

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5373815号  
(P5373815)

(45) 発行日 平成25年12月18日 (2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日 (2013.9.27)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 R 17/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 O J
HO 4 R 31/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 O H
	HO 4 R 31/00 3 3 O
	HO 4 R 17/00 3 3 2 A

請求項の数 20 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-539682 (P2010-539682)	(73) 特許権者	506192652
(86) (22) 出願日	平成20年12月15日 (2008.12.15)		ボストン サイエントフィック サイム
(65) 公表番号	特表2011-507457 (P2011-507457A)		ド、インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成23年3月3日 (2011.3.3)		BOSTON SCIENTIFIC S
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/086853		CIMED, INC.
(87) 国際公開番号	W02009/079467		アメリカ合衆国 55311-1566
(87) 国際公開日	平成21年6月25日 (2009.6.25)		ミネソタ州 メープル グローブ ワン
審査請求日	平成23年12月13日 (2011.12.13)		シメッド プレイス (番地なし)
(31) 優先権主張番号	11/959,104	(74) 代理人	100092093
(32) 優先日	平成19年12月18日 (2007.12.18)		弁理士 辻居 幸一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ用複合受動材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

能動音響素子と、

前記能動音響素子に取り付けられた受動層と、を有し、

前記受動層は、フォトレジスト材料の層と、前記フォトレジスト材料の層の中に埋込まれた複数の導電性の柱とを含む、超音波トランスデューサ。

【請求項 2】

前記能動音響素子は、圧電素子を含む、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 3】

前記複数の導電性の柱は、前記能動音響素子の音響放射面に対して実質的に垂直に差し向けられる、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。 10

【請求項 4】

前記複数の導電性の柱は、金属柱を含む、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 5】

前記複数の導電性の柱のうちの少なくとも 1 つは、前記受動層の厚さを横切って延びる、請求項 4 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 6】

前記受動層は、前記能動音響素子からの超音波エネルギーを音響的に結合する整合層を形成する、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 7】

更に、前記受動層の表面上に堆積させた電極を有し、前記電極は、前記複数の導電性の柱のうちの少なくとも1つを介して前記能動音響素子に電氣的に結合される、請求項1に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項8】

複数の能動音響素子と、

前記複数の能動音響素子に取付けられた受動層と、を有し、

前記受動層は、フォトレジスト材料の層と、前記フォトレジスト材料の層の中に埋込まれた複数の導電性の柱とを含む、超音波トランスデューサアレイ。

【請求項9】

前記能動音響素子は、圧電素子を含む、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

10

【請求項10】

前記複数の導電性の柱は、前記能動音響素子の音響放射面に対して実質的に垂直に差し向けられる、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項11】

前記複数の導電性の柱は、金属柱を含む、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項12】

前記複数の導電性の柱のうちの少なくとも1つは、前記受動層の厚さを横切って延びる、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

20

【請求項13】

前記受動層は、前記複数の能動音響素子の下における超音波エネルギーの伝搬を減衰させるバッキング層を形成する、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項14】

更に、前記受動層の表面上に堆積させた複数の電極を有し、前記電極の各々は、前記導電性の柱のうちの少なくとも1つを介して前記複数の能動音響素子に電氣的に結合される、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項15】

前記電極の各々は、前記複数の能動音響素子のうちの異なる1つに電氣的に結合される、請求項14に記載の超音波トランスデューサアレイ。

30

【請求項16】

更に、前記複数の導電性の柱のうちの少なくとも1つを介して前記複数の能動音響素子のうちの少なくとも1つに電氣的に結合されたICチップを有する、請求項8に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項17】

前記ICチップは、前記受動層に結合され、前記受動層及び前記複数の能動音響素子は、前記ICチップの上に配置される、請求項16に記載の超音波トランスデューサアレイ。

【請求項18】

前記ICチップは、複数の電気接点を有し、前記電気接点の各々は、前記複数の導電性の柱のうちの少なくとも1つを介して、前記超音波トランスデューサアレイ内の前記複数の能動音響素子のうちの異なる1つに電氣的に結合される、請求項16に記載の超音波トランスデューサアレイ。

