

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4510234号  
(P4510234)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int.Cl.

F 1

B 41 J 2/16 (2006.01)  
B 41 J 2/05 (2006.01)B 41 J 3/04 103H  
B 41 J 3/04 103B

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-167760 (P2000-167760)  
 (22) 出願日 平成12年6月5日 (2000.6.5)  
 (65) 公開番号 特開2001-47633 (P2001-47633A)  
 (43) 公開日 平成13年2月20日 (2001.2.20)  
 審査請求日 平成19年4月25日 (2007.4.25)  
 (31) 優先権主張番号 特願平11-158647  
 (32) 優先日 平成11年6月4日 (1999.6.4)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100123788  
 弁理士 宮崎 昭夫  
 (74) 代理人 100127454  
 弁理士 緒方 雅昭  
 (74) 代理人 100088328  
 弁理士 金田 暢之  
 (74) 代理人 100106297  
 弁理士 伊藤 克博  
 (74) 代理人 100106138  
 弁理士 石橋 政幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体吐出ヘッドの製造方法、該製造方法により製造された液体吐出ヘッド、および微小機械装置の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体を吐出するための吐出口と、  
 該吐出口に液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路を構成する壁部材と、  
 前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、  
 前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定されるとともに、前記液流路内の前記発熱体に對面する位置に前記基板との間に間隙をおいて設けられた片持梁状の可動部材と、を有し、

前記気泡を発生させることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端を前記基板と離れる方向に変位させて前記圧力を前記吐出口側に導き、前記吐出口から液体を吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、

前記可動部材を備える前記基板を用意する工程と、

光硬化性樹脂を、前記可動部材と前記基板との間の前記間隙を埋め、かつ、前記可動部材を被覆するように、スピンドルコートにて前記基板に塗布する工程と、

前記光硬化性樹脂の少なくとも前記壁部材に相当する箇所を露光し、硬化させる工程と、

前記基板を切断する工程と、

前記光硬化性樹脂の未露光部を除去する工程と、をこの順に有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

## 【請求項 2】

10

20

前記光硬化性樹脂の未露光部を除去する前記工程の後に、硬化した前記光硬化性樹脂の融点以上の温度で前記樹脂のベークを行う工程をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項3】**

前記可動部材は、SiN膜からなることを特徴とする請求項1または2に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項4】**

前記基板を切断する前記工程では、前記壁部材上にさらに天板が接合された状態で、前記基板を切断することを特徴とする請求項1に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項5】**

前記光硬化性樹脂は、常温で固体状のエポキシ樹脂を溶媒に溶かした状態で塗布されることを特徴とする請求項1に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項6】**

前記壁部材は、エポキシ樹脂のカチオン重合硬化物であることを特徴とする請求項1に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項7】**

前記光硬化性樹脂は、50%以上の固形成分を含み、平均分子量が1万以下であることを特徴とする請求項5に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【請求項8】**

前記基板および前記天板は、シリコン材料により形成されることを特徴とする請求項4に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、熱エネルギーを液体に作用させることで起こる気泡の発生によって、所望の液体を吐出する液体吐出ヘッドおよび該液体吐出ヘッドの製造方法等に関する。特に、本発明は、気泡の発生を利用して変位する可動部材を有する液体吐出ヘッドの製造方法、該製造方法により製造された液体吐出ヘッド、および微小機械装置の製造方法に関する。

**【0002】**

また、本発明は、紙、糸、纖維、布、金属、プラスチック、ガラス、木材、セラミック等の被記録媒体に対して記録を行う、プリンタ、複写機、通信システムを有するファクシミリ、プリンタ部を有するワードプロセッサ等の装置、さらには各種処理装置と複合的に組み合わされた産業用記録装置に適用することができるものである。

**【0003】**

なお、本発明における「記録」とは、文字や図形等のように意味を持つ画像を被記録媒体に対して付与することだけでなく、パターン等のように意味を持たない画像を付与することも意味するものである。

**【0004】**

**【従来の技術】**

図12は、従来の液体吐出ヘッドを、一部を破断した状態で示す斜視図である。

**【0005】**

図12に示すように、従来の液体吐出ヘッドは、液体に気泡を発生させるための熱エネルギーを与える気泡発生素子である複数個のヒーター1005が並列に設けられた基板1004と、この基板1004上に接合された天板1001とを有している。

**【0006】**

基板1004は、シリコン等の基体上に絶縁および蓄熱を目的とした酸化シリコン膜または窒化シリコン膜を成膜し、その上に、ヒーター1005を構成する電気抵抗層および配線電極をパターニングしたものである。この配線電極から電気抵抗層に電圧を印加し、電気抵抗層に電流を流することでヒーター1005が発熱する。なお、基板1004上には、ヒーター1005へ電流を供給する外部端子(不図示)が接続される実装用電極1003

10

20

30

40

50

が設けられている。

**【 0 0 0 7 】**

天板 1001 は、各ヒーター 1005 に対応した複数の液流路 1007 および各液流路 1007 に液体を供給するための共通液室 1010 を構成するためのもので、天井部分から各ヒーター 1005 の間に延びる流路側壁 1001a が一体的に設けられている。また、天板 1001 の上面には、外部から供給された液体を共通液室 1010 に流入させるためのインク供給連絡口 1002 が設けられている。天板 1001 はシリコン系の材料で構成され、液流路 1007 および共通液室 1010 のパターンをエッチングで形成し、シリコン基板上に CVD 等の公知の成膜方法により窒化シリコン、酸化シリコン等の流路側壁 1001a となる材料を堆積した後に、液流路 1007 の部分をエッチングして形成することができる。10

**【 0 0 0 8 】**

天板 1001 の先端面には壁部が設けられており、この壁部には、各液流路 1007 に対応しそれぞれ液流路 1007 を介して共通液室 1010 に連通する複数の吐出口 1006 が形成されている。

**【 0 0 0 9 】**

図 13 は、従来の液体吐出ヘッドの他の例を、一部を破断した状態で示す斜視図である。

**【 0 0 1 0 】**

図 13 に示す液体吐出ヘッドは、ヒーター 2005 に対して配置された片持梁状の可動部材 2009 が設けられている。可動部材 2009 は、窒化シリコンや酸化シリコン等のシリコン系の材料、あるいは弾性に優れたニッケル等で形成された薄膜からなる。この可動部材 2009 は、ヒーター 2005 よりも上流側に支点を有し、さらにこの支点に対して下流側に自由端を持つように、ヒーター 2005 から所定の距離を隔てて配されている。20

**【 0 0 1 1 】**

なお、液体吐出ヘッドの天板 2001、インク供給連絡口 2002、実装用電極 2003、基板 2004、ヒーター 2005、吐出口 2006、液流路 2007、および共通液室 2013 の構成は図 12 に示した液体吐出ヘッドと同様であるので、詳しい説明は省略する。

**【 0 0 1 2 】**

図 14 は、図 13 に示した液体吐出ヘッドによる液体吐出方法を説明するための、流路方向に沿った断面図である。30

**【 0 0 1 3 】**

図 14 (a) に示すように、ヒーター 2005 を発熱させると可動部材 2009 とヒーター 2005 との間のインクに熱が作用し、これによりヒーター 2005 に膜沸騰現象に基づく気泡 2008 が発生して成長する。この気泡 2008 の成長に伴う圧力は可動部材 2009 に優先的に作用し、可動部材 2009 は同図 (b) に示すように支点を中心に吐出口 2006 側に大きく開くように変位する。可動部材 2009 の変位もしくは変位した状態によって、気泡 2008 の発生に基づく圧力の伝播や気泡 2008 自身の成長が吐出口 2006 側に導かれ、同図 (c) に示すように吐出口 2006 から液体が吐出する。40

