

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-89309  
(P2019-89309A)

(43) 公開日 令和1年6月13日(2019.6.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 4 1 J 2/14 (2006.01)</b>	B 4 1 J 2/14 3 0 5	2 C 0 5 7
<b>B 4 1 J 2/16 (2006.01)</b>	B 4 1 J 2/14 6 1 1	
	B 4 1 J 2/16 5 0 3	
	B 4 1 J 2/16 3 0 5	
	B 4 1 J 2/14	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2018-78916 (P2018-78916)  
 (22) 出願日 平成30年4月17日 (2018. 4. 17)  
 (31) 優先権主張番号 特願2017-220658 (P2017-220658)  
 (32) 優先日 平成29年11月16日 (2017. 11. 16)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 100116665  
 弁理士 渡辺 和昭  
 (74) 代理人 100194102  
 弁理士 磯部 光宏  
 (74) 代理人 100179475  
 弁理士 仲井 智至  
 (74) 代理人 100216253  
 弁理士 松岡 宏紀  
 (72) 発明者 水田 祥平  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

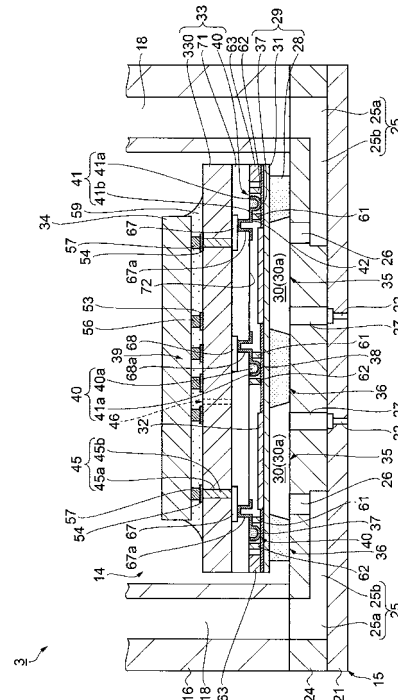
(54) 【発明の名称】 MEMSデバイス、液体噴射ヘッド、液体噴射装置、及びMEMSデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 接着剤によって二つの基板を接合し、駆動可能な信号を安定して機能素子に供給し、且つ機能素子の劣化を抑制することができるMEMSデバイス（液体噴射ヘッド）、及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 第1基板33と第2基板29とを接着する接着剤61、62、63を備え、第1基板33と第2基板29との間の空間において、電極67、68、個別電極37、共通電極38、パンプ電極40、圧電素子32が含まれ、第1基板33、第2基板29、接着剤61、62によって大気から遮断された閉空間として構成されている第1空間と、第1基板33と第2基板29との間の空間において、電極67、68、個別電極37、共通電極38、パンプ電極40、圧電素子32のいずれも含まれず、第1基板33、第2基板29の少なくとも一方を貫通する貫通孔46により大気と連通している第2空間と、が配置される。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 電極を有する第 1 基板と、  
第 2 電極を有し、前記第 1 基板との間に前記第 1 電極と、前記第 2 電極とを積層配置する第 2 基板と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置され、前記第 1 電極と前記第 2 電極とを電氣的に接続する第 3 電極と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置された圧電素子と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板とを接着する接着剤と、を備え、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間の空間において、前記第 1 電極、前記第 2 電極、前記第 3 電極、および、前記圧電素子が含まれ、前記第 1 基板、前記第 2 基板、および、前記接着剤によって大気から遮断された閉空間として構成されている第 1 空間と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間の空間において、前記第 1 電極、前記第 2 電極、前記第 3 電極、および、前記圧電素子のいずれも含まれず、前記第 1 基板と、前記第 2 基板との少なくとも一方を貫通する貫通孔により大気と連通している第 2 空間と、が配置されることを特徴とする MEMS デバイス。

## 【請求項 2】

前記第 1 電極、前記第 2 電極、前記第 3 電極、および、前記圧電素子の少なくともいずれかと電氣的に接続された配線を備え、

前記第 2 空間に含まれる前記配線は、前記配線を覆う保護層によって、大気から遮断されていることを特徴とする請求項 1 に記載の MEMS デバイス。

## 【請求項 3】

前記接着剤による複数の接着領域は、前記保護層を挟んで前記第 1 基板と前記第 2 基板とを接着していることを特徴とする請求項 2 に記載の MEMS デバイス。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の MEMS デバイスを備えることを特徴とする液体噴射ヘッド。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の液体噴射ヘッドを備えていることを特徴とする液体噴射装置。