40

【請求項19】

トランスデューサを製造する方法であって、

フォトレジスト層を能動音響素子の上にコーティングする工程と、

前記フォトレジスト層を、マスクを介して光に露出させ、パターンを前記マスクから前記フォトレジスト層に転写する工程と、

転写された前記パターンに基づいて前記フォトレジスト層の一部を除去して、前記フォトレジスト層に複数の凹部を形成する工程と、

50

導電性材料を前記凹部に堆積させて、前記フォトリソ層に埋込まれた導電性の柱を形成する工程と、を有する方法。

【請求項 20】

更に、前記導電性の柱を形成した後に前記フォトリソ層を硬化させる工程を有する、請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2007年12月18日に出願された米国特許出願第11/959,104号に基づく優先権を主張し、この米国特許出願全体を本明細書に援用する。

10

【0002】

本発明は、超音波トランスデューサに関し、特に、超音波トランスデューサ用の複合受動材料に関する。

【背景技術】

【0003】

超音波トランスデューサは、典型的には、トランスデューサの適用例に応じた積重ね多数層として製造される。図1(a)及び図1(b)は、典型的な超音波トランスデューサを示す。各トランスデューサは、下から上に、バッキング層(裏層)30、底面電極層17、能動素子層(例えば、圧電素子又はPZT)10、上面電極層13、整合層(又は多数の整合層)20及びレンズ層(焦点合わせ型トランスデューサ用)35,45を有している。レンズは、凸レンズ35であってもよいし、凹レンズ45であってもよい。バッキング層、整合層及びレンズ層は全て、トランスデューサの性能を向上させ且つ最適化するのに用いられる受動材料である。バッキング層は、超音波放射がトランスデューサの上面から差し向けられるように、トランスデューサの底面から伝搬する超音波エネルギーを減衰させるのに用いられ、整合層は、トランスデューサと周囲環境との間の音響的結合を促進するために用いられる。種々のトランスデューサ設計(異なるサイズ、周波数、適用例等)は、異なる音響特性を有する受動材料を必要とする。従って、製造可能性及び処理方法との適合性を維持しながら一貫した性能を発揮させるために、これらの材料の音響特性を制御する効果的な方法の要望がある。

20

【0004】

30

受動層の音響特性を制御する普通の方法は、種々の充填材を種々の量でエポキシ又はポリマーに添加して、マトリックス(母材)を形成することである。普通の充填材は、(例えば、粉末形態の)タングステン、アルミナ及び銀を含む。例えば、銀は、絶縁性のエポキシを導電性にするために、非常に大量に用いられる。タングステン及びアルミナは、充填材とエポキシマトリックスの密度を変化させることによって、受動層の音響インピーダンスを制御するのに用いられる。充填材を用いる方法は、融通性、簡単及びコストの面で幾つかの利点を有しているけれども、この方法は、幾つかの欠点もある。充填材を用いる方法は、音響インピーダンスを、或る点まで増大させることができるに過ぎず、その後は、エポキシが飽和し、どんな追加の充填材とも混合しない。また、エポキシを硬化させる前、充填材は、エポキシ内を動き回り、それにより、エポキシ中における充填材の最終的な分布を制御することを困難にする。タングステン及びアルミナに関するもう1つの欠点は、複合材料が非導電性のままであることである。別の欠点は、多くの場合、受動層の組成を変えると、その製造可能性に影響を及ぼすことである。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これら欠点のうちの幾つかは、加工工程を追加することによって、又は、新規な混合技術、注型技術及び製造技術を用いることによって、解決できる。しかしながら、これらの技術を用いると、充填材とエポキシのマトリックスを用いることの主要な利点である簡単及び融通性がなくなる。

50

## 【 0 0 0 6 】

従って、性能又はコストを犠牲にすることなしに、高い融通性及び製造可能性を有する受動層及び製造方法の要望がある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

本明細書において、現在のマイクロ加工技術を用いて、超音波トランスデューサの適用例の要望に容易に合わせることができる音響特性を有する、超音波トランスデューサ用の複合受動層を提供する。