**【 0 0 1 4 】**

このように、ヒーター 2005 上に、液流路 2007 内の液体の流れの上流側（共通液室側）に支点を持ち下流側（吐出口 2006 側）に自由端を持つ可動部材 2009 を設けることによって、気泡 2008 の圧力伝播方向が下流側へ導かれ、気泡 2008 の圧力が直接的に効率よく吐出に寄与することになる。そして、気泡 2008 の成長方向自体も圧力伝播方向と同様に下流方向に導かれ、上流より下流で大きく成長する。このように、気泡 2008 の成長方向自体を可動部材 2009 によって制御し、気泡 2008 の圧力伝播方向を制御することで、吐出効率や吐出力または吐出速度などの根本的な吐出特性を向上させることができる。

**【 0 0 1 5 】**

一方、同図(d)に示すように、気泡2008が消泡工程に入ると、可動部材2009自身の弾性力との相乗効果で気泡2008は急速に消泡し、可動部材2009も最終的には同図(a)に示した初期位置に復帰する。このとき、気泡の収縮体積を補うため、また、吐出された液体の体積分を補うために、上流側すなわち共通液室側から液体が流れ込み、液流路2007への液体の充填(リフィル)が行われるが、この液体のリフィルは、可動部材2009の復帰作用に伴って効率よく合理的かつ安定して行われる。

#### 【0016】

図15は、図13に示した従来の液体吐出ヘッドの製造方法を説明するための斜視図である。

#### 【0017】

図15に示す従来の液体吐出ヘッドの製造方法では、まず最初に、ヒーター2005等が設けられた基板2004の上に可動部材2009を形成する。可動部材2009は、例えば、犠牲層アルミパターンの形成、可動部材2009を成すSiN層の形成、およびSiN層のパターニングからなる一連の半導体プロセスによって作成される。このように、基板2004の表面には可動部材等のデバイスが設けられることから、基板2004の表面は3~10μm程度の高さの凹凸を有することとなる。

#### 【0018】

次に、基板2004と天板2001との間に液流路2007および共通液室2013(共に図13参照)を構成するためのノズル壁材2010を、基板2004上に接合する。そして、ノズル壁材2010の天板2001が接合される上面を平坦化する。

10

#### 【0019】

次に、ノズル壁材2010の上面に天板2001を接合し、吐出口2006が形成されたオリフィスプレート2011を、液流路2007が開口している端面に接合する。以上の工程により、図13に示した従来の液体吐出ヘッドが製造される。

20

#### 【0020】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図15を参照して説明した製造方法では、ノズル壁材2010を基板2004上に精度良く接合させることが必要であり、さらに、天板2001の接合前にノズル壁材2010の上面を平坦化させる必要があるため、製造工程が煩雑となっていた。

#### 【0021】

30

また、この壁材を有機材料で形成する場合には、ドライフィルムを用いれば上記の厚さの薄膜を形成することができるものの、基板の表面には上記の通りに凹凸があるため、壁材上面の平坦化を図ることが困難であるだけでなく、可動部材がドライフィルムによって変形してしまう虞があった。さらに、従来のウェットプロセスを用いて数十μmの厚膜を形成することは困難であった。

#### 【0022】

そこで本発明は、壁部材の上面を平坦化しつつ製造時間を短縮することができ、さらに、数十μmの厚膜に形成された壁部材を備えた液体吐出ヘッド、該液体吐出ヘッドの製造方法、微小機械装置および該微小機械装置の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0023】

40

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、液体を吐出するための吐出口と、該吐出口に液体を供給するために前記吐出口に連通された液流路を構成する壁部材と、前記液体に気泡を発生させるための発熱体が備えられた基板と、前記吐出口側を自由端として前記基板に支持固定されるとともに、前記液流路内の前記発熱体に対面する位置に前記基板との間に隙間をおいて設けられた片持梁状の可動部材と、を有し、前記気泡を発生させることにより生じる圧力によって、前記可動部材の自由端を前記基板と離れる方向に変位させて前記圧力を前記吐出口側に導き、前記吐出口から液体を吐出させる液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記可動部材を備える基板を用意する工程と、光硬化性樹脂を、前記可動部材と前記基板との間の前記隙間を埋め、かつ、前記可動部材を被

50

覆するように、スピンドルにて前記基板に塗布する工程と、前記光硬化性樹脂の少なくとも前記壁部材に相当する箇所を露光し、硬化させる工程と、前記基板を切断する工程と、前記光硬化性樹脂の未露光部を除去する工程と、をこの順に有することを特徴とする。

#### 【0024】

本発明の液体吐出ヘッドの製造方法によれば、SiNやSiO等の無機材料を成膜することによって壁部材を形成する場合に比べて製造時間を短縮することが可能となる。さらに、本発明によれば、壁部材は、基板上にスピンドルによって塗布された液状の光硬化性樹脂のうちの所定の箇所を露光して硬化させ、未露光の硬化していない部分を除去することによって形成されるため、従来のウェットプロセスとは異なり数十μmの厚膜に形成することが可能となる。

10

#### 【0025】

さらに、光硬化性樹脂の未露光部を除去する工程の後に、硬化した光硬化性樹脂の融点以上の温度で樹脂のベークを行う工程を更に有することにより、壁部材の上面のレベリングフローが高精度に行われる。そのため、壁部材の上面を後工程の研磨等によって平坦化を行う必要がなく、液体吐出ヘッドの製造工程が簡素化され、ひいては液体吐出ヘッドを安価に製造することが可能になる。

#### 【0026】

さらには、樹脂は、50%以上の固形成分を含み、平均分子量が1万以下である構成することにより、樹脂の粘性が比較的に低くなり、スピンドルによる塗布工程において樹脂を良好に平坦化させることができるとともに、基板と可動部材との間の隙間にも樹脂を良好に流入させることができる。そのため、樹脂をスピンドルによって塗布する際に可動部材に撓みや曲がりが起こるおそれを低減することができる。

20

#### 【0027】

また、本発明の液体吐出ヘッドは、上記本発明の液体吐出ヘッドの製造方法によって製造されたものである。

#### 【0028】

また、本発明の微小機械装置の製造方法は、流路を構成する壁部材が表面に設けられた第1の基板と、前記第1の基板上の前記流路に前記第1の基板との間に隙間をあいて一方の端部を自由端として前記第1の基板に支持固定された可動部材と、前記壁部材の上面に接合される第2の基板と、を有する微小機械装置の製造方法であって、前記可動部材を備える第1の基板を用意する工程と、光硬化性樹脂を、前記可動部材と前記基板との隙間を埋め、かつ、前記可動部材を被覆するように、スピンドルにて前記第1の基板に塗布する工程と、前記光硬化性樹脂の少なくとも前記壁部材に相当する箇所を露光し、硬化させる工程と、前記光硬化性樹脂の未露光部を除去する工程と、を有することを特徴とする。

30

#### 【0029】

上記の発明において、光硬化性樹脂の未露光部を除去する工程の後に、硬化した光硬化性樹脂の融点以上の温度で樹脂のベークを行う工程を更に有することが好ましい。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明に適用可能な一実施形態として、液体を吐出する複数の吐出口と、互いに接合されることでそれぞれ吐出口と連通する複数の液流路を構成するための第1の基板および第2の基板と、電気エネルギーを液流路内の液体の吐出エネルギーに変換するために各液流路内に配された複数のエネルギー変換素子と、エネルギー変換素子の駆動条件を制御するための、機能が異なる複数の素子あるいは電気回路とを有し、上記素子あるいは電気回路がその機能に応じて第1の基板と第2の基板とに振り分けられている液体吐出ヘッドの説明を行う。

