めっきステップ 28 及び検査ステップ 32 の後、チューブは、ニッケルめっき前処理工程 40 に進むことができる。例えば、チューブを、エッチングステップにさらす前に約 20 分間、脱イオン水及び / 又は他のすすぎ溶液を用いてすすぐことができる。幾つかの実施形態では、銅めっきチューブを、10 %  $H_2SO_4$  溶液及び / 又は他の任意の酸性溶液で、約 30 秒間少なくとも部分的にエッチングすることができる。幾つかの実施形態では、すすぎステップ及び / 又はエッチングステップを、上述したものと異なるものとすることができる。例えば、チューブ又は他の基礎部材を、20 秒間未満又は 20 秒間を超えて (例えば、0 秒間～ 5 秒間、5 秒間～ 10 秒間、10 秒間～ 15 秒間、15 秒間～ 20 秒間、20 秒間～ 25 秒間、30 秒間～ 40 秒間、40 秒間～ 50 秒間、50 秒間～ 60 秒間、1 分間～ 2 分間、2 分間～ 3 分間、3 分間～ 4 分間、4 分間～ 5 分間、上記時間の間の時間、5 分間を超える等)、すすぐことができる。さらに、エッチングステップは、要求又は必要に応じて、30 秒間未満又は 30 秒間を超えて (例えば、0 秒間～ 5 秒間、5 秒間～ 10 秒間、10 秒間～ 15 秒間、15 秒間～ 20 秒間、20 秒間～ 25 秒間、30 秒間～ 40 秒間、40 秒間～ 50 秒間、50 秒間～ 60 秒間、1 分間～ 2 分間、2 分間～ 3 分間、3 分間～ 4 分間、4 分間～ 5 分間、上記時間の間の時間、5 分間を超える等) 続くことができる。 $H_2SO_4$  及び / 又は他の酸性溶液の使用により、幾つかの実施形態では、先行する銅めっきステップで使用された硫酸アニオンに対してより優れた適合を提供することができる、それによりニッケルめっき工程が容易になる。

#### 【0037】

幾つかの実施形態では、銅めっきチューブは、エッチングされると、パラジウム触媒溶液 (例えば、Techni Catalyst AT4000) 及び / 又は別の触媒溶液若しくは混合液にさらすことができる。例えば、チューブを、パラジウム触媒溶液内に約 2

10

20

30

40

50

分間配置することができる。幾つかの実施形態では、チューブを、要求又は必要に応じて、2分間未満又は2分間を超えて（例えば、0秒間～5秒間、5秒間～10秒間、10秒間～15秒間、15秒間～20秒間、20秒間～25秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等）、触媒内に配置することができる。幾つかの実施形態では、パラジウム触媒溶液は、硫酸イオン活性剤を含む。幾つかの実施形態では、パラジウム触媒溶液は、塩化イオン活性剤を含まない。パラジウム触媒にさらした後、銅ダミー負荷を終了することができ、いかなる余分なパラジウム触媒溶液も除去する（例えば、迅速浸漬処理を用いて脱イオンを用いて）ように、チューブをすすぐことができる。

10

#### 【0038】

##### ニッケルめっき

幾つかの実施形態では、トランスデューサーチューブは、その後、ニッケルめっき工程44に進むことができる。例えば、チューブ又は他の基礎部材を、ニッケル溶液内におよそ15分間配置することができる。幾つかの実施形態では、チューブ又は他の基礎部材を、ニッケル溶液内に、要求又は必要に応じて15分間未満又は15分間を超えて（例えば、0分間～5分間、5分間～10分間、10分間～15分間、15分間～20分間、20分間～25分間、30分間～40分間、40分間～50分間、50分間～60分間、1時間～2時間、2時間～3時間、3時間～4時間、4時間～5時間、上記時間の間の時間、5時間を超える等）、配置することができる。幾つかの実施形態では、ニッケル溶液は、高燐ニッケル溶液（例えば、NICHEM 5100）を含む。こうしたニッケル溶液にさらした結果として、幾つかの実施形態では、ニッケルの約100マイクロインチ～200マイクロインチ（例えば、150マイクロインチ）を、トランスデューサーチューブ又は他の基礎部材の外面に（例えば、電気めっきされた銅層にわたって）電気めっきすることができる。ニッケルが、トランスデューサーチューブの外面に適切にめっきされた後、チューブ又は他の部材を脱イオン水で（例えば、約20秒間）すすぐことにより、余分なニッケル溶液を除去することができる。他の実施形態では、すすぎステップ又は他の基礎部材は、要求及び必要に応じて、20秒間未満又は20秒間を超えて（例えば、0秒間～5秒間、5秒間～10秒間、10秒間～15秒間、15秒間～20秒間、20秒間～25秒間、30秒間～40秒間、40秒間～50秒間、50秒間～60秒間、1分間～2分間、2分間～3分間、3分間～4分間、4分間～5分間、上記時間の間の時間、5分間を超える等）、続くことができる。