## 【 0 0 0 8 】

1つの実施形態では、受動層は、ポリマーマトリックス又はその他の材料に埋込まれた金属柱を有する。受動層の音響特性は、受動層の金属とポリマーの体積割合に依存し、この体積割合は、現在のマイクロ加工技術、例えば、集積回路（IC）の製造技術を用いて容易に制御される。更に、埋込まれた金属柱は、受動層の中を通る電気伝導を付与し、それにより、受動層を介して超音波トランスデューサの能動素子（例えば、圧電素子）への電気接続を行うことができる。例示の実施形態では、埋込まれた金属柱が1つの方向線に沿って伝導を行うので、受動層を介するトランスデューサアレイの種々の能動素子への別々の電気接続を行うのに、金属柱を使用することができる。

## 【 0 0 0 9 】

1つの実施形態では、例えばスピンコーティング法を利用して、フォトレジストを付着させることによって、受動層を製造する。スピンコーティング法は、フォトレジストの粘度及びスピンパラメータを変化させることによって、フォトレジストの厚さを正確に制御することを可能にする。次いで、フォトレジストを、マスクを介してUV光に露出させ、パターンをマスクからフォトレジストに転写する。次いで、例えば現像液を用いて、フォトレジストの部分を、パターンに基づいて選択的に除去する。次いで、フォトレジストを除去した領域に、金属を堆積させ、受動層の金属柱を形成する。金属柱の間隔、配列及び寸法をマスクパターンによって正確に制御することができるので、この製造方法により、金属とポリマーの体積割合、従って、受動層の音響特性を容易に制御することができる。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の他のシステム、方法、特徴及び利点は、添付図面及び詳細な説明の説明時に当業者に明らかであり又は明らかになる。全てのかかる追加のシステム、方法、特徴、及び利点は、本明細書内に含まれ、本発明の範囲内に含まれ、特許請求の範囲によって保護されるものである。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の上述した利点及び目的、並びに、その他の利点及び目的がどのように達成されるかを一層良く理解するために、概略的に上述した本発明のより詳細な説明を、添付図面に示す特定の実施形態を参照して行う。本発明の原理を説明する際、図中の構成要素は、必ずしも縮尺通りではなく、強調が行われていることに注意すべきである。更に、図において、同様の参照符号は、異なる図にわたって一致する部分を示す。しかしながら、同様の部品が常に同様の参照符号を有しているわけではない。更に、すべての例示は、概念を示すものであり、相対的な寸法形状及びその他の詳細な属性は、概略的に示され、文字通りではなく、また、正確ではない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 2 】

【図1（a）】凸レンズを含む積重ね層を有する従来技術の超音波トランスデューサを示す図である。

【図1（b）】凸レンズを含む積重ね層を有する従来技術の超音波トランスデューサを示す図である。

【図2】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを示す図である。

【図3】本発明の別の例示の実施形態によるトランスデューサを示す図である。

【図4】本発明の更に別の例示の実施形態によるトランスデューサを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5 ( a )】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを製造するプロセス工程を示す図である。

【図 5 ( b )】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを製造するプロセス工程を示す図である。

【図 5 ( c )】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを製造するプロセス工程を示す図である。

【図 5 ( d )】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを製造するプロセス工程を示す図である。

【図 5 ( e )】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサを製造するプロセス工程を示す図である。

10

【図 6】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサに連結されたリード線を示す図である。

【図 7】本発明の例示の実施形態によるトランスデューサアレイの分解図である。

【図 8】本発明の別の例示の実施形態によるトランスデューサアレイの分解図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図 2 は、本発明の実施形態による例示の超音波トランスデューサ 1 0 4 を示す。トランスデューサ 1 0 5 は、圧電素子等の能動素子 1 1 0 と、能動素子 1 1 0 の上面及び底面にそれぞれ堆積させた上面電極 1 1 3 及び底面電極 1 1 7 を有している。電極 1 1 3 , 1 1 7 は、金、クロム又はその他の導電性材料の薄い層を含むのがよい。トランスデューサの放出面は、正方形であってもよいし、円形であってもよいし、その他の形状であってもよい。