40

#### 【0031】

図1は、本発明の一実施形態である液体吐出ヘッドの液流路方向に沿った断面図である。

#### 【0032】

図1に示すように、この液体吐出ヘッドは、液体に気泡を発生させるための熱エネルギー

50

を与える複数個（図1では1つのみ示す）の発熱体2が並列に設けられた素子基板1と、この素子基板1上に接合された天板3と、素子基板1および天板3の前端面に接合されたオリフィスプレート4と、素子基板1と天板3とで構成される液流路7内に設置された可動部材6とを有する。

#### 【0033】

素子基板1は、シリコン等の基板上に絶縁および蓄熱を目的としたシリコン酸化膜または窒化シリコン膜を成膜し、その上に、発熱体2を構成する電気抵抗層および配線をパターンングしたものである。この配線から電気抵抗層に電圧を印加し、電気抵抗層に電流を流すことによって発熱体2が発熱する。

#### 【0034】

天板3は、各発熱体2に対応した複数の液流路7および各液流路7に液体を供給するための共通液室8を素子基板1との間に構成するためのものである。素子基板1上に複数の液流路7および共通液室8を構成する流路側壁9は、図8および図9を参照して後に説明するように、ネガ型の感光性エポキシ樹脂によって素子基板1上に設けられる。

10

#### 【0035】

オリフィスプレート4には、各液流路7に対応しそれぞれ液流路7を介して共通液室8に連通する複数の吐出口5が形成されている。オリフィスプレート4もシリコン系の材料からなるものであり、例えば、吐出口5を形成したシリコン基板を10～150μm程度の厚さに削ることにより形成される。なお、オリフィスプレート4は本発明には必ずしも必要な構成ではなく、オリフィスプレート4を設ける代わりに、天板3に液流路7を形成する際に天板3の先端面にオリフィスプレート4の厚さ相当の壁を残し、この部分に吐出口5を形成することで、吐出口付きの天板とすることもできる。

20

#### 【0036】

可動部材6は、液流路7を吐出口5に連通した第1の液流路7aと、発熱体2を有する第2の液流路7bとに分けるように、発熱体2に対面して配置された片持梁状の薄膜であり、窒化シリコンや酸化シリコンなどのシリコン系の材料で形成される。

#### 【0037】

この可動部材6は、液体の吐出動作によって共通液室8から可動部材6を経て吐出口5側へ流れる大きな流れの上流側に支点6aを持ち、この支点6aに対して下流側に自由端6bを持つように、発熱体2に面した位置に発熱体2を覆うような状態で発熱体2から所定の距離を隔てて配されている。この発熱体2と可動部材6との間が気泡発生領域10となる。

30

#### 【0038】

上記構成に基づき、発熱体2を発熱させると、可動部材6と発熱体2との間の気泡発生領域10の液体に熱が作用し、これにより発熱体2上に膜沸騰現象に基づく気泡が発生し、成長する。この気泡の成長に伴う圧力は可動部材6に優先的に作用し、可動部材6は図1に破線で示されるように、支点6aを中心に吐出口5側に大きく開くように変位する。可動部材6の変位もしくは変位した状態によって、気泡の発生に基づく圧力の伝搬や気泡自身の成長が吐出口5側に導かれ、吐出口5から液体が吐出する。

#### 【0039】

40

つまり、気泡発生領域10上に、液流路7内の液体の流れの上流側（共通液室8側）に支点6aを持ち下流側（吐出口5側）に自由端6bを持つ可動部材6を設けることによって、気泡の圧力伝搬方向が下流側へ導かれ、気泡の圧力が直接的に効率よく吐出に寄与することになる。そして、気泡の成長方向自体も圧力伝搬方向と同様に下流方向に導かれ、上流より下流で大きく成長する。このように、気泡の成長方向自体を可動部材によって制御し、気泡の圧力伝搬方向を制御することで、吐出効率や吐出力または吐出速度等の根本的な吐出特性を向上させることができる。

#### 【0040】

一方、気泡が消泡工程に入ると、可動部材6の弾性力との相乗効果で気泡は急速に消泡し、可動部材6も最終的には図1に実線で示した初期位置に復帰する。このとき、気泡発生

50

領域 1 0 での気泡の収縮体積を補うため、また、吐出された液体の体積分を補うために、上流側すなわち共通液室 8 側から液体が流れ込み、液流路 7 への液体の充填（リフィル）が行われるが、この液体のリフィルは、可動部材 6 の復帰作用に伴って効率よく合理的かつ安定して行われる。

#### 【 0 0 4 1 】

また、本実施形態の液体吐出ヘッドは、発熱体 2 の駆動を制御するための回路や素子を有する。これら回路や素子は、その機能に応じて素子基板 1 または天板 3 に分担して配置されている。また、これら回路や素子は、素子基板 1 および天板 3 がシリコン材料で構成されていることから、半導体ウェハプロセス技術を用いて容易かつ微細に形成することができる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

以下に、半導体ウェハプロセス技術を用いて形成された素子基板 1 の構造について説明する。

#### 【 0 0 4 3 】

図 2 は、図 1 に示す液体吐出ヘッドに用いられる素子基板の断面図である。図 2 に示すように、本実施形態の液体吐出ヘッドに用いられる素子基板 1 では、シリコン基板 3 0 1 の表面に、蓄熱層としての熱酸化膜 3 0 2 および、蓄熱層を兼ねる層間膜 3 0 3 がこの順番で積層されている。層間膜 3 0 3 としては、 $\text{SiO}_2$  膜または $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜が用いられている。層間膜 3 0 3 の表面に部分的に抵抗層 3 0 4 が形成され、抵抗層 3 0 4 の表面に部分的に配線 3 0 5 が形成されている。配線 3 0 5 としては、A 1、または A 1 - Si, A 1 - Cu などの A 1 合金配線が用いられている。この配線 3 0 5、抵抗層 3 0 4 および層間膜 3 0 3 の表面に、 $\text{SiO}_2$  膜または $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜から成る保護膜 3 0 6 が形成されている。保護膜 3 0 6 の表面の、抵抗層 3 0 4 に対応する部分およびその周囲には、抵抗層 3 0 4 の発熱に伴う化学的および物理的な衝撃から保護膜 3 0 6 を守るための耐キャビテーション膜 3 0 7 が形成されている。抵抗層 3 0 4 表面の、配線 3 0 5 が形成されていない領域は、抵抗層 3 0 4 の熱が作用する部分となる熱作用部 3 0 8 である。

20

#### 【 0 0 4 4 】

この素子基板 1 上の膜は半導体の製造技術によりシリコン基板 3 0 1 の表面に順に形成され、シリコン基板 3 0 1 に熱作用部 3 0 8 が備えられている。

#### 【 0 0 4 5 】

30

図 3 は、図 2 に示す素子基板 1 の主要素子を縦断するように素子基板 1 を切断した模式的断面図である。

#### 【 0 0 4 6 】

図 3 に示すように、P 導電体であるシリコン基板 3 0 1 の表層には N 型ウェル領域 4 2 2 および P 型ウェル領域 4 2 3 が部分的に備えられている。そして、一般的な MOS プロセスを用いてイオンプラテーションなどの不純物導入および拡散によって、N 型ウェル領域 4 2 2 に P - MoS 4 2 0 が、P 型ウェル領域 4 2 3 に N - MoS 4 2 1 が備えられている。P - MoS 4 2 0 は、N 型ウェル領域 4 2 2 の表層に部分的に N 型あるいは P 型の不純物を導入してなるソース領域 4 2 5 およびドレイン領域 4 2 6 や、N 型ウェル領域 4 2 2 の、ソース領域 4 2 5 およびドレイン領域 4 2 6 を除く部分の表面に厚さ数百 nm のゲート絶縁膜 4 2 8 を介して堆積されたゲート配線 4 3 5 などから構成されている。また、N - MoS 4 2 1 は、P 型ウェル領域 4 2 3 の表層に部分的に N 型あるいは P 型の不純物を導入してなるソース領域 4 2 5 およびドレイン領域 4 2 6 や、P 型ウェル領域 4 2 3 の、ソース領域 4 2 5 およびドレイン領域 4 2 6 を除く部分の表面に厚さ数百 nm のゲート絶縁膜 4 2 8 を介して堆積されたゲート配線 4 3 5 などから構成されている。ゲート配線 4 3 5 は、CVD 法により堆積した厚さ 4 0 0 0 ~ 5 0 0 0 nm のポリシリコンから成るものである。これらの P - MoS 4 2 0 および N - MoS 4 2 1 から C - MoS ロジックが構成されている。