20

30

#### 【0039】

##### 金浸漬めっき（immersion）

幾つかの実施形態では、金の層（及び/又は別の金属若しくは合金コーティング）を、トランスデューサーチューブにめっきされた銅層及びニッケル層の外側に沿って配置する（48）ことができる。例えば、金を、チューブの外側に単層として浸漬めっきすることができる。他の実施形態では、要求又は必要に応じて、金の2つ以上（例えば、2、3、4以上等）の層が用いられる。幾つかの実施形態では、チューブに対して、金（例えば、OMG Fidelity 9027 + 金カリウム（potassium gold））の浸漬めっきが約2分間行われる。こうした浸漬めっき層を用いることにより、円筒の表面上への、特に比較的小さい円筒の内面内の金の電解めっきから複雑な問題がもたらされる可能性をなくすか又は低減させることができる。したがって、幾つかの実施形態では、金は、電解工程を用いることなくトランスデューサーチューブの上に配置される。幾つかの実施形態では、チューブの上に（例えば、銅層及びニッケル層の外側に沿って）析出する金単層の厚さは、約2マイクロインチ～10マイクロインチ（例えば、5マイクロインチ）である。金浸漬めっき工程に続き、脱イオン水すすぎを用いて（例えば、約20秒間）チューブの外側からあらゆる余分の金を除去することができる。

40

#### 【0040】

##### 乾燥及び完了

50

幾つかの実施形態によれば、トランスデューサーチューブの外側に沿って、銅、ニッケル、金及び／又は他の任意の材料の所望の層が配置された後、チューブに対して、１つ又は複数の仕上げステップ５２を行うことができる。例えば、アルコールすすぎ液（例えば、イソプロピルアルコールを含む）を用いて、あらゆる余分な水を除去し、チューブの外面の乾燥を容易にすることができる。最後に、幾つかの実施形態では、チューブを乾燥炉又は他の熱環境に配置してアルコールを除去しチューブを乾燥させることができる。

#### 【００４１】

本明細書に開示する様々な実施形態によってめっき及び／又は他の方法でコーティングされたトランスデューサーチューブは、例えば、銅基層、ニッケル中間層及び金外層等の３つの異なる金属を含むことができる。幾つかの実施形態では、チューブの上に配置される様々な金属の厚さを、約１５０マイクロインチ～２００マイクロインチとすることができる。例えば、一実施形態では、トランスデューサーは、それぞれ厚さが約１５マイクロインチ、１５０マイクロインチ及び５マイクロインチである銅の基層、ニッケルの中間層及び金の外層を含むことができる。他の実施形態では、要求又は必要に応じて、１つ又は複数の層の厚さを変更することができる。

#### 【００４２】

あり得る超音波トランスデューサー設計及び実施形態に関する（例えば、構造的にかつ動作的に）更なる詳細は、２００１年７月１３日に米国特許出願公開第２００２／００６８８８５号として公開された米国特許出願第１１／２６７，１２３号、２００１年７月１３日に米国特許出願第２００３年１０月２１日に米国特許第６，６３５，０５４号として発行された米国特許出願第０９／９０５，２２７号、２００１年７月１３日に米国特許出願第２００４年７月２０日に米国特許第６，７６３，７２２号として発行された米国特許出願第０９／９０４，６２０号、２００４年２月２０日に米国特許出願第２０１０年１１月２３日に米国特許第７，８３７，６７６号として発行された米国特許出願第１０／７８３，３１０号、２０１０年２月３日に米国特許出願第２０１０年５月２７日に米国特許出願公開第２０１０／０１３０８９２号として公開された米国特許出願第１２／２２７，５０８号、２００３年６月３０日に米国特許出願第２００４年４月２９日に米国特許出願公開第２００４／００８２８５９号として公開された米国特許出願第１０／６１１，８３８号、２０１１年２月１８日に米国特許出願第２０１２年８月２３日に国際公開第２０１２／１１２１６５号として公開された国際出願ＰＣＴ／ＵＳ２０１１／０２５５４３号において提供されている。全ての上記出願の全体は、引用することにより本明細書に組み込まれ、本出願の一部をなす。

#### 【００４３】

開示された実施形態の説明に役立たせるために、「上方」、「上側」、「下」、「下方」、「下側」、「後」、「前」、「垂直」、「水平」、「上流」、「下流」等の語を種々の実施形態及び／又は添付の図面を説明するのに上記で用いてきた。しかしながら、図示されているかどうかにかかわらず、種々の実施形態は、多様な所望の位置に位置付けるとともに方向を合わせることができることが理解されるであろう。