20

【 0 0 1 4 】

トランスデューサ 1 0 5 は、更に、能動素子 1 1 0 の上面に位置する整合層 1 2 0 を有している。整合層 1 2 0 は、ポリマーマトリックス 1 2 7 又はその他の材料に埋込まれた複数の金属柱 1 2 3 を有している。整合層 1 2 0 の音響特性は、整合層 1 2 0 の金属とポリマーの体積割合に依存する。一般的には、金属の体積割合が増大すると、音響インピーダンスが増大する。他の材料では、音響特性は、金属と金属柱が埋込まれる材料の体積割合に依存する。以下に説明するように、金属とポリマーの体積割合は、現在のマイクロ製造技術、例えば IC 及び MEMS の加工又は製造技術を用いて、容易に制御される。金属とポリマーの体積割合を容易に制御することができるので、現在の製造技術を用いて、整合層 1 2 0 の音響特性をトランスデューサ適用例の要望に容易に合わせることがきる。トランスデューサ 1 0 5 はまた、バッキング層 1 3 0 を能動素子 1 1 0 の下に有している。

30

【 0 0 1 5 】

図 3 は、本発明の別の実施形態による例示の超音波トランスデューサ 2 0 5 を示す。前の実施形態と同様、トランスデューサ 2 0 5 は、圧電素子等の能動素子 1 1 0 と、能動素子 1 1 0 の上面及び底面にそれぞれ堆積させた上面電極 1 1 3 及び底面電極 1 1 7 を有している。トランスデューサ 2 0 5 は、能動素子 1 1 0 の上面に付着させた整合層 2 2 0 を更に有している。

【 0 0 1 6 】

40

トランスデューサ 2 0 5 は、更に、バッキング層 2 3 0 を能動素子 1 1 0 の下に有している。バッキング層 2 3 0 は、ポリマーマトリックス 2 3 7 又はその他の材料に埋込まれた複数の金属柱 2 3 3 を有している。バッキング層 2 3 0 の音響特性は、バッキング層 2 3 0 の金属とポリマーの体積割合に依存し、金属とポリマーの体積割合は、現在のマイクロ加工技術、例えば IC 及び MEMS の加工又は製造技術を用いて、容易に制御される。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、本発明の更に別の実施形態による例示の超音波トランスデューサを示す。この実施形態では、整合層 3 2 0 は、ポリマーマトリックス 3 2 7 又はその他の材料に埋込まれた複数の金属柱 3 2 3 を有している。同様に、バッキング層 3 3 0 は、ポリマーマトリックス 3 3 7 又はその他の材料に埋込まれた複数の金属柱 3 3 3 を有している。

50

## 【 0 0 1 8 】

次に、図 5 ( a ) ~ 図 5 ( e ) を参照して、例示の実施形態によるトランスデューサを製造するための処理工程を説明する。この例では、整合層を能動素子の上に製造する。しかしながら、処理工程を、トランスデューサのバッキング層又はその他の受動層 (passive layer) を製造するのに利用してもよいことを理解すべきである。

## 【 0 0 1 9 】

図 5 ( a ) は、能動素子 1 1 0、例えば圧電素子を示し、能動素子 1 1 0 は、上面電極 1 1 3 及び底面電極 1 1 7、例えば、金メッキされたクロム電極を有している。

## 【 0 0 2 0 】

図 5 ( b ) では、スピンコーティング又はスプレーコーティング法を用いて、感光性ポリマー又はエポキシ 4 2 7 の層を能動素子 1 1 0 の上面に付着させる。その他のコーティング法を利用してもよい。この例では、スピンコーティングを用いて、感光性ポリマー又はエポキシ 4 2 7 の層を付着させる。所望の厚さを得るために、ポリマー又はエポキシを前駆物質及び溶剤と混合するのがよい。ポリマー又はエポキシの粘度及びスピンパラメータを変化させることによって、コーティング厚さを正確に制御するのがよい。ほとんどの感光性エポキシ及びポリマーは、フォトレジスト (例えば、UV 硬化エポキシ) として知られており、フォトレジストは、光に対する応答に基づいて、ポジティブ型又はネガティブ型のいずれかに分類される。ポジティブ型のフォトレジストは、露光時、弱くなると共に可溶性が大きくなり、ネガティブ型のフォトレジストは、露光時、強固になると共に可溶性が小さくなる。フォトレジストは、IC 及び MEMS の製造法で一般的に用いられており、一貫した再現性のある結果をもたらす。