## 【請求項 6】

第 1 電極を有する第 1 基板と、  
第 2 電極を有し、前記第 1 基板との間に前記第 1 電極と、前記第 2 電極とを積層配置する第 2 基板と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置され、前記第 1 電極と前記第 2 電極とを電氣的に接続する第 3 電極と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置された圧電素子と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板とを接着する接着剤と、を含む MEMS デバイスの製造方法であって、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間の空間において、前記第 1 電極、前記第 2 電極、前記第 3 電極、および、前記圧電素子が含まれる第 1 空間は、前記第 1 基板、前記第 2 基板、および、前記接着剤によって大気から遮断された閉空間として構成し、

前記第 1 基板と前記第 2 基板との間の空間において、前記第 1 電極、前記第 2 電極、前記第 3 電極、および、前記圧電素子のいずれも含まれない第 2 空間は、前記第 1 基板と、前記第 2 基板との少なくとも一方を貫通する貫通孔を形成し大気と連通させる工程と、

前記接着剤を熱硬化する工程と、を含むことを特徴とする MEMS デバイスの製造方法

。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、MEMS デバイス、MEMS デバイスの一例である液体噴射ヘッド、当該液

10

20

30

40

50

体噴射ヘッドを備えた液体噴射装置、及びMEMSデバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) デバイスの一例であるインクジェット式記録ヘッドは、液体を貯留する圧力発生室が形成された流路形成基板と、流路形成基板の一方面側に設けられた機能素子 (圧電素子) とを有し、機能素子 (圧電素子) を駆動することによって圧力発生室内の液体に圧力変化を生じさせ、圧力発生室に連通されたノズルから液滴を噴射する。

【0003】

このようなインクジェット式記録ヘッドに用いられる圧電素子としては、流路形成基板上に成膜及びフォトリソグラフィ法によって形成された薄膜形のものが提案されている。薄膜形の圧電素子を用いることで、圧電素子を高密度に配置することが可能となる反面、高密度に配置した圧電素子と駆動回路との電氣的な接続が困難になる。

10

【0004】

例えば、特許文献1に記載のインクジェット式記録ヘッドは、圧力発生室や圧電素子が設けられた流路形成基板と、圧電素子を駆動する駆動回路が設けられた駆動回路基板とを備え、駆動回路と圧電素子とが駆動回路基板に設けられたパンプを介して電氣的に接続されている。さらに、パンプは圧電素子の周囲領域に複数配置され、複数のパンプの間に封止材 (接着剤) が充填されている。

【0005】

駆動回路と圧電素子との接続にパンプを用いることで、高密度に配置した圧電素子と駆動回路とを容易に電氣的に接続することができる。さらに、接着剤は、流路形成基板と駆動回路基板との間に配置され、圧電素子を大気から遮断し防湿する。しかしながら、接着剤を硬化させるために接着剤を高温にすると、圧電素子を密閉した空間 (以下、封止空間) 内の気体が膨張し、接着剤が硬化する前に駆動回路と圧電素子とが位置ずれしてしまうおそれがある。

20

そこで、この封止空間内の圧力上昇を防ぐために、駆動回路基板に、封止空間を大気解放するための貫通穴を設けることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献1】特開2014-51008号公報

【特許文献2】特開2009-117544号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、当該駆動回路基板の大気解放の貫通穴によって、液体や気体が侵入し、駆動回路や圧電素子 (機能素子) に対する防湿が不十分になるおそれがある。

