

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4261374号
(P4261374)

(45) 発行日 平成21年4月30日 (2009. 4. 30)

(24) 登録日 平成21年2月20日 (2009. 2. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 O E

A 6 1 B 8/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 O H

G O 1 N 29/24 (2006. 01)

A 6 1 B 8/00

G O 1 N 29/24 5 O 2

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-3946 (P2004-3946)
 (22) 出願日 平成16年1月9日 (2004. 1. 9)
 (65) 公開番号 特開2005-198152 (P2005-198152A)
 (43) 公開日 平成17年7月21日 (2005. 7. 21)
 審査請求日 平成18年5月30日 (2006. 5. 30)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100110777
 弁理士 宇都宮 正明
 (74) 代理人 100100413
 弁理士 渡部 温
 (72) 発明者 国安 利明
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士写真フイルム株式会社内
 (72) 発明者 前田 弘
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写
 真フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層構造体及びその製造方法、並びに、超音波トランスデューサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

積層構造体の製造方法であって、
 基板に複数の柱状構造物を所定の配列で配置する工程と、
 前記複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く前記基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより第1の電極層を形成する工程と、
 前記第1の電極層が形成された前記基板に絶縁材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより絶縁層を形成する工程と、
 前記複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く前記絶縁層上に導電材料を成膜することにより第2の電極層を形成する工程と、
 を具備する製造方法。

【請求項 2】

少なくとも前記第1の電極層と前記絶縁層と前記第2の電極層とから前記複数の柱状構造物を前記基板と共に除去することにより、前記積層構造体に複数の空孔を形成する工程と、

前記積層構造体に形成された複数の空孔に導電材料を充填する工程と、
 をさらに具備する請求項1記載の製造方法。

【請求項 3】

前記複数の柱状構造物が導電材料によって形成されている、請求項1記載の製造方法。

【請求項 4】

前記積層構造体から前記基板を除去する工程をさらに具備する請求項3記載の製造方法。

【請求項5】

複数の柱状構造物が所定の配列で配置された基板を用いて製造される積層構造体であって、

前記複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く前記基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、

前記第1の電極層が形成された前記基板に絶縁原料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された絶縁層と、

前記複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く前記絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、

少なくとも前記第1の電極層と前記絶縁層と前記第2の電極層とから前記複数の柱状構造物を除去することによって形成された空孔に導電材料を充填して形成された複数の配線と、

を具備する積層構造体。

【請求項6】

基板を用いて製造される積層構造体であって、

導電材料によって形成された複数の柱状構造物を所定の配列で前記基板に配置することにより形成された複数の電極と、

前記複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く前記基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、

前記第1の電極層が形成された前記基板に絶縁原料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された絶縁層と、

前記複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く前記絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、

を具備する積層構造体。

【請求項7】

複数の柱状構造物が所定の配列で配置された基板を用いて製造される超音波トランスデューサであって、

音響整合層として用いられる前記基板と、

前記複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く前記基板上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、

前記第1の電極層が形成された前記基板に圧電材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された圧電層と、

前記複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く前記圧電層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、

少なくとも前記第1の電極層と前記圧電層と前記第2の電極層とが形成された前記基板から前記複数の柱状構造物を除去することによって形成された空孔に導電材料を充填して形成された複数の配線と、

を具備する超音波トランスデューサ。

【請求項8】

超音波トランスデューサであって、

導電材料によって形成された複数の柱状構造物が所定の配列で配置され、音響整合層として用いられる基板と、

前記複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く前記基板上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、

前記第1の電極層が形成された前記基板に圧電材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された圧電層と、

前記複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く前記圧電層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、

10

20

30

40

50

を具備する超音波トランスデューサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、絶縁体層と電極層とが交互に積層されている積層構造体及びその製造方法に関する。また、本発明は、そのような積層構造体を含み、超音波診断や非破壊検査において、超音波を送信及び受信するため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】

絶縁体（誘電体）層と電極層とが交互に形成されている積層構造は、積層コンデンサの他にも、圧電ポンプ、圧電アクチュエータ、超音波トランスデューサ等の様々な用途に利用されている。近年、MEMS（マイクロエレクトロメカニカルシステム）関連の機器の開発に伴い、このような積層構造を有する素子の微細化及び集積化が益々進んでいる。

【0003】

対向電極を有する素子の微細化においては、素子の面積を小さくすると電極間の容量が小さくなるので、素子の電気インピーダンスが上昇するという問題が生じている。例えば、圧電アクチュエータにおいて電気インピーダンスが上昇すると、圧電アクチュエータを駆動するための信号回路とのインピーダンスマッチングが取れなくなって電力が供給され難くなり、圧電アクチュエータとしての性能が落ちてしまう。或いは、圧電素子を用いた超音波トランスデューサにおいては、超音波の検出感度が落ちてしまう。そのため、素子を微細化しつつ電極間容量を大きくするために、複数の圧電層と複数の電極層とを交互に積層することが行われている。即ち、積層された複数の層を並列に接続することにより、素子全体の電極間容量を大きくすることができる。

【0004】

図23の(a)及び(b)は、複数の圧電層と電極層とが積層された従来の積層構造体（圧電デバイス）を示す断面図である。図23の(a)及び(b)に示すように、複数の圧電層100を挟む複数の電極を並列に接続するために、積層構造体の側面から配線が行われている。

図23の(a)に示す積層構造体において、電極101は、その一端が積層構造体の一方の壁面まで延びるように形成されており、電極102は、その一端が積層構造体の他方の壁面まで延びるように形成されている。これにより、電極101は、一方の側面に形成された側面配線103に接続されると共に、他方の側面に形成された側面配線104から絶縁される。反対に、電極102は、側面配線104に接続されると共に、側面配線103から絶縁される。これらの側面配線103と側面配線104との間に電位差を与えることにより、電極101と電極102の間にそれぞれ配置された圧電層100の各々に電界が印加され、圧電効果によって圧電層100が伸縮する。

【0005】

しかしながら、図23の(a)に示すように、電極101及び102の各層には、いずれかの側面配線と絶縁するために、電極が形成されていない絶縁領域105が設けられている。この絶縁領域105は、積層構造体100に電圧が印加されても伸縮しない。そのため、この部分に応力が集中して破損し易いので、製品に対する信頼性が低くなるという問題が生じている。

【0006】

このような応力集中による破損を防ぐために、図23の(b)に示すような積層構造体も提案されている。この積層構造体において、電極111及び112は、圧電層100上の全面に渡って形成されている。また、積層構造体の側面に露出した電極111及び112の一端は、絶縁材料115によって覆われている。これにより、電極111は、側面配線113に接続されると共に、側面配線114から絶縁される。反対に、電極112は、側面配線114に接続されると共に、側面配線113から絶縁される。

【0007】

10

20

30

40

50

しかしながら、図 23 の (b) に示す積層構造体は、側面において絶縁領域 115 及び側面配線 113 及び 114 を形成しているため、多数の積層構造体が密に配列されたアレイ状の積層構造体を作製するのは困難である。

【0008】

ところで、特許文献 1 には、出射端形状の異なる複数のノズルによって内部電極材料、誘電体材料、外部電極材料の超微粒子を一定の順序で噴射堆積することを繰り返し、内部電極層と誘電体層との積層及び外部電極を形成することにより、積層体を得ることが開示されている。このような作製方法によれば、バインダ等の有機材料を用いることなく、積層型セラミックス誘電体を得ることができる。

【0009】

噴射堆積法は、原料の微粒子を基板に向けて噴射することにより原料を堆積させる成膜方法であり、エアロゾル・デポジション (AD) 法、又は、ガス・デポジション法とも呼ばれている。噴射堆積法においては、原料の微粒子が基板や先に形成された堆積物等の下層に高速で吹き付けられ、原料の微粒子が下層に食い込むアンカーリングと呼ばれる現象が生じる。その衝突の際に、原料の微粒子が破砕し、その破砕面が下層に付着するメカノケミカル反応により、強固な膜が形成される。