40

#### 【 0 0 4 7 】

P 型ウェル領域 4 2 3 の、N - MoS 4 2 1 と異なる部分には、電気熱変換素子駆動用の

50

N - MoSトランジスタ430が備えられている。N - MoSトランジスタ430も、不純物導入および拡散などの工程によりP型ウェル領域423の表層に部分的に備えられたソース領域432およびドレイン領域431や、P型ウェル領域423の、ソース領域432およびドレイン領域431を除く部分の表面にゲート絶縁膜428を介して堆積されたゲート配線433などから構成されている。

#### 【0048】

本実施形態では、電気熱変換素子駆動用のトランジスタとしてN - MoSトランジスタ430を用いたが、複数の電気熱変換素子を個別に駆動できる能力を持ち、かつ、上述したような微細な構造を得ることができるトランジスタであれば、このトランジスタに限られない。

10

#### 【0049】

P - MoS420とN - MoS421との間や、N - MoS421とN - MoSトランジスタ430との間などの各素子間には、5000 ~ 10000 の厚さのフィールド酸化により酸化膜分離領域424が形成されており、その酸化膜分離領域424によって各素子が分離されている。酸化膜分離領域424の、熱作用部308に対応する部分は、シリコン基板301の表面側から見て一層目の蓄熱層434としての役割を果たす。

#### 【0050】

P - MoS420、N - MoS421およびN - MoSトランジスタ430の各素子の表面には、厚さ約7000 のPSG膜またはBPSG膜などから成る層間絶縁膜436がCVD法により形成されている。熱処理により層間絶縁膜436を平坦化した後に、層間絶縁膜436およびゲート絶縁膜428を貫通するコンタクトホールを介して第1の配線層となるA1電極437により配線が行われている。層間絶縁膜436およびA1電極437の表面には、厚さ10000 ~ 15000 のSiO<sub>2</sub>膜から成る層間絶縁膜438がプラズマCVD法により形成されている。層間絶縁膜438の表面の、熱作用部308およびN - MoSトランジスタ430に対応する部分には、厚さ約1000 のTaN<sub>0.8,hex</sub>膜から成る抵抗層304がDCスパッタ法により形成されている。抵抗層304は、層間絶縁膜438に形成されたスルーホールを介してドレイン領域431の近傍のA1電極437と電気的に接続されている。抵抗層304の表面には、各電気熱変換素子への配線となる第2の配線層としての、A1の配線305が形成されている。

20

#### 【0051】

配線305、抵抗層304および層間絶縁膜438の表面の保護膜306は、プラズマCVD法により形成された厚さ10000 のSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜から成るものである。保護膜306の表面に形成された耐キャビテーション膜307は、厚さ約2500 のTaなどの膜から成るものである。

30

#### 【0052】

このようにして得られた液体吐出ヘッドをヘッドカートリッジや液体吐出装置に搭載する場合には、図4に示すように、プリント配線基板23が搭載されたベース基板22上に固定し、液体吐出ヘッドユニット20とされる。図4において、プリント配線基板23には、液体吐出装置のヘッド制御部と電気的に接続される複数の配線パターン24が設けられ、これら配線パターン24は、ボンディングワイヤー25を介して外部コンタクトパッド15と電気的に接続される。外部コンタクトパッド15は素子基板1のみに設けられているので、液体吐出ヘッド21と外部との電気的接続は、従来の液体吐出ヘッドと同様にして行うことができる。ここでは、外部コンタクトパッド15を素子基板1に設けた例について説明したが、素子基板1ではなく天板3のみに設けてもよい。

40

#### 【0053】

次に、フォトリソグラフィプロセスを利用した、素子基板への可動部材の製造方法について説明する。

#### 【0054】

図5は、図1に基づいて説明した液体吐出ヘッドへの可動部材6の製造方法の一例を説明するための図であり、図5では、図1に示した液流路7の流路方向に沿った断面が示され

50

ている。図5に基づいて説明する製造方法では、素子基板1上に可動部材6を形成してなるものと、天板に流路側壁を形成してなるものとを接合することで、図1に示した構成の液体吐出ヘッドを製造する。従って、この製造方法では、可動部材6が作り込まれた素子基板1に天板を接合する前に、天板に流路側壁が作り込まれる。

#### 【0055】

まず、図5(a)では、素子基板1の発熱体2側の面全体に、発熱体2との電気的な接続を行うための接続用パッド部分を保護するための第1の保護層としてのTiW膜76をスパッタリング法によって約5000の厚さで形成する。

#### 【0056】

次に、図5(b)では、TiW膜76の表面に、間隙形成部材71aを形成するためのA1膜をスパッタリング法によって約4μmの厚さで形成する。間隙形成部材71aは、後述する図5(d)の工程において、SiN膜72aがエッチングされる領域までに延在されている。

10

#### 【0057】

形成されたA1膜を、周知のフォトリソグラフィプロセスを用いてパターニングすることで、そのA1膜の、可動部材6の支持固定部に対応する部分のみを除去し、TiW膜76の表面に間隙形成部材71aを形成する。従って、TiW膜76表面の、可動部材6の支持固定部に対応する部分が露出することになる。この間隙形成部材71aは、素子基板1と可動部材6との間の間隙を形成するための、A1膜からなるものである。間隙形成部材71aは、図1に示した発熱体2と可動部材6との間の気泡発生領域10に対応する位置を含む、TiW膜76の表面の、可動部材6の支持固定部に対応する部分を除く部分全てに形成されている。従って、この製造方法では、TiW膜76の表面の、流路側壁に対応する部分にまで間隙形成部材71aが形成されている。

20

#### 【0058】

この間隙形成部材71aは、後述するようにドライエッチングにより可動部材6を形成する際のエッチングストップ層として機能する。これは、TiW膜76や、素子基板1における耐キャビテーション膜としてのTa膜、および抵抗体上の保護層としてのSiN膜が、液流路7を形成するために使用するエッチングガスによりエッチングされてしまうからであり、それらの層や膜のエッチングを防止するために、このような間隙形成部材71aを素子基板1上に形成する。これにより、可動部材6を形成するためにSiN膜のドライエッチングを行う際にTiW膜76の表面が露出することがなく、そのドライエッチングによるTiW膜76および、素子基板1内の機能素子の損傷が間隙形成部材71aによって防止される。

30

#### 【0059】

次に、図5(c)では、間隙形成部材71aの表面全体および、TiW膜76の、露出した面全体に、プラズマCVD法を用いて、可動部材6を形成するための材料膜である厚さ約4.5μmのSiN膜72aを、間隙形成部材71aを被覆するように形成する。ここで、プラズマCVD装置を用いてSiN膜72aを形成する際には、図6を参照して次に説明するように、素子基板1を構成するシリコン基板などを介して、素子基板1に備えられたTaからなる耐キャビテーション膜を接地する。これにより、プラズマCVD装置の反応室内でのプラズマ放電により分解されたイオン種およびラジカルの電荷に対して素子基板1内の発熱体2やラッチ回路などの機能素子を保護することができる。