【0008】

さらに、インクジェット式記録ヘッド以外のMEMSデバイス、例えばSAW (Surface Acoustic Wave) 発振器においても同様の課題が存在する。特許文献2に記載のSAW発振器は、MEMSデバイスの一例であり、SAW素子 (表面弾性波素子 (機能素子)) やパンプが設けられた半導体基板と封止基板とを備え、パンプによって高密度実装が実現され、半導体基板と封止基板とを接合する封止部材 (接着剤) によってSAW素子 (機能素子) の表面酸化や水分子との結合が抑制されている。例えば、接着剤によって二つの基板を接合し、駆動可能な信号を安定して機能素子に供給し、且つ機能素子の劣化を抑制することができる。SAW発振器に、大気解放の貫通穴を有していると、SAW素子 (機能素子) の表面酸化や水分子との結合の抑制が不十分になるおそれがあった。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0010】

本適用例に係るMEMSデバイスは、第1電極を有する第1基板と、第2電極を有し、前記第1基板との間に前記第1電極と、前記第2電極とを積層配置する第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置され、前記第1電極と前記第2電極とを電氣的に接続する第3電極と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置された圧電素子と、前記第1基板と前記第2基板とを接着する接着剤と、を備え、前記第1基板と前記第2基板との間の空間において、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、および、前記圧電素子が含まれ、前記第1基板、前記第2基板、および、前記接着剤によって大気から遮断された閉空間として構成されている第1空間と、前記第1基板と前記第2基板との間の空間において、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、および、前記圧電素子のいずれも含まれず、前記第1基板と、前記第2基板との少なくとも一方を貫通する貫通孔により大気と連通している第2空間と、が配置されるように形成されていることを特徴とする。

10

【0011】

本適用例に係る液体噴射ヘッドは、上記適用例に記載のMEMSデバイスを備えることを特徴とする。

【0012】

本適用例に係る液体噴射装置は、上記適用例に記載の液体噴射ヘッドを備えていることを特徴とする。

20

【0013】

本適用例に記載のMEMSデバイスの製造方法は、第1電極を有する第1基板と、第2電極を有し、前記第1基板との間に前記第1電極と、前記第2電極とを積層配置する第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置され、前記第1電極と前記第2電極とを電氣的に接続する第3電極と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置された圧電素子と、前記第1基板と前記第2基板とを接着する接着剤と、を含む製造方法であって、前記第1基板と前記第2基板との間の空間において、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、および、前記圧電素子が含まれる第1空間は、前記第1基板、前記第2基板、および、前記接着剤によって大気から遮断された閉空間として構成し、前記第1基板と前記第2基板との間の空間において、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、および、前記圧電素子のいずれも含まれない第2空間は、前記第1基板と、前記第2基板との少なくとも一方を貫通する貫通孔を形成し大気と連通させる工程と、前記接着剤を熱硬化する工程と、を含むことを特徴とする。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態1に係る液体噴射装置（プリンター）の構成を示す概略図。

【図2】実施形態1に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド）の構成を示す概略断面図。

【図3】実施形態1に係る電子デバイスの構成を示す概略断面図。

【図4】実施形態1に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド）の構成を示す第1基板を透視した概略平面図。

40

【図5】実施形態1に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド）の製造方法を示す工程フロー。

【図6】ステップS1を経た後の状態を示す概略断面図。

【図7】ステップS2を経た後の状態を示す概略断面図。

【図8】ステップS2-1を経た後の状態を示す概略断面図。

【図9】ステップS2-2を経た後の状態を示す概略断面図。

【図10】ステップS3を経た後の状態を示す概略断面図。

【図11】実施形態2に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド）の構成を示す概略断面図。

【図12】実施形態3に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド）の構成を示す概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。かかる実施形態は、本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の各図においては、各層や各部位を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部位の縮尺を実際とは異ならせしめてある。

#### 【0016】

(実施形態1)

「プリンターの概要」

図1は、実施形態1に係る液体噴射装置(以下、プリンターと称す)の構成を示す概略図である。最初に、図1を参照し、「液体噴射装置」の一例であるプリンター1の概要について説明する。

本実施形態に係るプリンター1は、記録紙などの記録媒体2に「液体」の一例であるインクを噴射し、記録媒体2上に画像などの記録(印刷)を行うインクジェット式記録装置である。

#### 【0017】

図1に示すように、プリンター1は、記録ヘッド3、記録ヘッド3が取り付けられるキャリッジ4、キャリッジ4を主走査方向に移動させるキャリッジ移動機構5、記録媒体2を副走査方向に移送する搬送機構6などを備えている。ここで、上記のインクは、液体供給源としてのインクカートリッジ7に貯留されている。インクカートリッジ7は、記録ヘッド3に対して着脱可能に装着される。