【0010】

特許文献 1 の図 4 に示す積層体においては、下部電極 2、圧電体 3、及び、上部電極 4 だけでなく、側面配線となる外部電極 5a 及び 5b も噴射堆積法によって形成されている。この外部電極 5a 及び 5b は、複数の圧電体 3 の間の配線を接続するために、圧電体と同等の厚さを有している必要がある。しかしながら、側面配線 5a 及び 5b の材料であるニッケル (Ni) 又は銀パラジウム (Ag-Pd) は、下部電極 2 の材料である白金 (Pt) / チタン (Ti) と比較して軟らかいので、側面配線を噴射堆積法によって形成する場合には、アンカーリングは生じるもののメカノケミカル反応が起き難い。そのため、強固な側面配線を形成できない可能性がある。反対に、その際に、アブレーション (侵食) が起きてしまい、一旦堆積した膜が剥離してしまうことも考えられる。また、原料の微粒子をノズルから噴射する際には、エアロゾル (原料の粉体が浮遊している気体) のビームが広がってしまうので、その影響により、圧電体のエッジがテーパ状になってしまう。そのため、積層を繰り返すことにより圧電体層の幅が狭くなってしまうので、理想的な柱状の積層圧電体を作製することが困難である。さらに、圧電体の側面に電極を配置する場合には、多数の微小な構造体を高い密度で集積化することが困難になる。

【特許文献 1】特開平 6 - 291380 号公報 (第 4 頁、第 4 図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、絶縁層及び複数の電極層を含みアレイ化が容易な積層構造体、及び、そのような積層構造体を製造するための製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、そのような積層構造体を用いた超音波トランスデューサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

以上の課題を解決するため、本発明に係る積層構造体の製造方法は、基板に複数の柱状構造物を所定の配列で配置する工程と、複数の柱状構造物の内の第 1 の柱状構造物の周囲を除く基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより第 1 の電極層を形成する工程と、第 1 の電極層が形成された基板に絶縁材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより絶縁層を形成する工程と、複数の柱状構造物の内の第 2 の柱状構造物の周囲を除く絶縁層上に導電材料を成膜することにより第 2 の電極層を形成する工程とを具備する。

【0013】

本発明の第 1 の観点に係る積層構造体は、複数の柱状構造物が所定の配列で配置された基板を用いて製造される積層構造体であって、複数の柱状構造物の内の第 1 の柱状構造物

10

20

30

40

50

の周囲を除く基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、第1の電極層が形成された基板に絶縁原料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された絶縁層と、複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、少なくとも第1の電極層と絶縁層と第2の電極層とから複数の柱状構造物を除去することによって形成された空孔に導電材料を充填して形成された複数の配線とを具備する。

【0014】

また、本発明の第2の観点に係る積層構造体は、基板を用いて製造される積層構造体であって、導電材料によって形成された複数の柱状構造物を所定の配列で基板に配置することにより形成された複数の電極と、複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く基板又は絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、第1の電極層が形成された基板に絶縁原料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された絶縁層と、複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く絶縁層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層とを具備する。

10

【0015】

本発明の第1の観点に係る超音波トランスデューサは、複数の柱状構造物が所定の配列で配置された基板を用いて製造される超音波トランスデューサであって、音響整合層として用いられる基板と、複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く基板上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、第1の電極層が形成された基板に圧電材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された圧電層と、複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く圧電層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層と、少なくとも第1の電極層と圧電層と第2の電極層とが形成された基板から複数の柱状構造物を除去することによって形成された空孔に導電材料を充填して形成された複数の配線とを具備する。

20

【0016】

また、本発明の第2の観点に係る超音波トランスデューサは、導電材料によって形成された複数の柱状構造物が所定の配列で配置され、音響整合層として用いられる基板と、複数の柱状構造物の内の第1の柱状構造物の周囲を除く基板上に導電材料を成膜することにより形成された第1の電極層と、第1の電極層が形成された基板に圧電材料の粉体を吹き付けて堆積させることにより形成された圧電層と、複数の柱状構造物の内の第2の柱状構造物の周囲を除く圧電層上に導電材料を成膜することにより形成された第2の電極層とを具備する。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、予め柱状構造物が形成された基板上に噴射堆積法を用いて絶縁材料を成膜することにより、積層構造体を形成する。そのため、絶縁層を貫いて第1又は第2の電極層に接続される配線を容易に形成することができる。従って、従来困難であった積層構造体のアレイ化を高信頼に実現することが可能になり、そのような積層構造体を用いた超音波トランスデューサを新たに提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0018】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図1の(a)は、本発明の第1の実施形態に係る積層構造体の構造を示す概観図であり、図1の(b)は、図1の(a)のI-I面における断面図である。図1の(a)に示す積層構造体1は、例えば、底面の一边が0.3~1.0mm程度、高さが1.0mm程度の微小な柱状の構造体である。積層構造体1は、絶縁層である複数のPZT(チタン酸ジルコン酸鉛:Pb(lead) zirconate titanate)層10と、複数の第1電極層11と、複数の第2電極層12と、垂直配線13及び14と、表面電極15とを含んでいる。後で詳しく説明するように、垂直配線13及び14は、複数の柱状構造物が所定の配列で配置され

50

た基板上に複数の P Z T 層 1 0 と複数の第 1 電極層 1 1 と複数の第 2 電極層 1 2 とを形成した後に、それらの積層体から複数の柱状構造物を除去することによって形成された空孔に導電材料を充填して形成される。あるいは、垂直配線 1 3 及び 1 4 は、導電材料によって形成された複数の柱状構造物を所定の配列で基板に配置することにより形成され、その後、複数の P Z T 層 1 0 と複数の第 1 電極層 1 1 と複数の第 2 電極層 1 2 とが基板上に形成される。いずれにしても、積層体の製造に用いられた基板は、積層体から除去しても良いし、部品として利用しても良い。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、第 1 電極層 1 1 と第 2 電極層 1 2 との間には、P Z T 層 1 0 が配置されている。第 1 電極層 1 1 及び第 2 電極層 1 2 に電圧を印加することにより、P Z T 層 1 0 は圧電効果によって伸縮する。このように、P Z T 等の圧電材料を絶縁層（誘電体層）として用いる積層構造体は、圧電ポンプや、圧電アクチュエータや、超音波用探触子において超音波を送受信する超音波トランスデューサ等に用いられる。また、このような積層構造を有する構造体は、単層の構造体よりも、対向する電極の面積を増すことができるので、電気的インピーダンスを下げるのが可能である。従って、単層の構造体と比較して、印加される電圧に対して効率良く動作する。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 の (b) に示すように、各第 1 電極層 1 1 の面内には、少なくとも 1 つの絶縁領域 1 1 a が設けられている。本願において、絶縁領域 1 1 a とは、第 1 電極層 1 1 において導電材料が除去されている領域のことをいう。同様に、各第 2 電極層 1 2 の面内には、少なくとも 1 つの絶縁領域 1 2 a が設けられている。ここで、絶縁領域 1 1 a と絶縁領域 1 2 a とは、それぞれの電極層の面内において互いに異なる位置に配置されている。

20

【 0 0 2 1 】

垂直配線 1 3 及び 1 4 は、例えば、直径が 3 0 μ m 程度であり、望ましくは、2 0 μ m 以下の微細な配線である。なお、垂直配線 1 3 及び 1 4 は、各積層面に対して厳密に垂直である必要はない。垂直配線 1 3 は、P Z T 層 1 0 及び第 1 電極層 1 1 を貫き、第 2 電極層 1 2 内の絶縁領域 1 2 a を通過するように設けられている。また、垂直配線 1 4 は、P Z T 層 1 0 及び第 2 電極層 1 2 を貫き、第 1 電極層 1 1 内の絶縁領域 1 1 a を通過するように設けられている。このように垂直配線 1 3 及び 1 4 を配置することにより、複数の第 1 電極層 1 1 は、垂直配線 1 3 によって並列に接続されると共に、垂直配線 1 4 から絶縁される。一方、複数の第 2 電極層 1 2 は、垂直配線 1 4 によって並列に接続されると共に、垂直配線 1 3 から絶縁される。

30

【 0 0 2 2 】

ここで、絶縁領域 1 1 a 及び 1 2 a の面積は、垂直配線 1 3 及び 1 4 が絶縁領域 1 1 a 及び 1 2 a の周辺の電極部分に接触しない程度に小さくする。例えば、絶縁領域 1 1 a 及び 1 2 a の直径を、垂直配線 1 3 及び 1 4 の直径の 2 倍以下にすることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