## 【 0 0 2 1 】

図 5 ( c ) では、マスク 4 6 0、例えばガラス上のクロムを露光機器と共に用いて、フォトレジスト 4 2 7 にパターンを形成する。この例では、フォトレジスト 4 2 7 は、ポジティブ型であり、マスク 4 6 0 は、フォトレジスト 4 2 7 を除去すべき領域 4 6 2 において透明である。UV 光 4 6 5 を、マスク 4 6 0 を通してフィルタリングし、下に位置するフォトレジスト 4 2 7 に到達させる。マスク 4 6 0 の透明な領域 4 6 2 に対応するフォトレジスト 4 2 7 の領域は、UV 光 4 6 5 に露出される。ネガティブ型のフォトレジストの例では、マスクは、フォトレジストを除去すべき領域において不透明である。

## 【 0 0 2 2 】

図 5 ( d ) では、現像液、例えば溶剤により、露光されたフォトレジスト 4 2 7 の領域を除去し、フォトレジスト 4 2 7 に刻みつけられた所望のパターンを残す。図 5 ( e ) では、能動素子 1 1 0 の上面のフォトレジスト 4 2 7 が除去された領域に、金属柱 4 2 3 を堆積させる。金属柱 4 2 3 を堆積させるのに、スパッタリングを用いてもよいし、電気メッキを用いてもよいし、その他の金属付着法を用いてもよい。金属は、ニッケル、銀、又はその他の導電性材料であるのがよい。フォトレジスト 4 2 7 及びそれに埋込まれた金属柱 4 2 3 は、整合層 4 2 0 を形成する。金属柱 4 2 3 を形成した後にフォトレジスト 4 2 7 を硬化させてもよい。

## 【 0 0 2 3 】

整合層 4 2 0 の音響特性は、整合層 4 2 0 における金属とポリマーの体積割合に依存する。上述したプロセス工程を用いて、金属柱 4 2 3 の間隔、配列及び寸法を厳密に制御することができるので、整合層 4 2 0 の所望の音響特性を得ると共にトランスデューサの設計を最適化するように、金属とポリマーの体積割合を厳密に制御するのがよい。マスクのパターン (不透明領域及び透明領域) は、金属柱の間隔、配列及び寸法を決定し、従って、金属とポリマーの体積割合を決定する。また、上述したプロセスを用いて、音響特性を制御するようにバッキング層を及びその他の受動層を作成してもよい。

## 【 0 0 2 4 】

従って、上述したプロセスは、特定のトランスデューサ適用例のための受動層の音響特性をカスタマイズする効果的な方法を提供する。更に、上述したプロセスは、現在の製造方法、例えば IC 及び MEMS の製造方法と互換性がある。

## 【 0 0 2 5 】

フォトレジストを含む受動層の代わりに、金属柱を堆積させた後、フォトレジストを除去し、例えば、剥ぎ取り、次いで、ポリマー又はエポキシを金属柱の周りに付着させて、受動層を形成してもよい。エポキシの例では、エポキシを金属柱の周りに付着させ、次いで、それを硬化させてから研削して、所望の受動層厚さにする。

## 【 0 0 2 6 】

柱を形成するのに、金属以外の材料を用いてもよく、かかる材料は、非導電性材料であり、例えば、酸化物、窒化物等である。この例では、受動層の音響特性は、受動層におけるポリマー（例えば、フォトレジスト）に対する柱材料の体積割合に依存する。

## 【 0 0 2 7 】

ポリマーマトリックスに埋込まれた金属柱は、受動層の音響特性を制御するだけでなく、受動層を1つの方向に沿って導電性にする。導電性の受動層は、能動素子への正及び／又は負のリード線の電気接続を簡単にするので、超音波トランスデューサにおいて有利である。

## 【 0 0 2 8 】

図6は、バッキング層230を介して能動素子110の底面に電氣的に接続されたリード線510の一例を示し、バッキング層230は、ポリマーマトリックス237に埋込まれた金属柱233を有している。この例では、リード線510は、例えば導電性のエポキシ又ははんだ515によって、バッキング層230に連結され、又は、バッキング層にレーザ融着される。薄い電極層520をバッキング層230の底面に堆積させて、電気接続を容易にするのがよい。リード線510は、撚り線対（ツイストペア）の一部であってもよいし、同軸ケーブルの他端に接続されてもよい。同様に、リード線（図示せず）を、整合層を介して能動素子に電氣的に接続してもよい。変形例として、整合層の一部を除去して、上面電極113の小領域を露出させ、リード線（図示せず）を上面電極113に直接接続してもよい。