なお、記録ヘッド3は、「MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)デバイス」であり、「液体噴射ヘッド」の一例を構成している。さらに、インクカートリッジがプリンターの本体側に配置され、当該インクカートリッジからインク供給チューブを通じてインクが記録ヘッド3に供給される構成であってもよい。

#### 【0018】

キャリッジ移動機構5は、タイミングベルト8を備え、DCモーターなどのパルスモーター9により駆動される。キャリッジ4は、パルスモーター9が作動すると、プリンター1に架設されたガイドロッド10に案内されて、主走査方向(記録媒体2の幅方向)に往復移動する。キャリッジ4の主走査方向の位置は、位置情報検出手段の一種であるリニアエンコーダー(図示省略)によって検出される。リニアエンコーダーは、その検出信号、すなわちエンコーダーパルスを実際のプリンター1の制御部に送信する。

#### 【0019】

また、キャリッジ4の移動範囲内における記録領域よりも外側の端部領域には、キャリッジ4の走査の基点となるホームポジションが設定されている。このホームポジションには、端部側から順に、記録ヘッド3のノズル面(ノズルプレート21(図2参照))に形成されたノズル22(図2参照)を封止するキャップ11と、ノズル面を払拭するためのワイピングユニット12とが配置されている。

#### 【0020】

「記録ヘッドの概要」

図2は、本実施形態に係る液体噴射ヘッド(記録ヘッド3)の構成を示す概略断面図である。

次に図2を参照し、記録ヘッド3の概要について説明する。

図2に示すように、記録ヘッド3は、流路ユニット15と、電子デバイス14と、ヘッドケース16とを有している。記録ヘッド3では、流路ユニット15と電子デバイス14とが積層された状態で、ヘッドケース16に取り付けられている。

以降、流路ユニット15と電子デバイス14とが積層された方向を上下方向として説明する。

#### 【0021】

ヘッドケース16は、合成樹脂製の箱体状部材であり、その内部には各圧力発生室30にインクを供給するリザーバー18が形成されている。リザーバー18は、複数並設され

10

20

30

40

50

た圧力発生室 30 に共通なインクが貯留される空間であり、2 列に並設された圧力発生室 30 の列に対応して 2 つ形成されている。なお、ヘッドケース 16 の上方には、インクカートリッジ 7 側からのインクをリザーバ 18 に導入するインク導入路（図示省略）が形成されている。

#### 【0022】

ヘッドケース 16 の下面に接合される流路ユニット 15 は、連通基板 24 とノズルプレート 21 とを有している。連通基板 24 は、シリコン製の板材であり、本実施形態では、表面（上面及び下面）の結晶面方位を（110）面としたシリコン単結晶基板から作製されている。連通基板 24 には、リザーバ 18 に連通され各圧力発生室 30 に共通なインクが貯留される共通液室 25 と、共通液室 25 を介してリザーバ 18 からのインクを各圧力発生室 30 に個別に供給する個別連通路 26 とが、エッチングにより形成されている。共通液室 25 は、ノズル列方向に沿った長尺な空部であり、2 列に並設された圧力発生室 30 の列に対応して 2 列形成されている。共通液室 25 は、連通基板 24 の板厚方向を貫通した第 1 液室 25 a と、連通基板 24 の下面側から上面側に向けて当該連通基板 24 の板厚方向の途中まで窪ませ、上面側に薄板部を残した状態で形成された第 2 液室 25 b と、から構成される。個別連通路 26 は、第 2 液室 25 b の薄板部において、圧力発生室 30 に対応して当該圧力発生室 30 の並設方向に沿って複数形成されている。この個別連通路 26 は、連通基板 24 と第 2 基板 29（後述）とが接合された状態で、対応する圧力発生室 30 の長手方向における一方の端部に連通される。