図 1 においては、垂直配線 1 3 及び 1 4 が、積層構造体 1 の内部に配置されているが、本発明は、そのような配置に限られない。例えば、図 2 の (a) に示す積層構造体 2 のように、垂直配線 1 3 及び 1 4 のいずれか一方を、積層構造体 1 の端部にかかるように配置しても良い。或いは、図 2 の (b) に示す積層構造体 3 のように、垂直配線 1 3 及び 1 4 の両方を、積層構造体 1 の端部にかかるように配置しても良い。

40

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の第 1 の実施形態に係る積層構造体の製造方法について、図 3 ~ 図 8 を参照しながら説明する。本実施形態においては、図 1 に示す積層構造体 1 を複数配置したアレイ状の積層構造体を作製される。なお、同様の製造方法を用いて、個々の積層構造体を作製することも可能である。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、本実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

まず、工程 S 1 0 において、図 4 の (a) に示すように、複数の柱状構造物（本実施形

50

態においては、柱状構造物としてピンが用いられる)が所定の配列で配置されたピン付き基板30を用意する。即ち、基板31に所定の配列で複数の空孔を形成し、そこに複数のピン32をそれぞれ配置する。基板31の材料としては、例えば、ガラスや、マコール(登録商標)等のマシナブル・セラミック(機械加工可能なセラミック)や、SUS(特殊用途鋼)等が用いられる。また、ピン32の材料としては、後述するAD法による成膜工程において、エアロゾルを吹き付けられた際に変形しない程度の硬度を有していることが要求される。そのような材料としては、例えば、ガラスやセラミック等の硬質材料や、銅(Cu)やSUS等の金属が挙げられる。本実施形態においては、直径約0.05mmの金属ピンが用いられている。図4の(b)に示すように、このような複数のピン32は、基板31を貫くように配置される。なお、図4の(b)においては、ピン付き基板の裏面が平坦になるように、ザグリ穴を設けてからピンを配置しているが、ザグリ穴を設けずに、ピン付き基板の裏面からピンの頭を突出させても構わない。

10

【0026】

次に、工程S11において、図5に示す成膜装置を用いて、ピン付き基板30にPZT層を形成する。本実施形態においては、PZT層を形成する際に、エアロゾル・デポジション(AD)法が用いられる。

図5は、AD法を用いた成膜装置を示す模式図である。この成膜装置は、ガスポンベ21と、搬送管22a及び22bと、エアロゾル生成部23と、成膜が行われる成膜室24と、該成膜室24に配置されたノズル25と、基板ホルダ27と、排気ポンプ28とを含んでいる。

20

【0027】

ガスポンベ21には、キャリアガスとして使用される窒素(N_2)が充填されている。また、ガスポンベ21には、キャリアガスの供給量を調節する圧力調整部21aが設けられている。なお、キャリアガスとしては、この他に、酸素(O_2)、ヘリウム(He)、アルゴン(Ar)、又は、乾燥空気等を用いても良い。

【0028】

エアロゾル生成部23は、成膜材料である原料の微小な粉体を収容するための容器である。このエアロゾル生成部23に、搬送管22aを介してキャリアガスを導入することにより、原料の粉体が噴き上げられてエアロゾルが生成される。

また、エアロゾル生成部23には、エアロゾル生成部23に微小な振動や、比較的ゆっくりとした運動を与える容器駆動部23aが設けられている。ここで、エアロゾル生成部23に配置された原料の粉体(1次粒子)は、時間の経過と共に、静電気力やファンデルワールス力等によって結合して凝集粒子を形成してしまう。その中でも、数 μm ~数mmの巨大な凝集粒子は質量も大きいため容器の底部に溜まるが、それらがキャリアガスの出口付近(搬送管22aの出口付近)に留まると、キャリアガスによって1次粒子を噴き上げることができなくなる。そのため、凝集粒子が1箇所に留まらないように、容器駆動部23aはエアロゾル生成部23に振動等を与えることにより、その内部に配置された粉体を攪拌している。

30

【0029】

ノズル25は、搬送管22bを介してエアロゾル生成部23から供給されたエアロゾルを基板26に向けて高速で噴射する。ノズル25は、例えば、長さ5mm、幅0.5mm程度の開口を有している。

40

基板ホルダ27は、基板26を保持している。また、基板ホルダ27には、基板26を3次元的に移動させる基板ホルダ駆動部27aが設けられている。これにより、ノズル25と基板26の相対位置及び相対速度が制御される。

排気ポンプ28は、成膜室24の内部を排気することによって所定の真空度に保っている。

【0030】

このような成膜装置を用い、原料として、例えば、平均粒径0.3 μm のPZT単結晶粉体をエアロゾル生成部23に配置し、ピン付き基板30を基板ホルダ27に設置して成

50

膜を行う。これにより、図 6 の (a) に示すように、P Z T 層 3 3 が形成される。

【 0 0 3 1 】

次に、工程 S 1 2 において、図 6 の (b) に示すように、複数の柱状構造物の内の第 1 の柱状構造物 (ピン 3 2 a) の所定の領域にマスク 3 4 を配置する。一方、複数の柱状構造物の内の第 2 の柱状構造物 (ピン 3 2 b) にはマスク 3 4 が配置されない。その後、A D 法を用いて P Z T 層 3 3 の上に第 1 電極層 3 5 を形成する。マスク 3 4 は、例えば、各ピンの周囲を覆うカバーピンであり、図 1 の (b) に示す絶縁領域 1 1 a が覆われるように配置される。また、導電材料としては、例えば、ニッケル (N i)、白金 (P t)、銀パラジウム (A g - P d) 等の金属や合金が用いられる。これにより、絶縁領域 1 1 a 以外の領域に第 1 電極層 3 5 が形成される。なお、成膜方法としては、A D 法の他に、真空蒸着法やスパッタリング等を用いても良い。

10

工程 S 1 3 において、マスク 3 4 を除去した後、図 6 の (c) に示すように、A D 法を用いて電極層 3 5 の上に P Z T 層 3 3 を形成する。

【 0 0 3 2 】

次に、工程 S 1 4 において、図 7 の (d) に示すように、複数の柱状構造物の内の第 2 の柱状構造物 (ピン 3 2 b) の所定の領域にマスク 3 6 を配置する。一方、複数の柱状構造物の内の第 1 の柱状構造物 (ピン 3 2 a) にはマスク 3 6 が配置されない。その後、A D 法を用いて P Z T 層 3 3 の上に第 2 電極層 3 7 を形成する。マスク 3 6 は、例えば、各ピンの周囲を覆うカバーピンであり、図 1 の (b) に示す絶縁領域 1 2 a が覆われるように配置される。

20

【 0 0 3 3 】

さらに、工程 S 1 5 において、マスク 3 6 を除去した後、A D 法を用いて第 2 電極層 3 7 の上に P Z T 層 3 3 を形成する。これらの工程 S 1 2 ~ S 1 5 を繰り返すことにより、図 7 の (e) に示すように、複数の P Z T 層と電極層とが交互に積層された構造体 4 0 が形成される。

【 0 0 3 4 】

次に、工程 S 1 6 において、図 7 の (e) に示す構造体 4 0 から、ピン付き基板 3 0 を剥離する。これにより、図 7 の (f) に示すように、ピン 3 2 a 及び 3 2 b の抜けた領域が空孔 4 1 として積層体 4 0 に残る。本実施形態においては、A D 法を用いて P Z T 層 3 3 を形成しているので、積層体 4 0 から比較的容易にピン 3 2 a 及び 3 2 b を抜くことができる。その理由として、A D 法は、原料の粉体が破碎したときのメカノケミカル反応によって原料を堆積させる成膜方法であり、原料の粉体の噴出方向と直交する物体 (本実施形態においては下層) に対しては、原料の粉体が強固に付着するが、それ以外の角度にある物体 (例えば、ピンの側面) に対しては、原料の粉体の運動エネルギーが比較的小さく、破碎が起き難いので、原料の付着力が比較的弱いからである。