## 【 0 0 2 9 】

ポリマーマトリックスに埋込まれた金属柱は、一方向（厚さ方向）に沿って導電性なので、金属柱を用いて、トランスデューサアレイ（配列された複数のトランスデューサ）中の異なる能動素子への別々の電気接続を行うことができる。このことは、別々の電気接続を行うことができない銀を主成分とする導電性エポキシよりも有利である。

## 【 0 0 3 0 】

金属柱がトランスデューサアレイ内において別々の電気接続を行うことができることを図7に示す。図7は、2つの同心の能動素子610a、610b、例えば、圧電素子PZTを有する例示のトランスデューサアレイの分解図である。トランスデューサアレイは、3つ以上の能動素子を有していてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

トランスデューサアレイは、更に、能動素子610a、610bの底面上の2つの電極617a、617bを有している。電極617a、617bは、互いに電氣的に絶縁され、能動素子の上に堆積させた金、クロム、又はその他の金属の薄い層を有するのがよい。トランスデューサアレイは、更に、ポリマーマトリックス637に埋込まれた金属柱633a、633bを含むバッキング層630を有している。金属柱633bは、電極617bと整列し、他の金属柱633aは、電極617aと整列している。図7に示す金属柱の数及び配列は、例示に過ぎない。バッキング層630は、異なる配列をなす任意の数の柱を有する。更に、金属柱は、図7に示す形状と異なる形状を有していてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

トランスデューサアレイは、また、バッキング層630の底面上の電極640a、640bを有している。電極640a、640bはそれぞれ、導電性エポキシ、はんだ等によって、別々のリード線650a、650bに接続されている。電極640bは、金属柱633b及び電極617bと整列し、電極640aは、金属柱633a及び電極617aと整列している。かくして、電極640bは、金属柱633b及び電極617bを介して能

10

20

30

40

50

動素子 610b への電気接続を行い、電極 640a は、金属柱 633a 及び電極 617a を介して能動素子 610a への電気接続を行う。従って、埋込まれた金属柱 633a, 633b により、受動層 630 を介してトランスデューサアレイ内の別々の能動素子 610a, 610b への別々の電気接続を可能にする。同じ原理を整合層（図 7 には示されていない）に適用して、整合層を介する別々の電気接続を行ってもよい。金属柱によって行われる別々の電気接続により、トランスデューサアレイ内の能動素子を独立に制御し且つ駆動することを可能にする。

#### 【0033】

埋込まれた金属柱を有する受動層は、異なる形態及び寸法を有する他のトランスデューサアレイ内で、そのアレイの適用例に応じて使用されてもよい。トランスデューサアレイの例は、線形のトランスデューサアレイ、環状のトランスデューサアレイ、2次元トランスデューサアレイ等を含む。

#### 【0034】

トランスデューサがその性能及びビーム操作において有する利点は、一般的には、アレイの別々の素子を協働させ且つ駆動するための複雑な電子回路及び制御装置を犠牲にして得られる。図 8 は、トランスデューサアレイの素子を制御する電子回路がトランスデューサアレイの近くに設けられた例示のトランスデューサアレイの分解図である。図 8 のトランスデューサアレイは、図 7 のトランスデューサアレイと類似しているが、それと異なり、集積回路（IC）チップ 710 が、バッキング層 630 の底面電極 640a, 640b に接続されている。IC チップ 710 は、電極 640a, 640b それぞれと整列した金属接触パッド 720a, 720b を有している。電極 640a, 640b はそれぞれ、例えば、はんだバンプを用いて、金属接触パッド 720a, 720b に結合され、IC チップ 710 をトランスデューサアレイに電氣的に接続する。IC チップ 710 は、更に、それを超音波システムにケーブル、撚り線対等を介して接続する金属接触パッド 730 を有している。IC チップ 710 の電子回路は、標準の CMOS のマイクロ製造技術を用いることによって、シリコン基板上に製造されるのがよい。