40

#### 【0060】

図6に示すように、SiN膜72aを形成するためのプラズマCVD装置の反応室83a内には、所定の距離をおいて互いに対向するRF電極82aおよびステージ85aが備えられている。RF電極82aには、反応室83aの外部のRF電源81aによって電圧が印加される。一方、ステージ85aのRF電極82a側の面上には素子基板1が取り付けられており、素子基板1の発熱体2側の面がRF電極82aと対向している。ここで、素子基板1が有する、発熱体2の面上に形成されたTaからなる耐キャビテーション膜は、素子基板1のシリコン基板と電気的に接続されており、間隙形成部材71aは、素子基板

50

1のシリコン基板、およびステージ85aを介して接地されている。

#### 【0061】

このように構成されたプラズマCVD装置においては、前記耐キャビテーション膜が接地された状態で供給管84aを通して反応室83a内にガスを供給し、素子基板1とRF電極82aとの間にプラズマ46を発生させる。反応室83a内のプラズマ放電により分解されたイオン種やラジカルが素子基板1上に堆積することで、SiN膜72aが素子基板1上に形成される。その際、イオン種やラジカルにより素子基板1上に電荷が発生するが、上述したように耐キャビテーション膜が接地されていることにより、素子基板1内の発熱体2やラッチ回路などの機能素子がイオン種やラジカルの電荷によって損傷することが防止される。

10

#### 【0062】

次に、図5(d)では、SiN膜72aの表面に、スパッタリング法によりAl膜を約6100の厚さで形成した後、形成されたAl膜を、周知のフォトリソグラフィプロセスを用いてパターニングし、SiN膜72a表面の、可動部材6に対応する部分に第2の保護層としてのAl膜(不図示)を残す。その第2の保護層としてのAl膜は、可動部材6を形成するためにSiN膜72aのドライエッティングを行う際の保護層(エッティングトップ層)すなわちマスクとなる。

#### 【0063】

そして、誘電結合プラズマを使ったエッティング装置を用い、前記第2の保護層をマスクにしてSiN膜72aをパターニングすることで、そのSiN膜72aの残った部分で構成される可動部材6を形成する。そのエッティング装置ではCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスを用いており、SiN膜72aをパターニングする工程では、図1に示したように可動部材6の支持固定部が素子基板1に直接固定されるようにSiN膜72aの不要な部分を除去する。可動部材6の支持固定部と素子基板1との密着部の構成材料には、パッド保護層の構成材料であるTiW、および素子基板1の耐キャビテーション膜の構成材料であるTaが含まれる。

20

#### 【0064】

ここで、ドライエッティング装置を用いてSiN膜72aをエッティングする際には、図7を参照して次に説明するように素子基板1などを介して間隙形成部材71aを接地する。これにより、ドライエッティングの際にCF<sub>4</sub>ガスの分解により生じるイオン種およびラジカルの電荷が間隙形成部材71aに留まることを防止して、素子基板1の発熱体2やラッチ回路などの機能素子を保護することができる。また、このエッティングの工程において、SiN膜72aの不要な部分を除去することで露出する部分、すなわちエッティングされる領域には、上述したように間隙形成部材71aが形成されているため、TiW膜76の表面が露出することがなく、間隙形成部材71aによって素子基板1が確実に保護される。

30

#### 【0065】

図7に示すように、SiN膜72aをエッティングするためのドライエッティング装置の反応室83b内には、所定の距離をおいて互いに対向するRF電極82bおよびステージ85bが備えられている。RF電極82bには、反応室83bの外部のRF電源81bによって電圧が印加される。一方、ステージ85bのRF電極82b側の面上には素子基板1が取り付けられており、素子基板1の発熱体2側の面がRF電極82bと対向している。ここで、Al膜からなる間隙形成部材71aは、素子基板1に備えられたTaからなる耐キャビテーション膜と電気的に接続されており、かつ、その耐キャビテーション膜は、前述したように素子基板1のシリコン基板と電気的に接続されており、間隙形成部材71aは、素子基板1の耐キャビテーション膜やシリコン基板、およびステージ85bを介して接地されている。

40

#### 【0066】

このように構成されたドライエッティング装置において、間隙形成部材71aが接地された状態で供給管84aを通して反応室83a内にCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスを供給し、SiN膜72aのエッティングを行う。その際、CF<sub>4</sub>ガスの分解により生じるイオン種やラジカル

50

によって素子基板1上に電荷が発生するが、上述したように間隙形成部材71aが接地されていることにより、素子基板1内の発熱体2やラッチ回路などの機能素子がイオン種やラジカルの電荷によって損傷することが防止される。

#### 【0067】

本実施形態では、反応室83aの内部に供給するガスとして、CF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスを用いたが、O<sub>2</sub>が混合されていないCF<sub>4</sub>ガスまたはC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>ガス、あるいはC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスなどを用いてもよい。

#### 【0068】

次に、図5(e)では、酢酸、りん酸および硝酸の混酸を用いて、可動部材6に形成したA1膜からなる前記第2の保護層や、A1膜からなる間隙形成部材71aを溶出して除去し、素子基板1上に可動部材6を作り込む。その後、過酸化水素を用いて、素子基板1に形成したTiW膜76の、気泡発生領域10およびパッドに対応する部分を除去する。

10

#### 【0069】

以上のようにして、可動部材6が設けられた素子基板1が製造される。ここでは、図1に示したように可動部材6の支持固定部が素子基板1に直接固定されているものを製造する場合で説明したが、この製造方法を適用して、可動部材が台座部を介して素子基板に固定された液体吐出ヘッドを製造することもできる。この場合、図5(b)に示した間隙形成部材71aを形成する工程の前に、可動部材の、自由端と反対側の端部を素子基板に固定するための台座部を素子基板の発熱体側の面上に形成する。この場合でも、台座部と素子基板との密着部の構成材料には、パッド保護層の構成材料であるTiW、および素子基板の耐キャビテーション膜の構成材料であるTaが含まれる。

20

#### 【0070】

次に、上記のように可動部材6が形成された素子基板1(図8(a)、図9(a)参照)の上に、下記の表1に示す材料からなるネガ型の感光性エポキシ樹脂100をスピンドルによって50μmの厚さで塗布する(図8(b)、図9(b)参照)。

#### 【0071】

#### 【表1】

材料	SU-8-50 (マイクロケミカルコーポ社製)
塗布厚	50 μm
プリベーク	90°C 5分 ホットプレート
露光装置	MPA600 (キヤノン製ミラープロジェクションアライナ)
露光光量	2 [J/cm <sup>2</sup> ]
PEB	90°C 5分 ホットプレート
現像液	プロピレングリコール1-モノメチルエーテルアセテート(キシダ化学製)
本ベーク	200°C 1時間

30

これにより、感光性エポキシ樹脂100を可動部材6と素子基板1との間に設けるとともに、可動部材6の表面にも設けることができるため、樹脂による可動部材6の変形を抑制し信頼性の高い可動部材6を有する液体吐出ヘッドを製造することが可能となる。

#### 【0072】

次に、本発明に用いる壁部材の材料について説明する。壁部材の材料としては液流路をフォトリソグラフィーで容易にかつ精度よく形成できることから、感光性樹脂が好ましい。このような感光性樹脂は、構造材料としての高い機械的強度、素子基板1との密着性、及び耐インク性、と同時に、液流路の微細なパターンを高アスペクトでパターニングするための高い解像性が要求される。ここで、本発明者は、鋭意検討の結果、エポキシ樹脂の力

40

50

チオノン重合硬化物が構造材料として優れた強度、密着性、耐インク性を有し、また、前記エポキシ樹脂が常温にて固体状であれば、優れたパターニング特性を有することを見い出した。常温で固体状のエポキシ樹脂を用いる場合は、塗布の際には溶媒に溶かして液状とする。