30

【 0 0 3 5 】

次に、工程 S 1 7 において、図 7 の (f) に示す空孔 4 1 に、金属ペーストやカーボン等の導電材料を充填する。これにより、図 8 の (g) に示すように、垂直配線 4 2 が形成される。或いは、空孔 4 1 内をメッキすることにより、垂直配線 4 2 を形成しても良い。

【 0 0 3 6 】

40

次に、工程 S 1 8 において、図 8 の (h) に示すように、図 8 の (g) に示す積層体の上面及び下面に表面電極 4 3 を形成する。

さらに、工程 S 1 9 において、表面電極が形成された積層体を支持用基板 4 4 に固定し、ダイシングやサンドブラスト加工により、所定のピッチで切断する。これにより、図 8 の (i) に示すように、複数の積層構造体 1 が支持用基板 4 4 上に配列されたアレイ状の積層構造体が作製される。

以上説明したように、本実施形態によれば、複数の圧電層と電極層とが交互に積層され、垂直配線が形成された微小な積層構造体を、容易に形成することができる。

【 0 0 3 7 】

ここで、本実施形態においては、図 8 の (i) に示すように、2 つの垂直配線を積層構

50

造体の内部に配置しているが、それらの垂直配線を積層構造体の側面に配置しても良い。そのためには、図3の工程S10において、作製される積層構造体の素子形状に合わせて、複数のピンを配置すればよい。例えば、図9に示すように、幅0.3mmの積層構造体が0.05mm間隔で配置されたアレイ状の積層構造体を作製する場合には、0.05mmだけ隔離された1組のピンを、0.3mm間隔で配置する。そして、積層体を分割する際に、1組のピンの間を、幅が0.05mm以下のダイシングソーを用いて切断すればよい。その場合には、垂直配線の周囲に設けられた絶縁領域の面積をさらに小さくすることができる。或いは、図2の(a)に示す積層構造体2のように、垂直配線の一方のみが積層構造体の側面に配置されるように、基板に配置されるピンの位置と、切断ピッチ等を調節しても良い。

10

【0038】

本実施形態において、垂直配線が形成される空孔は、積層体40からピンを抜くことによって形成されている。本実施形態におけるようにアスペクト比の高い空孔（例えば、深さ1mm、直径0.05mm）を形成することは、従来のドリルを用いた方法によっては困難であった。また、レーザ加工によって穴をあけることも考えられるが、その場合には、多大な時間を要するだけでなく、レーザ加工時に発生する熱により、空孔周辺の圧電材料が影響を受けてしまう。即ち、空孔周辺の圧電材料の結晶粒の大きさが変化してしまうので、圧電性能が低下してしまうおそれがある。しかしながら、本実施形態によれば、圧電材料に熱によるダメージを与えることなく、微細な空孔を容易に形成することが可能である。

20

【0039】

ここで、図7の(e)に示す積層体40からピン32a及び32bを抜き難い場合には、ピン32a及び32bの周囲を、PZTが付着し難い材料でコーティングすれば良い。本実施形態においては、AD法を用いてPZT層を形成しているので、例えば、フッ素樹脂等のクッション性のある材料でコーティングすることが望ましい。これにより、AD法において、ノズルから噴出したPZTの粉体がピン32a及び32bに衝突しても、コーティング材に弾かれてしまうので、PZTの粉体がピン32a及び32bに付着し難くなる。

【0040】

次に、本発明の第2の実施形態に係る積層構造体の製造方法について説明する。図10は、本実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

30

まず、工程S20において、図4に示すのと同様に、複数の柱状構造物（本実施形態においては、柱状構造物としてピンが用いられる）を基板に配置することにより、ピン付き基板を用意する。本実施形態においては、基板の材料として、ガラスやセラミックやSUS等が用いられる。また、ピンの材料として、後で電極として用いることができるように、金属等の導電材料が用いられる。

【0041】

次に、工程S21～S24において、図6の(a)～図7の(e)に示すのと同様に、ピン付き基板上に積層体を形成する。即ち、工程S21において、AD法を用いてPZT層33を形成し、工程S22において、マスク34を第1の絶縁領域に配置して第1電極層35を形成し、工程S23において、AD法を用いてPZT層33を形成し、工程S24において、マスク36を第2の絶縁領域に配置して第2電極層37を形成し、工程S25において、AD法を用いてPZT層33を形成する。工程S22～S25は、所定の回数繰り返される。

40

【0042】

次に、工程S26において、図11の(a)に示すように、形成された積層体40とピン付き基板30との間を切断し、複数のピン32a及び32bの差込み部分を積層体40内に残したまま、基板31を除去する。或いは、研磨や切削によって基板31を除去しても良い。

次に、工程S27において、図11の(a)に示す積層体の上面及び下面に表面電極を

50

形成する。さらに、工程 S 2 8 において、表面電極 4 3 が形成された積層体を支持用基板 4 4 に固定した後に、ダイシングやサンドブラスト加工により、所定のピッチで切断する。これにより、図 1 1 の (b) に示すように、支持用基板 4 4 上に複数の積層構造体 1 が配列されたアレイ状の積層構造体が作製される。

【 0 0 4 3 】

本実施形態によれば、予め基板に配置されたピンを垂直配線として用いるので、製造工程を簡素化することができる。

ここで、垂直配線を形成する際に、例えば、積層体に空孔を形成し、そこにペーストを充填する方法によれば、垂直配線内にバインダが混入してしまう。また、形成された空孔にメッキする方法によれば、最初に下地として形成される材料（例えば、錫）が、後に形成される材料（例えば、銅）内に残留してしまう。いずれの場合においても、垂直配線に不純物が混入する。これに対して、本実施形態に係る方法を用いる場合には、垂直配線は、ピンを構成する材料のみから成っている。従って、いずれの方法を用いて垂直配線を形成したかは、垂直配線を分析することによって判別することが可能である。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第 3 の実施形態に係る積層構造体の製造方法について説明する。図 1 2 は、本実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

まず、工程 S 3 0 において、図 4 に示すものと同様に、複数の柱状構造物（本実施形態においては、柱状構造物としてピンが用いられる）を基板に配置することにより、ピン付き基板を用意する。本実施形態においては、基板の材料として、作製された積層構造体を装置の部品として利用できる材料が用いられる。例えば、作製された積層構造体を、超音波用探触子に含まれる超音波トランスデューサとして用いる場合には、後で基板を音響整合層として利用できるように、ガラスやマコール（登録商標）等が用いられる。また、ピンの材料として、ガラスや SUS のように、エアロゾルを吹き付けられた際に変形しない程度の硬度を有する材料が用いられる。

【 0 0 4 5 】

次に、工程 S 3 1 ~ S 3 4 において、図 1 3 の (a) に示すように、基板 5 1 及びピン 5 2 を含むピン付き基板 5 0 の上に積層体を形成する。即ち、工程 S 3 1 において、マスクを第 1 の絶縁領域に配置して第 1 電極層 5 3 を形成し、工程 S 3 2 において、A D 法を用いて P Z T 層 5 4 を形成し、工程 S 3 3 において、マスクを第 2 の絶縁領域に配置して第 2 電極層 5 5 を形成し、工程 S 3 4 において、A D 法を用いて P Z T 層 5 4 を形成する。これらの工程 S 3 1 ~ S 3 4 は、所定の回数繰り返される。

【 0 0 4 6 】

次に、工程 S 3 5 において、基板 5 1 及び積層体 5 6 から、複数のピン 5 2 を抜き取る。これにより、図 1 3 の (b) に示すように、積層体 5 6 に空孔 5 7 が形成される。

次に、工程 S 3 6 において、図 1 4 の (c) に示すように、空孔 5 7 に金属ペーストやカーボン等の導電材料を充填することにより、垂直配線 5 8 を形成する。或いは、空孔 5 7 内をメッキすることにより、垂直配線 5 8 を形成しても良い。

【 0 0 4 7 】

さらに、工程 S 3 7 において、積層体 5 6 の上面に表面電極 5 9 を形成し、工程 S 3 8 において、表面電極が形成された積層体の内、基板 5 1 より上層を、所定のピッチで切断する。これにより、図 1 4 の (d) に示すように、基板 5 1 上に複数の積層構造体 1 が配列されたアレイ状の積層構造体が作製される。