#### 【００４４】

幾つかの実施形態及び実施例が本明細書中で開示されているが、本出願は、本発明の他の代替的な実施形態及び／又は使用、並びに本発明の改変物及び均等物に対して特に開示された実施形態外に及ぶ。実施形態の特定の特徴及び態様の種々の組合せ又は細部の組合せを行うことができ、なおもそれらの組合せは本発明の範囲内にあるものとすることができることも意図される。したがって、開示された実施形態の種々の特徴及び態様を、開示された発明の様々な形態をなすために、互いと組み合わせるか又は互いに置き換えることができることが理解されるべきである。したがって、本明細書中で開示されている本発明の範囲は、上述した特定の開示された実施形態に限定されるべきではなく、添付の特許請求の範囲の適正な解釈によってのみ定められるべきであることが意図される。

#### 【００４５】

本発明は種々の変更及び代替形態を可能にすることができるが、それらの特定の例を図

10

20

30

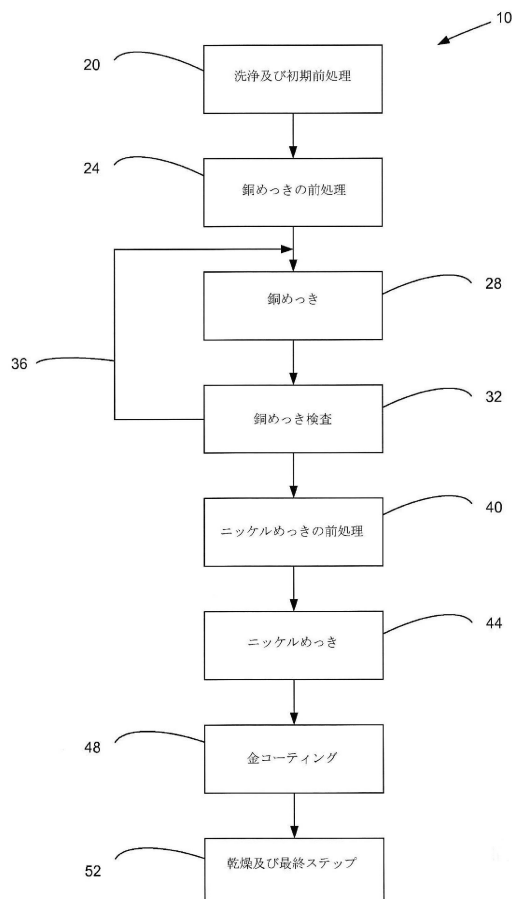
40

50

面において示し、本明細書において詳細に説明を行ってきた。しかしながら、本発明は、開示されている特定の形態又は方法に限定されることを意図されず、逆に、記載されている種々の実施形態及び添付の特許請求の範囲の趣旨及び範囲内にある全ての変更物、均等物及び代替物を包含するものであることを理解されたい。本明細書に開示されている方法はいずれも、記載順で行われる必要はない。本明細書に開示されている方法は、専門家がとる幾つかの措置を含むが、明確に又は示唆的に、それらの措置の第三者の指示をいずれも含むこともできる。例えば、「少なくとも1つの層を析出させる」等の行為は、「少なくとも1つの層を析出させるように指示する」を含む。本明細書において開示された範囲は、ありとあらゆる重複、部分的範囲及びそれらの組合せも包含する。「まで」、「少なくとも」、「を超える」、「未満」、「の間」等の語は記載の数字を含む。「約」又は「およそ」等の用語が先行する数字は、記載の数字を含む。例えば、「約10 mm」は「10 mm」を含む。「実質的に」等の語が先行する用語又は句は、記載の用語又は句を含む。例えば、「実質的に平行な」は「平行」を含む。

10

【図1】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

**H 0 1 L 41/113 (2006.01)**  
**H 0 1 L 41/047 (2006.01)**  
**H 0 1 L 41/29 (2013.01)**  
**C 2 3 C 18/18 (2006.01)**

H 0 1 L 41/113  
H 0 1 L 41/047  
H 0 1 L 41/29  
C 2 3 C 18/18

(74)代理人 100179213

弁理士 山下 未知子

(74)代理人 100170542

弁理士 榊田 剛

(72)発明者 テイラー ケヴィン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 4 0 3 サン マテオトゥエンティサード アベニュー  
2 3 8

(72)発明者 チャンドラー ポール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 6 0 サンタ クルーズ クォリィ レーン 2 0 9

審査官 大石 剛

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 1 1 1 2 6 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 4 / 0 9 1 2 5 5 ( W O , A 1 )

特開 2 0 0 6 - 1 6 1 1 1 6 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 1 7 5 3 5 9 ( U S , A 1 )

特表平 1 0 - 5 0 7 2 2 9 ( J P , A )

特開 2 0 1 1 - 2 1 9 8 2 8 ( J P , A )

特開 2 0 0 6 - 1 5 2 4 3 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C 2 3 C 1 8 / 1 8

C 2 3 C 1 8 / 3 1

C 2 3 C 1 8 / 3 8

H 0 1 L 4 1 / 0 4 7

H 0 1 L 4 1 / 0 9

H 0 1 L 4 1 / 1 1 3

H 0 1 L 4 1 / 2 9

H 0 4 R 1 7 / 0 0

H 0 4 R 3 1 / 0 0