#### 【0035】

この実施形態では、IC チップ 710 は、アレイの能動素子 610a, 610b を個々に制御し且つ駆動する電子回路を含んでいる。例えば、IC チップ 710 の電子回路は、1つの信号を能動素子の 1つに選択的に結合させるためのマルチプレクサ及びスイッチを有する。このことにより、遠隔の超音波システムから及びそれにケーブルを介して伝達される必要がある信号の数を減少させることが有利である。金属柱 633b, 633a の一方向導電性により、IC チップがそれぞれの能動素子 610b, 610a を個々に処理することを可能にする。

#### 【0036】

IC チップをトランスデューサアレイに結合させる代わりに、IC チップをトランスデューサアレイの近くに配置し、且つ、例えば電線によって、トランスデューサアレイに接続しても良い。例えば、IC チップ及びトランスデューサアレイは、同一のハウジング内において互いに隣り合わせに配置される。IC チップはまた、バッキング層の代わりに又はそれに加えて、整合層に埋込まれた金属柱を介してトランスデューサアレイに電氣的に接続されてもよい。更に、IC チップの電子回路は、トランスデューサアレイからの信号を遠隔の超音波システムにケーブルを介して送る前に、かかる信号をフィルタリングし及び処理するフィルタ及びプロセッサを含むのがよい。

#### 【0037】

受動層の中に導電性を付与するために、好ましい実施形態において金属柱が用いられたけれども、他の導電性材料を柱に用いてもよい。

#### 【0038】

上記明細において、本発明を、その特定の実施形態を参照して説明した。しかしながら、本発明の広い精神及び範囲から逸脱することなしに、特定の実施形態に種々の改造及び変更を行ってもよいことは明らかである。例えば、読者は、上記明細で説明したプロセス

10

20

30

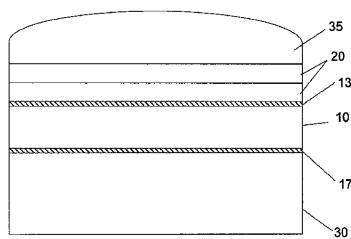
40

50

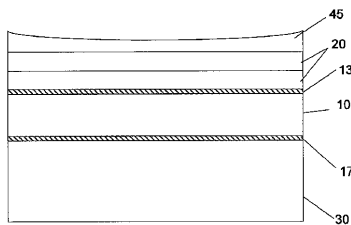


作用の特定の順番及び組み合わせが例示に過ぎず、異なる又は追加のプロセス作用を用いて又はプロセス作用の異なる組合せ又は順番を用いて、本発明を実施してもよいことを理解すべきである。別の例として、1つの実施形態の各特徴を、他の実施形態に示した他の特徴と混合し且つ適合させてもよい。加えて、明らかなことではあるが、望むように、特徴を加えたり、差引いたりしてもよい。従って、本発明は、特許請求の範囲及びそれと均等の範囲を考慮すること以外、制限されるべきではない。

【図 1 ( a ) 】

FIG. 1(a)  
(Prior Art)

【図 1 ( b ) 】

FIG. 1(b)  
(Prior Art)

【図 2 】

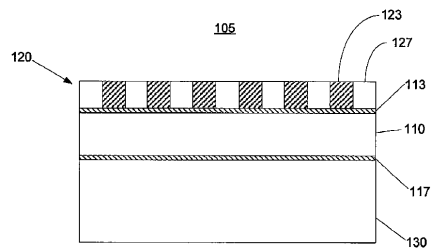


FIG. 2

【図 3 】

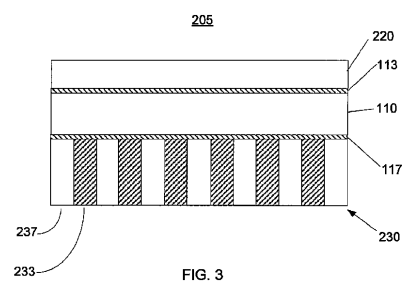


FIG. 3

【図 4】

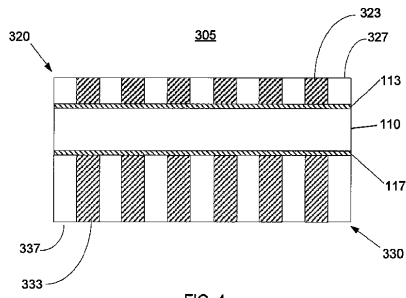


FIG. 4

【図 5 ( a )】

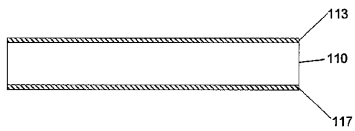


FIG. 5(a)