本実施形態によれば、積層構造体を作製する際に使用された基板を剥離する必要がないので、製造工程を簡素化することができる。

【 0 0 4 8 】

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法について説明する。図 1 5 は、本実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

まず、工程 S 4 0 において、図 4 に示すものと同様に、複数の柱状構造物（本実施形態においては、柱状構造物としてピンが用いられる）を基板に配置することにより、ピン付

き基板を用意する。本実施形態においても、第3の実施形態と同様に、基板の材料として、作製された積層構造体を装置の部品としてそのまま利用できる材料が用いられる。また、ピンの材料として、後で電極として用いることができるように、金属等の導電材料が用いられる。

【0049】

次に、工程S41～S44において、図16の(a)に示すように、基板61及びピン62を含むピン付き基板60の上に、積層体を形成する。即ち、工程S41において、マスクを第1の絶縁領域に配置して第1電極層63を形成し、工程S42において、AD法を用いてPZT層64を形成し、工程S43において、マスクを第2の絶縁領域に配置して第2電極層65を形成し、工程S44において、AD法を用いてPZT層64を形成する。これらの工程S41～S44は、所定の回数繰り返される。

10

【0050】

次に、工程S45において、図16の(a)に示す積層体の表面に表面電極66を形成し、工程S46において、表面電極66が形成された積層体の内、基板61より上層を、所定のピッチで切断する。これにより、図16の(b)に示すように、複数の積層構造体1が基板上に配列されたアレイ状の積層構造体を作製される。

図16の(b)に示すアレイ状の積層構造体は、そのまま使用しても良いし、用途に応じて、図16の(c)に示すように、ピン62の頭部分62aを切断して使用しても良い。

このように、本実施形態によれば、積層構造体を作製する際に使用された基板及びピンを除去することなく、音響整合層及び電極として利用するので、製造工程をさらに簡素化することができる。

20

【0051】

ここで、本実施形態においては、1層の基板に複数のピンを配置することにより、ピン付き基板を作製している。しかしながら、複数の基板を用いてピン付き基板を作製しても良い。例えば、図17に示すように、SUS等の支持用基板71と、ガラス等の音響整合層用基板72とを貼り合わせ、複数のピンを配置することにより、複数層から成るピン付き基板70を作製する。このようなピン付き基板70の上に積層体を形成した後で、支持用基板71と音響整合層用基板72との間を切断する。このように、2種類の基板を用いることにより、積層構造体の作製中は、音響整合層用72が支持用基板71によって保護され、積層構造体の作製後は、音響整合の妨げとなる支持用基板71を除去することにより、所望の音響整合機能を得ることができる。

30

【0052】

以上説明した本発明の第1～第4の実施形態においては、積層体から基板を剥離したり、ピンを切断することにより、基板やピンを除去しているが、これ以外の方法によって基板やピンを除去しても良い。例えば、基板やピンの材料としてガラスを用い、フッ化水素酸によってガラスを溶解させることにより、基板やピンを除去しても良い。或いは、基板やピンの材料としてSUSを用い、塩化第二鉄溶液によってSUSを溶解させることにより、基板やピンを除去しても良い。

【0053】

また、本発明の第1～第4の実施形態においては、電極層を形成する際に、マスクとしてカバーピンを用いている。しかしながら、マスク方法は、このような方法に限られない。図18の(a)は、本発明の第1～第4の実施形態において用いることができるマスクの例を示す平面図であり、図18の(b)は、図18の(a)に示すマスクを用いて電極層を形成している様子を示す断面図である。例えば、図18の(a)に示すように、リング状のマスク74を用いても良い。電極層を形成する際には、図18の(b)に示すように、マスク74のリング部分にピン75を通し、ピン75の根元にマスクを配置した状態で導電材料を成膜する。これにより、絶縁領域76aが設けられた電極層76が形成される。マスク領域を変更する場合には、一旦ピン75からリング状のマスク74を抜き、次のマスク領域に移動させて再びピンの根元にマスクを配置すれば良い。このように、成膜

40

50

される領域とマスクとの距離を近づけることにより、電極層に設けられる絶縁領域の精度を高くすることができる。

【0054】

また、図19は、本発明の第1～第4の実施形態において用いることができるマスクの別の例を示している。例えば、図19の(a)に示すようなベローズ(蛇腹)型ピン77の蛇腹部分をマスクとして用いても良い。即ち、図19の(b)に示すように、基板78に所定の配列で空孔を形成し、そこにベローズ型ピン77を配置することにより、ピン付き基板を作製する。電極層を形成する際には、図19の(b)の左側に示すように、周囲に絶縁領域が設けられるピンのベローズを押し広げる。また、それ以外のピンのベローズは伸ばしたままにしておく。このような状態で導電材料を成膜することにより、絶縁領域が設けられた電極層79を形成することができる。なお、PZT層を形成する場合には、全てのベローズ型ピン77のベローズを伸ばしたままにしておけば良い。

10

【0055】

次に、本発明の第5の実施形態に係る積層構造体の製造方法について説明する。図20は、本実施形態に係る積層構造体の製造方法が用いられる積層構造体製造装置を示す模式図である。

図20の(a)に示すように、本実施形態においては、複数のPZT層及び電極層が積層された積層構造体を形成する際に、可動ピン付き基板80が用いられる。可動ピン82は、所定の配列で配置され、連動して移動する複数の柱状構造物(ピン82a)を含んでいる。基板81には、複数のピン82aの配置に対応する複数の空孔81aが形成されている。これらの空孔81aに複数のピン82aをそれぞれ通すことにより、可動ピン付き基板80が構成されている。

20

【0056】

可動ピン82には、駆動部83が接続されている。駆動部83は、例えば、モータとギアを含んでおり、可動ピン82を所定の向きに所定の速さで移動させる。これにより、基板81と可動ピン82との位置が相対的に変化する。

駆動部83には、センサ84が接続されている。センサ84としては、例えば、レーザを用いた位置センサが用いられる。センサ84は、可動ピン付き基板84に成膜される膜の厚さを、レーザを照射することにより検出する。センサ84の検出結果は、駆動部83において、可動ピン82の移動速度を制御する際に用いられる。

30

【0057】

図20の(b)に示すように、可動ピン付き基板80に、AD法を用いてPZT層を形成する場合には、センサ84が、成膜によって形成されたPZT層の厚さをモニタする。駆動部83は、センサ84の検出結果に基づいて、層の厚さと同じ量だけ、可動ピンを移動させる。ここで、ピンが基板から突出した面に向けてAD法を用いて成膜を行うと、一部の領域がピンの陰になってしまい、原料の粉体が下層に均一に吹き付けられない場合が生じる。しかしながら、図20の(b)に示すように、形成された層の厚さに連動してピンの突出長さを調節する場合には、常に平坦な面に向けて減量の粉体を吹き付けることになるので、PZT層の厚さを均一にすることができる。

【0058】

40

また、図20の(c)に示すように、電極層86を形成する場合には、マスク87を用いてAD法による成膜が行われる。この場合にも、平坦な面についてマスクすれば良いので、一般的なマスクを用いることができると共に、マスク領域を容易に変更することができる。なお、電極層86を形成する場合には、AD法の他に、真空蒸着法やスパッタリング等の成膜方法を用いても良い。

【0059】

以上説明した第1～第5の実施形態においては、複数のピンが予め配置された基板にAD法を用いて成膜することにより、積層体を形成している。しかしながら、これ以外にも、様々な形状(例えば、板状や柱状)の構造物を予め基板に配置して成膜を行うことができる。例えば、図21の(a)に示すように、金属板等の板状の構造物91を基板92に

50

予め配置し、本発明の第４の実施形態において説明したものと同様に積層構造体を作製する。これにより、図２１の（ｂ）に示すように、側面配線９３を有する複数の積層構造体９４が１次元に配列されたアレイ状の積層構造体を作製することができる。さらに、積層構造体９４を、側面配線９３に対して垂直に切断することにより、図２１の（ｃ）に示すように、２次元マトリクス状の積層構造体を作製することができる。