#### 【0073】

まず、エポキシ樹脂のカチオノン重合硬化物は、通常の酸無水物もしくはアミンによる硬化物に比較して高い架橋密度（高 Tg）を有するため、構造材として優れた特性を示す。

#### 【0074】

また、常温にて固体状のエポキシ樹脂を用いることで、光照射によりカチオノン重合開始剤より発生した重合開始種のエポキシ樹脂中への拡散が抑えられ、優れたパターニング精度、形状を得ることができる。10

#### 【0075】

ここで、可動部材 6 のような片持ち梁状の弁部材が表面に設けられている場合には、粘性が高い樹脂をスピンドルコートによって塗布しようとすると、樹脂が拡散する際に弁部材が撓んだり曲がったりするおそれがある。しかしながら、本実施形態におけるネガ型の感光性エポキシ樹脂として用いられる上記の材料は比較的に粘性が低いので、スピンドルコートによって塗布する際に弁部材に撓みや曲がりが起こるおそれなく、さらに、素子基板 1 と可動部材 6 との間の隙間にも樹脂を良好に流し込むことができる。

#### 【0076】

そして、本発明者らは、可動部材の変形を防止し、かつ、光硬化性樹脂の塗布表面を平滑にするために、上述のような光硬化性樹脂の材料としては、固形成分が十分に多くかつ塗布工程でのレベリング（平坦化）がし易い材料であること、具体的には 50% 以上の固形成分を含んでいる材料が好ましいことが判った。さらに、スピンドルコートによる塗布を可能にするには、樹脂の分子量が小さいこと、具体的には樹脂の平均分子量が 1 万以下であることが好ましいことが判った。20

#### 【0077】

なお、このスピンドルコート工程において、余分な樹脂コート材料（光硬化性樹脂）が、外周部の空気抵抗との関係から飛びきれないために、ウェハー周辺部が盛り上がる傾向にある。これは、コートの膜厚が厚くなればなる程、精度における問題となる。そこで、本実施形態では、図 10 に示すように、樹脂コート材料を溶解するアセトンおよび IPA（イソプロピルアルコール）の混合液等をウェハーの周辺部に滴下することにより（サイドリンス工程）、ウェハー上の樹脂コート膜の厚さの均一性を向上することができた。30

#### 【0078】

続いて、上記の表 1 に示すように、ホットプレートを用いて 90℃, 5 分の条件で感光性エポキシ樹脂 100 のプリベークを行った後に、露光装置（MPA 600）を用いて 2 [J/cm²] の露光光量で感光性エポキシ樹脂 100 を所定のパターンに露光する（図 8 (c) 参照）。

#### 【0079】

ネガ型の感光性樹脂である光硬化性樹脂は、露光された部分 100b が硬化し、露光されない部分 100a は硬化しない。そのため、上記の露光工程ではマスク 101 により流路側壁 9 を形成すべき箇所のみを露光し、その他の箇所は露光しない。なお、可動部材 6 と素子基板 1 との間の領域に流入している樹脂は、マスク 101 によって露光光が遮られるために硬化しない。また、上記のようにスピンドルコート工程（塗布工程）とサイドリンス工程とを同時に行うことにより、可動部材 6 が素子基板 1 との間に間隙形成部を形成した後に壁部材を平坦に形成することができる（図 11 参照）。さらに、可動部材 6 と素子基板 1 との間に流れ込んだネガ型の樹脂は硬化しないので、簡単に除去することができる。40

#### 【0080】

そして、再びホットプレートを用いて 90℃, 5 分の条件で感光性エポキシ樹脂 100 の PEB を行い、上記の現像液を用いてエッチャリングを行った後に、200℃, 1 時間の条件で本ベークを行う。ここで、光硬化後の樹脂のレベリングを行う工程（本ベーク工程）で50

は、上述のように樹脂の融点（上記の樹脂では90℃）以上の温度でベークを行ってレベリングフローをさせることができ、レベリングの精度を向上させるために有効である。

#### 【0081】

以上の工程により、図8(d)、図9(c)に示すように、表面に可動部材6および流路側壁9が設けられた素子基板1が形成される。

#### 【0082】

この後、素子基板1をダイシングによって所定の形状に切断し、素子基板1に天板3およびオリフィスプレート4を接着剤によって接合する。なお、上記のような条件で本ベークを行うことにより、流路側壁9の高さ精度を±0.5μm以下とすることができますので、天板3を接合する際に流路側壁9の上面に塗布する接着剤層の厚さを薄くすることができる。10

#### 【0083】

ここでは素子基板1の切断を、感光性エポキシ樹脂100の未露光部を除去して流路側壁9が形成された後、天板3が接合される前に行っているが、感光性エポキシ樹脂100の露光後であれば、天板3を接合した後に切断してもよいし、感光性エポキシ樹脂100の未露光部が除去される前、すなわち液流路部分に未硬化樹脂が充填されている状態で切断してもよい。

#### 【0084】

以上説明した実施形態では本発明を液体吐出ヘッドに適用した例について説明したが、本発明が適用されるのは上記のような液体吐出ヘッドに限らず、例えば、液流路を構成する壁部材が表面に設けられた第1の基板と、第1の基板上の液流路に第1の基板との間に間隙をおいて一方の端部を自由端として第1の基板に支持固定された可動部材と、壁部材の上面に接合される第2の基板とを有する微小機械装置全般に適用することができる。20

#### 【0085】

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、基板上に設けられる壁部材が、露光されると硬化するネガ型の感光性樹脂によって構成されているので、SiNやSiO等の無機材料を成膜することによって壁部材を形成する場合に比べて製造時間を短縮することができ、さらに、従来のウェットプロセスとは異なり数十μmの厚膜を形成することができる。

#### 【0086】

また、硬化した樹脂の融点以上の温度でその樹脂のベークを行うことにより、壁部材の上面のレベリングフローが高精度に行われるため、壁部材の上面を研磨等によって後工程で平坦化を行う必要がなく、製造工程が簡素化され、ひいては製造コストを低減させることができる。30

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である液体吐出ヘッド構造を説明するための、液流路方向に沿った断面図である。

【図2】図1に示した液体吐出ヘッドに用いられる素子基板の断面図である。

【図3】図2に示した素子基板の主要素子を縦断するように素子基板を切断した模式的断面図である。40

【図4】図1に示す液体吐出ヘッドを搭載した液体吐出ヘッドユニットの平面図である。

【図5】素子基板上に可動部材を形成する方法を説明するための図である。

【図6】プラズマCVD装置を用いて素子基板上にSiN膜を形成する方法を説明するための図である。

【図7】ドライエッチング装置を用いてSiN膜を形成する方法を説明するための図である。

【図8】素子基板上に可動部材及び流路側壁を形成する方法を説明するための工程を示す、液流路の横断面図である。

【図9】素子基板上に可動部材及び流路側壁を形成する方法を説明するための斜視図である。50

【図10】流路側壁の形成工程におけるサイドリンス工程を説明するための図である。  
 【図11】流路側壁の形成工程において、スピンドルコート工程およびサイドリンス工程を行った後の状態を示す図である。

【図12】従来の液体吐出ヘッドを、一部を破断した状態で示す斜視図である。

【図13】従来の液体吐出ヘッドの他の例を、一部を破断した状態で示す斜視図である。

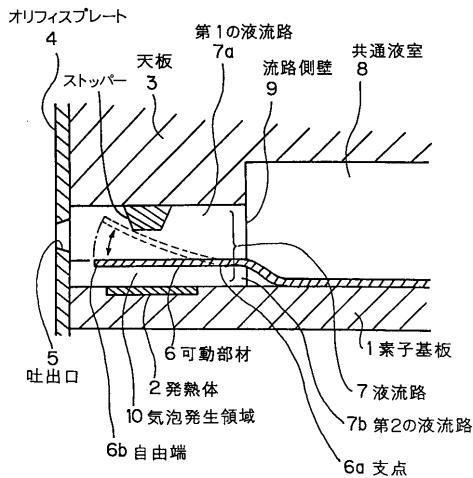
【図14】図13に示した液体吐出ヘッドによる液体吐出方法を説明するための、流路方向に沿った断面図である。