【図 5 ( b )】

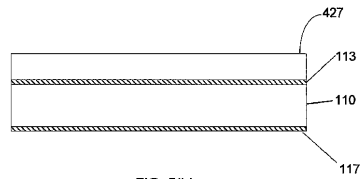


FIG. 5(b)

【図 5 ( c )】

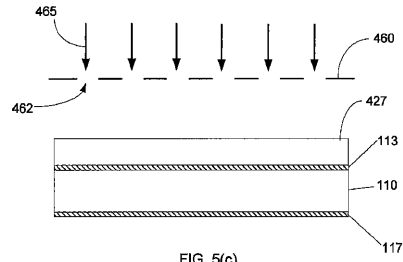


FIG. 5(c)

【図 5 ( d )】

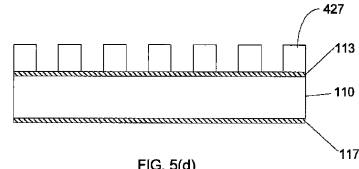


FIG. 5(d)

【図 5 ( e )】

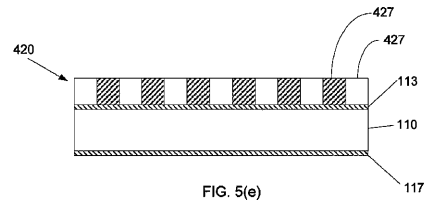


FIG. 5(e)

【図 6】

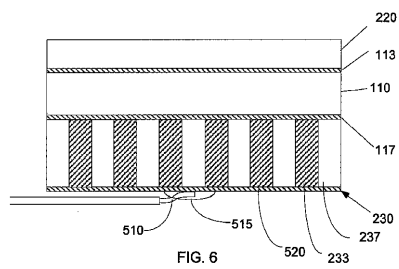


FIG. 6

【図 7】

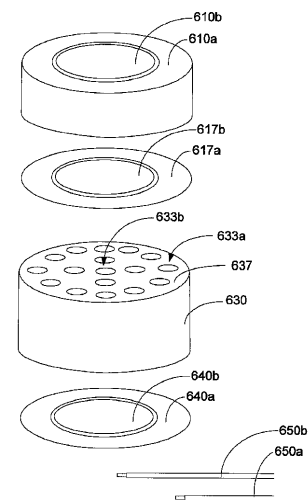


FIG. 7

【 図 8 】

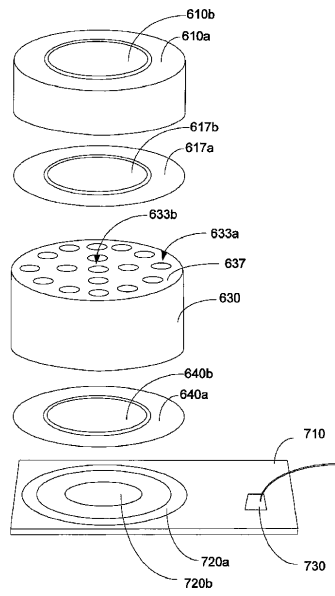


FIG. 8

## フロントページの続き

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(74)代理人 100095898

弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100123607

弁理士 渡邊 徹

(72)発明者 サダカ アレン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 2 0 サン ホセ ヴィア デ アドリアーナ 6 2  
2 2

(72)発明者 ユアン ジャン アール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 8 8 プレザントン ロータス ストリート 2 6 9  
2

審査官 大野 弘

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 9 9 7 7 9 ( J P , A )

特開平 1 1 - 0 8 9 8 3 5 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 0 2 3 2 9 7 ( J P , A )

実開平 0 7 - 0 3 7 1 0 7 ( J P , U )

国際公開第 2 0 0 8 / 0 5 6 6 1 1 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 R 1 7 / 0 0

H 0 4 R 3 1 / 0 0