【００６０】

図２２は、本発明の第１～第５の実施形態に係る積層構造体の製造方法を用いて作製された積層構造体を超音波用探触子に適用した例を示す一部断面斜視図である。この超音波用探触子は、超音波トランスデューサアレイ２００と、音響整合層２０１と、バッキング層２０２と、音響レンズ２０３とを含んでいる。これらの各部２００～２０３は、筐体２０４に収納されている。また、超音波トランスデューサアレイ２００から引き出された配線は、ケーブル２０５を介して超音波撮像装置本体に接続されている。

10

【００６１】

超音波トランスデューサアレイ２００は、超音波を送信及び受信する複数の超音波トランスデューサを含んでいる。これらの超音波トランスデューサの間には、エポキシ樹脂等の充填材が配置されている。音響整合層２０１は、超音波を伝えやすいガラスや、セラミックや、金属粉入りエポキシ樹脂等によって形成されている。音響整合層２０１は、生体である被検体と超音波トランスデューサとの間の音響インピーダンスの不整合を解消する。これにより、超音波トランスデューサから送信された超音波が、効率良く被検体中に伝播する。

20

【００６２】

バッキング層２０２は、例えば、エポキシ樹脂やゴムに、金属又はフェライト等の粉体やＰＺＴの粉体を混入した材料のように、音響減衰の大きい材料によって形成されている。バッキング層２０２は、超音波トランスデューサアレイ２００から発生した不要な超音波を早く減衰させる。さらに、音響レンズ２０３は、例えば、シリコンゴムによって形成されている。音響レンズ２０３は、超音波トランスデューサアレイ２００から送信され、音響整合層２０１を通過した超音波ビームを、所定の深度において集束させる。

【００６３】

このような超音波用探触子を作製する際に、本発明の第１、第２、又は、第５の実施形態に係る積層構造体の製造方法を用いる場合には、複数の積層構造体の間に充填材を配置することによって超音波トランスデューサ２００を作製し、超音波トランスデューサ２００の一方の端面に音響整合層２０１を配置する。また、本発明の第３又は第４の実施形態に係る積層構造体の製造方法を用いる場合には、ピン付き基板の材料として、ガラスやマコール（登録商標）を用いて作製されたアレイ状の積層構造体において、複数の積層構造体の間に充填材を配置することにより、超音波トランスデューサ２００及び音響整合層２０１を作製する。なお、この場合において、基板に別の音響整合層を張り合わせることににより、複数層から成る音響整合層を設けても良い。

30

【産業上の利用可能性】

【００６４】

本発明は、積層コンデンサ、圧電アクチュエータ、超音波トランスデューサのように積層構造を有する素子において利用可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【００６５】

【図１】図１の（ａ）は、本発明の第１の実施形態に係る積層構造体を示す概観図であり、図１の（ｂ）は、図１の（ａ）のⅠ－Ⅰ面における断面図である。

【図２】図１に示す積層構造体の変形例を示す図である。

【図３】本発明の第１の実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

【図４】図４の（ａ）は、ピン付き基板を示す斜視図であり、図４の（ｂ）は、図４の（ａ）のⅣ－Ⅳ面における断面図である。

50

【図 5】A D 法を用いた成膜装置を示す模式図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態に係る積層構造体の製造方法の変形例を説明するための図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。 10

【図 11】本発明の第 2 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 12】本発明の第 3 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。

【図 13】本発明の第 3 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を示すフローチャートである。 20

【図 16】本発明の第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。

【図 17】本発明の第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法の変形例を説明するための図である。

【図 18】本発明の第 1 ～ 第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法において用いられるマスクの変形例を示す図である。

【図 19】本発明の第 1 ～ 第 4 の実施形態に係る積層構造体の製造方法において用いられるマスクの別の変形例を示す図である。

【図 20】本発明の第 5 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を説明するための図である。 30

【図 21】本発明の第 1 ～ 第 5 の実施形態に係る積層構造体の製造方法の変形例を説明するための図である。

【図 22】本発明の第 1 ～ 第 5 の実施形態に係る積層構造体の製造方法を用いて作製されたアレイ状の積層構造体を含む超音波用探触子を示す一部断面斜視図である。

【図 23】従来の積層構造体について説明するための図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

1、2、3、9 4 積層構造体

1 0、3 3、5 4、6 4、8 5、1 0 0 P Z T 層（圧電層） 40

1 1、3 5、5 3、6 3 第 1 電極層

1 1 a、1 2 a、1 0 5 絶縁領域

1 2、3 7、5 5、6 5 第 2 電極層

1 3、1 4、4 2、5 8 垂直配線

1 5、4 3 表面電極

2 1 ガスボンベ

2 2 a、2 2 b 搬送管

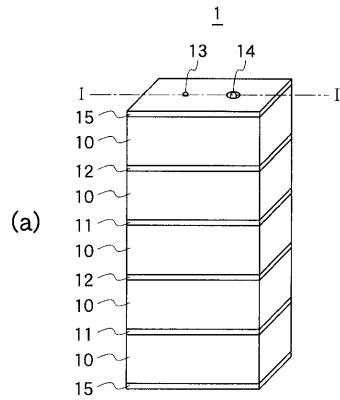
2 3 エアロゾル生成部

2 4 成膜室

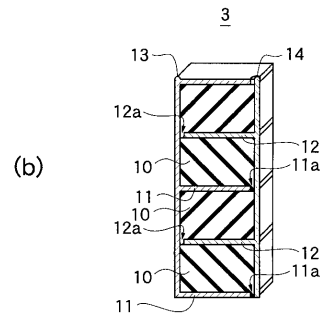
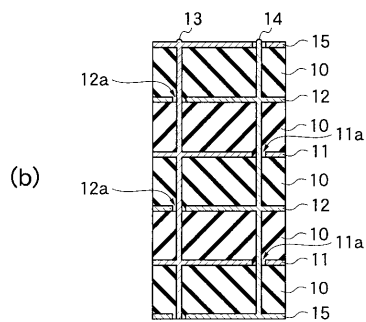
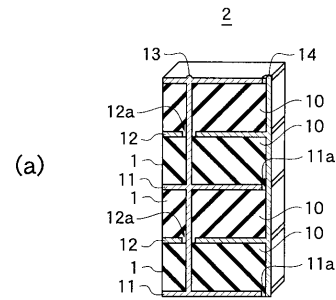
2 5 ノズル 50

2 6	基板	
2 7	基板ホルダ	
2 8	排気ポンプ	
3 0、5 0、6 0、7 0	ピン付き基板	
3 1、5 1、6 1、7 8、8 1、9 2	基板	
3 2、5 2、6 2、7 3、7 5、8 2 a	ピン	
3 4、3 6、7 4、8 7	マスク	
4 0、5 6	積層体	
4 1、5 7、8 1 a	空孔	
4 4、7 1	支持用基板	10
6 2 a	ピンの頭	
7 2	音響整合層用基板	
7 6、7 9、8 6	電極層	
7 7	ペローズ型ピン	
8 0	可動ピン付き基板	
8 2	可動ピン	
8 3	駆動部	
8 4	センサ	
9 1	板状の構造物	
9 3、1 0 3、1 0 4、1 1 3、1 1 4	側面配線	20
1 0 1、1 0 2、1 1 1、1 1 2	電極	
1 1 5	絶縁材料	
2 0 0	超音波トランスデューサアレイ	
2 0 1	音響整合層	
2 0 2	バッキング層	
2 0 3	音響レンズ	
2 0 4	筐体	
2 0 5	ケーブル	