【図15】図13に示した従来の液体吐出ヘッドの製造方法を説明するための斜視図である。

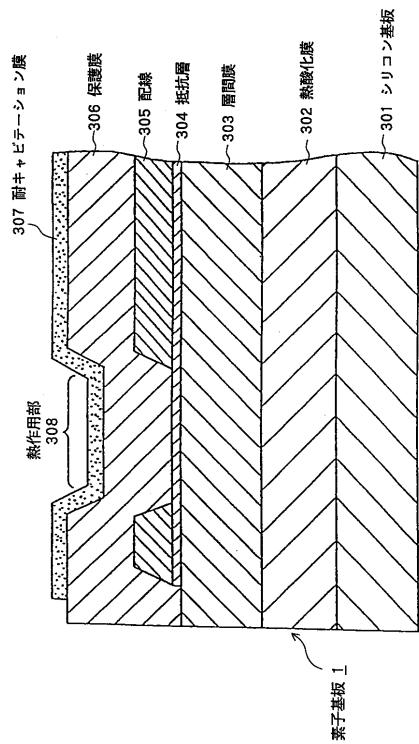
【符号の説明】

1	素子基板	10
2	発熱体	
3	天板	
4	オリフィスプレート	
5	吐出口	
6	可動部材	
6 a	支点	
6 b	自由端	
7	液流路	
7 a	第1の液流路	20
7 b	第2の液流路	
8	共通液室	
9	流路側壁	
10	気泡発生領域	
15	外部コンタクトパッド	
20	液体吐出ヘッドユニット	
21	液体吐出ヘッド	
22	ベース基板	
23	プリント配線基板	
24	配線パターン	30
25	ポンディングワイヤー	
71 a	間隙形成部材	
72 a	S i N 膜	
76	T i W膜	
100	感光性エポキシ樹脂	
101	マスク	