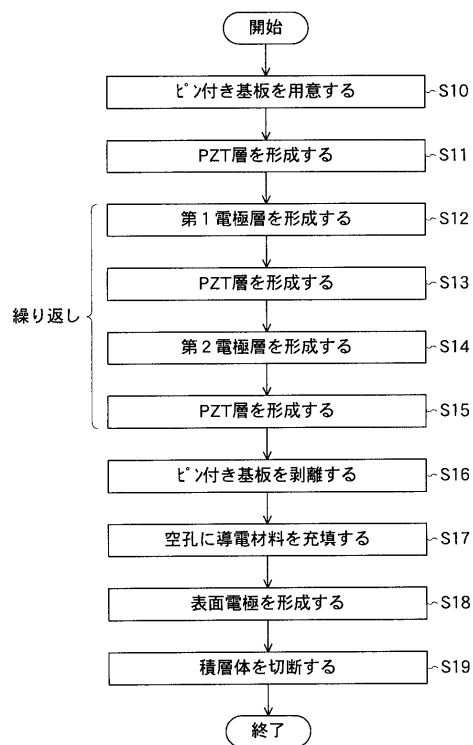
【図 1】



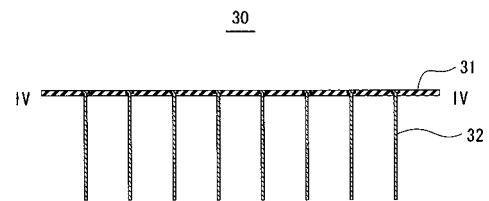
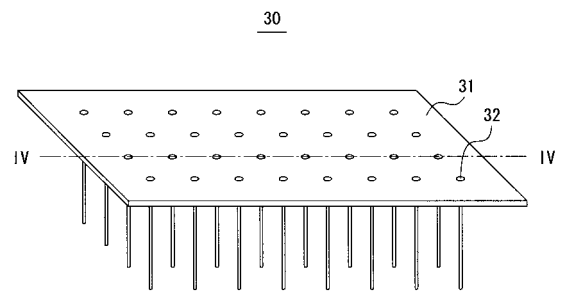
【図 2】



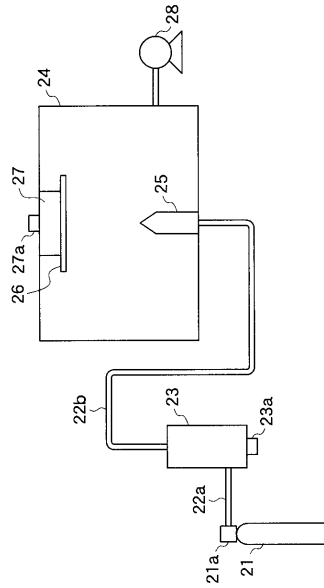
【図 3】



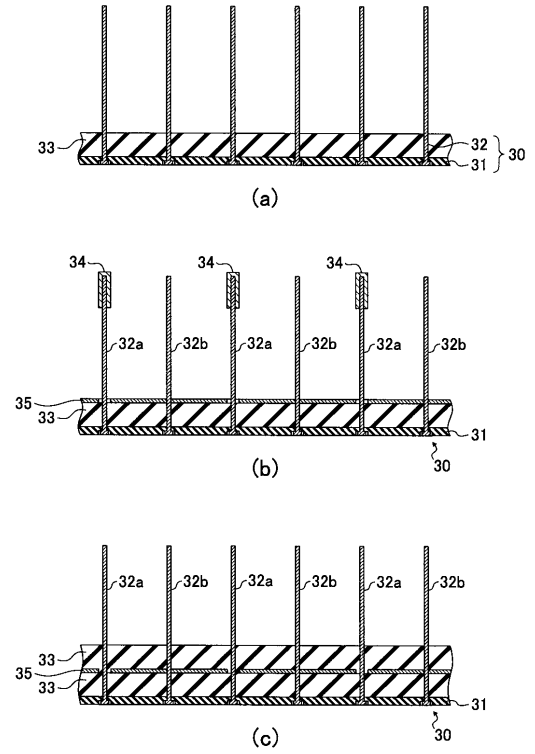
【図 4】



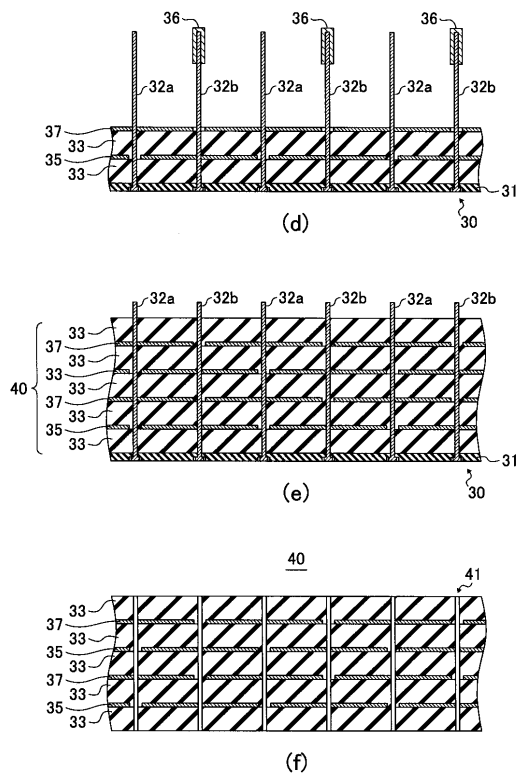
【図 5】



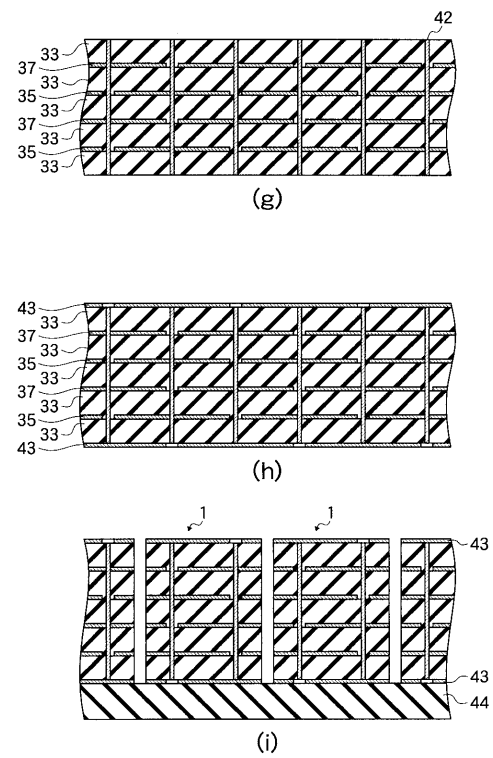
【図 6】



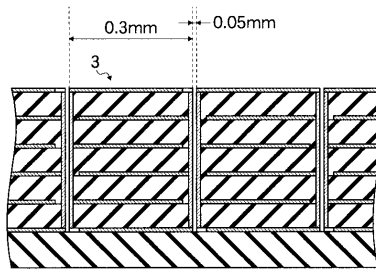
【図 7】



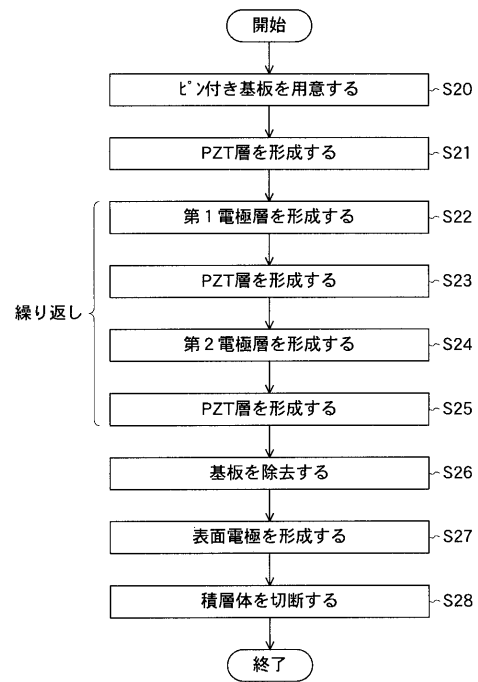
【図 8】



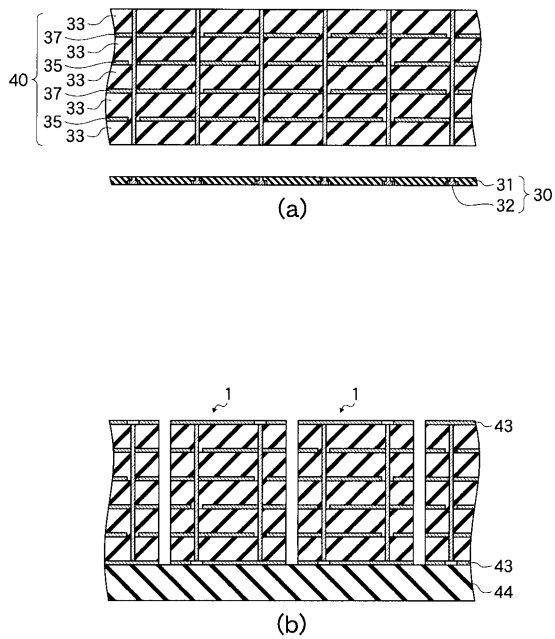
【図 9】



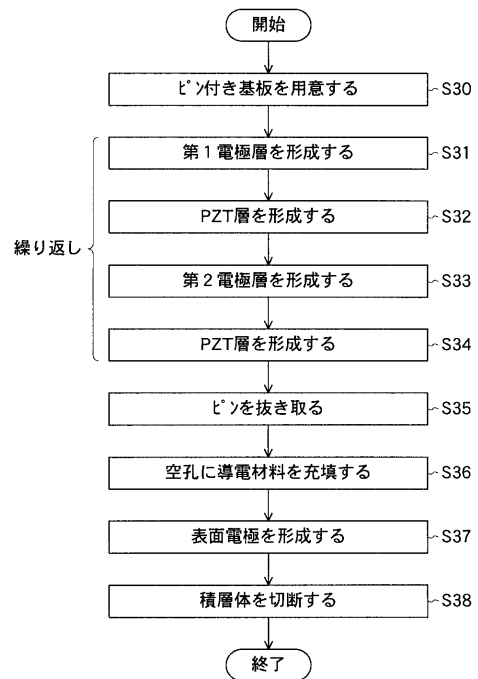
【図 10】



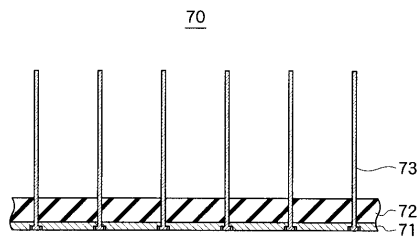
【図 11】



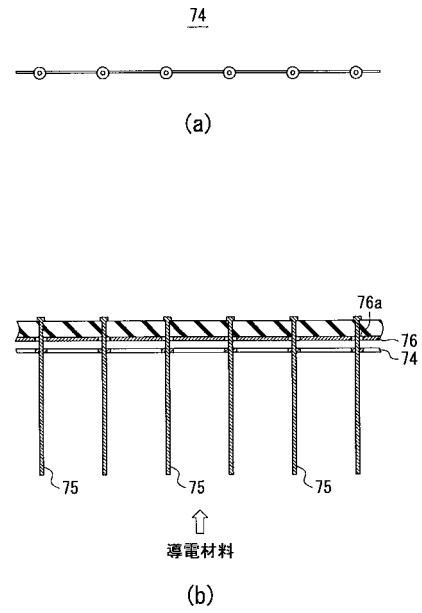
【図 12】



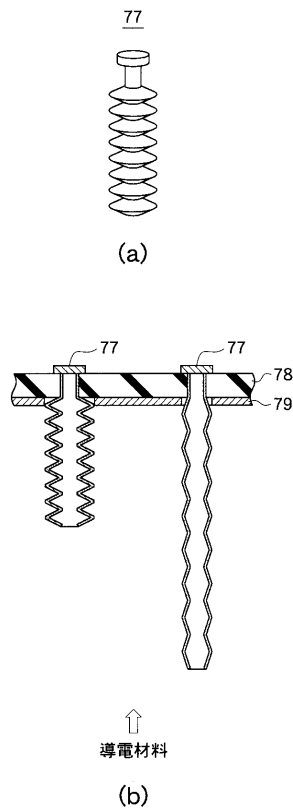
【図 17】



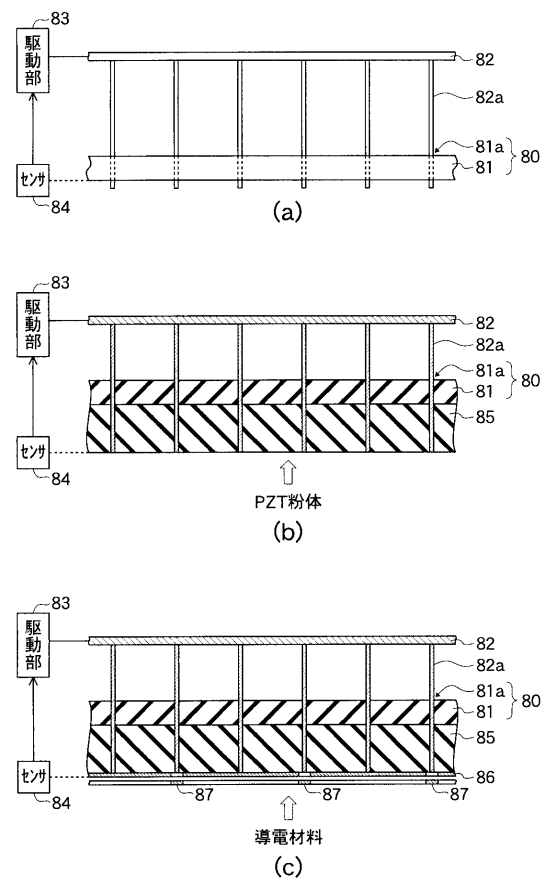
【図 18】



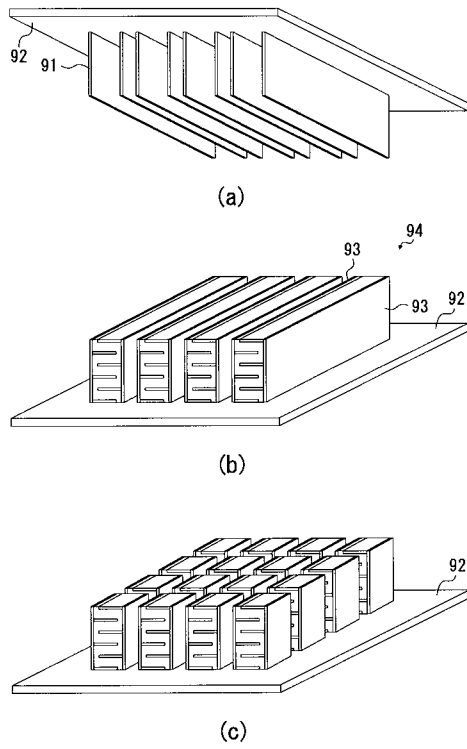
【図 19】



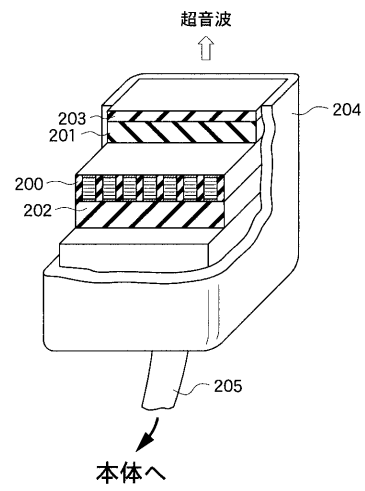
【図 20】



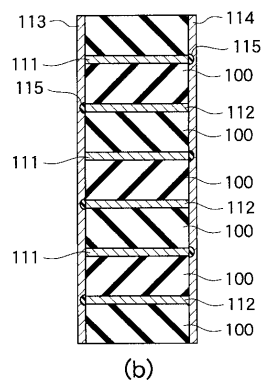
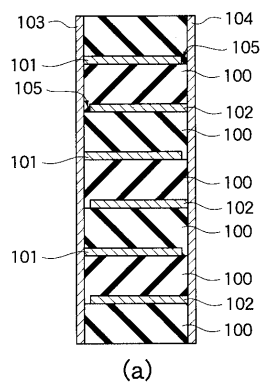
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 西田 和弘
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内
- (72)発明者 藤原 隆行
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

審査官 志摩 兆一郎

- (56)参考文献 特開昭64-057164(JP,A)
特開平06-291380(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04R 17/00