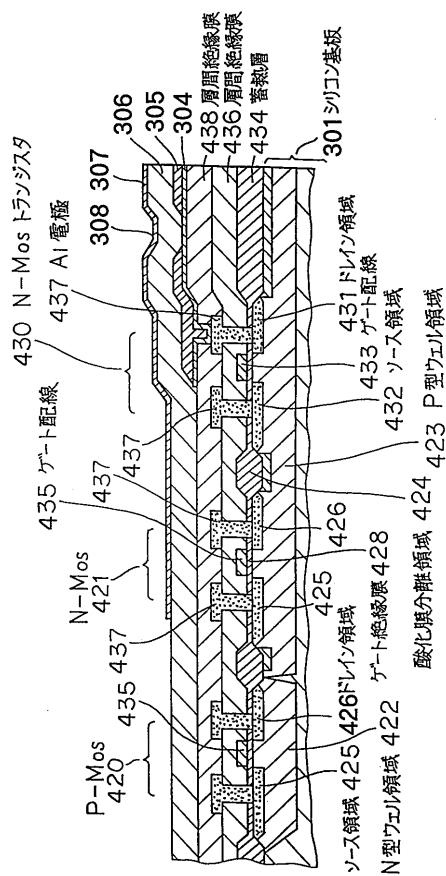
【図1】



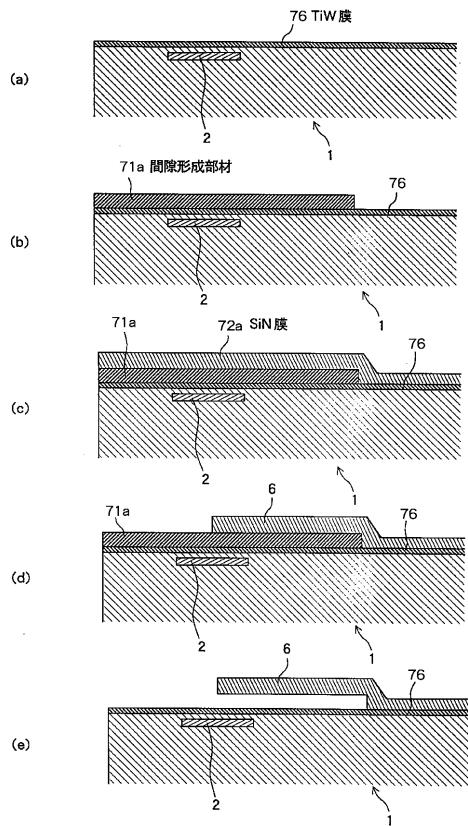
【図2】



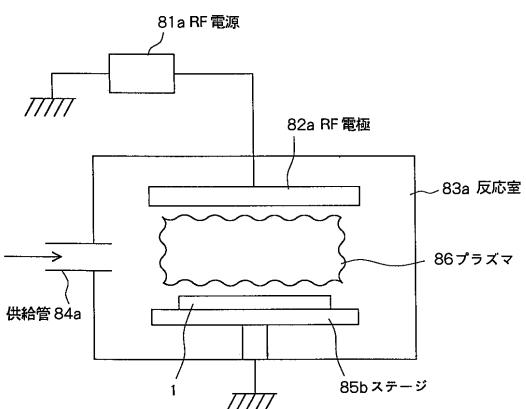
【図3】



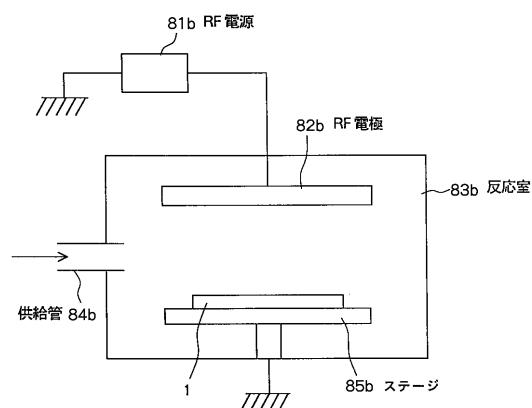
【図5】



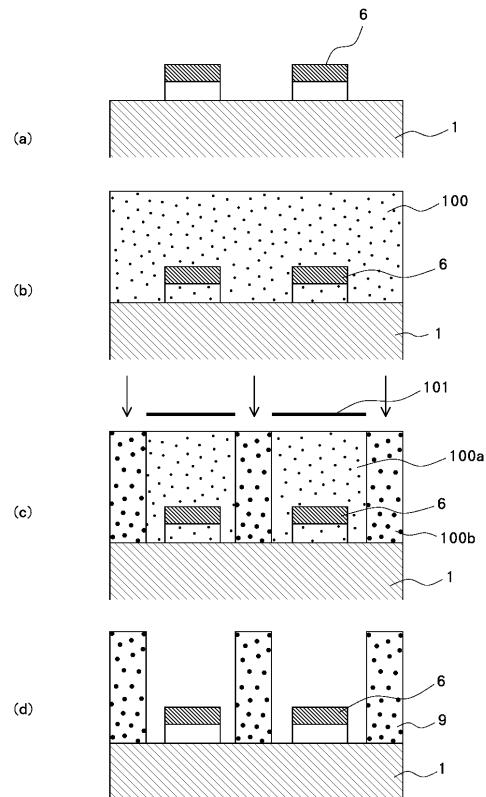
【図6】



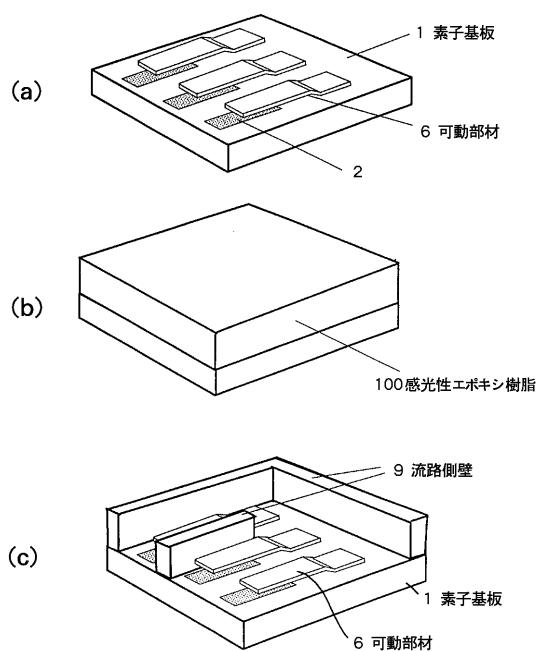
【図7】



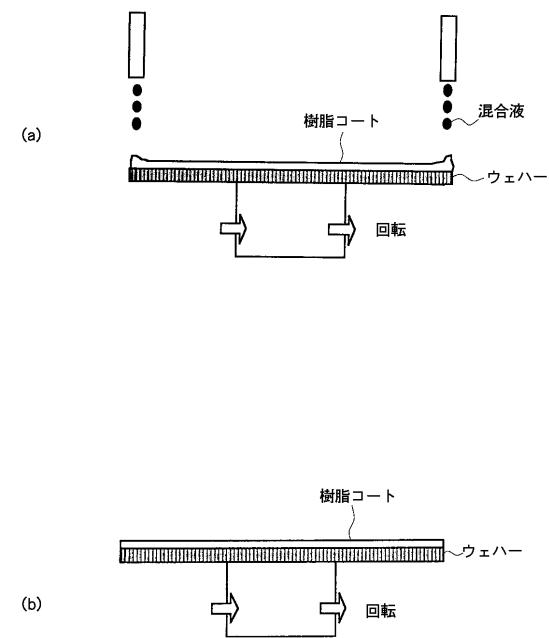
【図8】



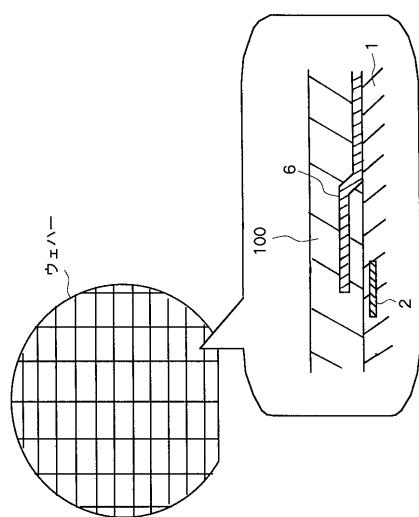
【図9】



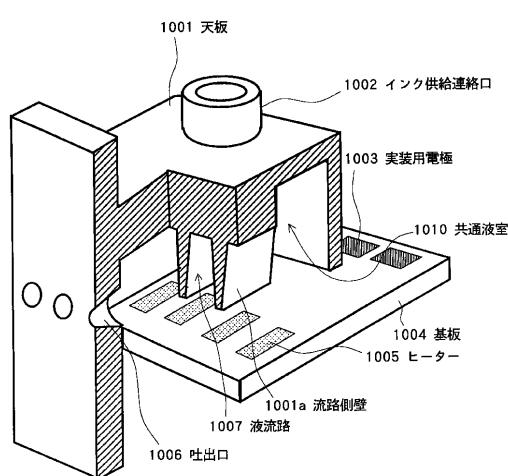
【図10】



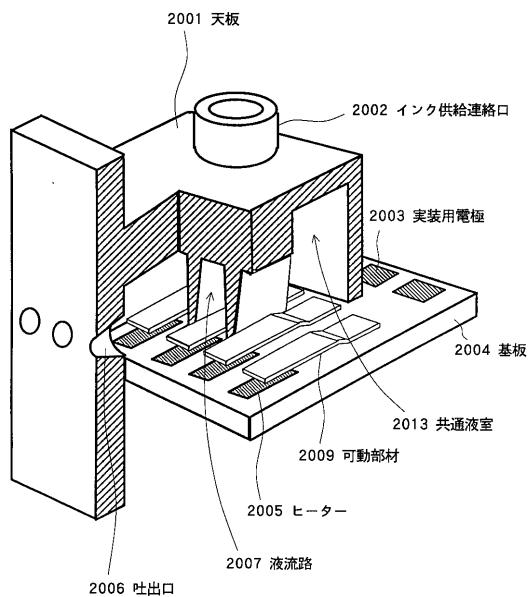
【図11】



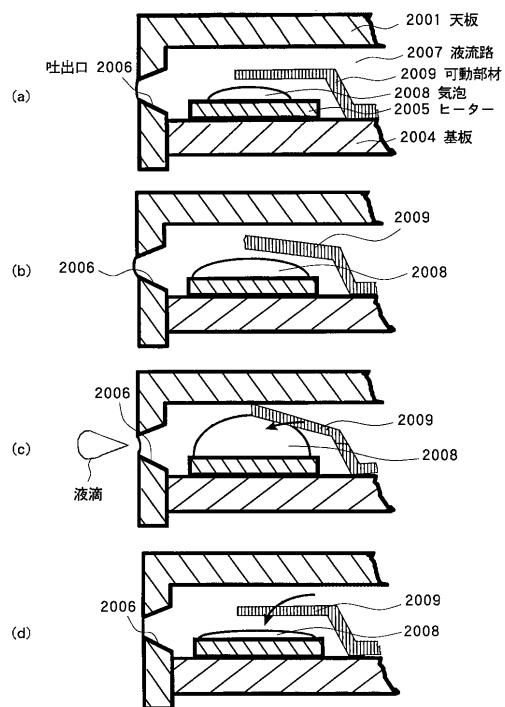
【図12】



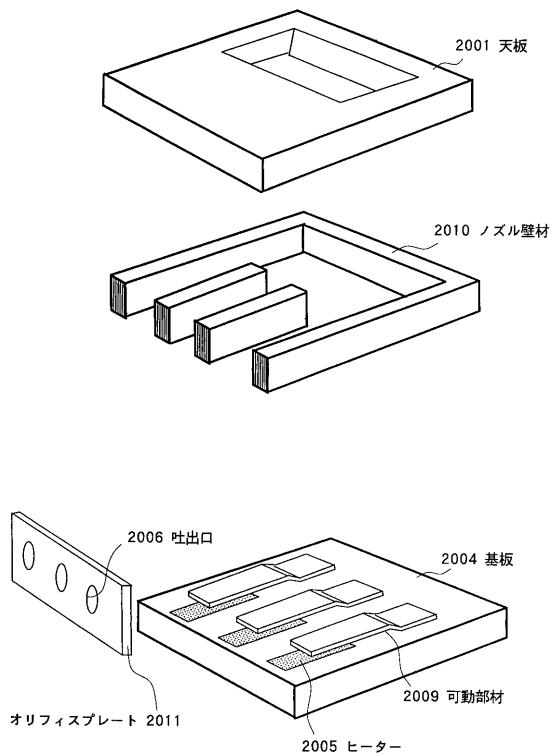
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 良明  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 宮川 昌士  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 栗原 香暁  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 飯島 康  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 田川 義則  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 益川 竜也  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 渡辺 誠  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 牧 隆志

(56)参考文献 特開昭58-220756(JP,A)  
特開平11-058743(JP,A)  
特開平04-163051(JP,A)  
特開平10-016243(JP,A)  
特開平06-312507(JP,A)  
特開平04-191053(JP,A)  
特開平10-6512(JP,A)  
特開昭61-154947(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/05

B41J 2/16