10

#### 【0023】

また、連通基板 24 の各ノズル 22 に対応する位置には、連通基板 24 の板厚方向を貫通したノズル連通路 27 が形成されている。すなわち、ノズル連通路 27 は、ノズル列に対応して当該ノズル列方向に沿って複数形成されている。このノズル連通路 27 によって、圧力発生室 30 とノズル 22 とが連通される。ノズル連通路 27 は、連通基板 24 と第 2 基板 29 とが接合された状態で、対応する圧力発生室 30 の長手方向における他方の端部（個別連通路 26 側と反対側の端部）に連通される。

20

#### 【0024】

ノズルプレート 21 は、連通基板 24 の下面（第 2 基板 29 側と反対側の面）に接合されたシリコン製の基板（例えば、シリコン単結晶基板）である。本実施形態では、ノズルプレート 21 により、共通液室 25 となる空間の下面側の開口が封止されている。また、ノズルプレート 21 には、複数のノズル 22 が直線状（列状）に開設されている。本実施形態では、2 列に形成された圧力発生室 30 の列に対応して、ノズル列が 2 列形成されている。この並設された複数のノズル 22（ノズル列）は、一端側のノズル 22 から他端側のノズル 22 までドット形成密度に対応したピッチ（例えば 600 dpi）で、主走査方向に直交する副走査方向に沿って等間隔に設けられている。

30

#### 【0025】

電子デバイス 14 は、各圧力発生室 30 内のインクに圧力変化を生じさせるアクチュエーターとして機能する薄板状の圧電デバイスである。つまり、電子デバイス 14 では、各圧力発生室 30 内のインクに圧力変化を生じさせ、各圧力発生室 30 に連通されたノズル 22 からインクを噴射させる。電子デバイス 14 は、第 2 基板 29 と、接着剤 61、62、63 と、第 1 基板 33 と、駆動 IC 34 とが順に積層されてユニット化された構成を有している。換言すれば、電子デバイス 14 では、第 2 基板 29 と、駆動 IC 34 を有する第 1 基板 33 とが、接着剤 61、62、63 によって接合されている。

40

#### 【0026】

第 2 基板 29 は、第 1 基板 33 に積層配置され、圧力発生室形成基板 28 と、振動板 31 と、個別電極 37 と、共通電極 38 と、圧電素子 32 とを有している。

圧力発生室形成基板 28 は、シリコン製の硬質な板材であり、表面（上面及び下面）の結晶面方位を（110）面としたシリコン単結晶基板から作製されている。圧力発生室形成基板 28 は、圧力発生室 30 を形成する貫通口 30 a を有している。貫通口 30 a は、面方位（110）のシリコン単結晶基板を板厚方向に異方性エッチングすることで形成さ

50

れている。貫通口 30 a は、圧力発生室 30 を形成する空間（空部）になる。

【0027】

振動板 31 は、弾性を有する薄膜状の部材であり、圧力発生室形成基板 28 の上面（連通基板 24 側と反対側の面）に形成されている。振動板 31 は、圧力発生室形成基板 28 の上面に形成された酸化シリコンからなる弾性膜と、この弾性膜上に形成された酸化ジルコニウムからなる絶縁膜とで構成されている。振動板 31 は、圧力発生室形成基板 28 の貫通口 30 a の上側の開口を封止する。

【0028】

また、圧力発生室形成基板 28 の貫通口 30 a の下側の開口は、連通基板 24 によって封止されている。そして、振動板 31 と連通基板 24 とで封止された貫通口 30 a（空部）が、圧力発生室 30 になる。圧力発生室 30 は、2 列に形成されたノズル列に対応して 2 列に形成されている。圧力発生室 30 は、ノズル列方向に直交する方向に長尺な空部（空間）であり、長手方向の一方の端部に個別連通路 26 が連通されると共に、他方の端部にノズル連通路 27 が連通される。

10

【0029】

振動板 31 における圧力発生室 30 に対応する領域（振動板 31 と圧力発生室形成基板 28 とが接さない領域）は、圧電素子 32 の変位に伴って、振動板 31 がノズル 22 から遠ざかる方向あるいは近接する方向に変位する変位部として機能する。すなわち、振動板 31 における圧力発生室 30 に対応する領域（振動板 31 と圧力発生室形成基板 28 とが接さない領域）が、振動板 31 の変位が許容される駆動領域 35 となる。一方、振動板 31 における圧力発生室 30 から外れた領域（振動板 31 と圧力発生室形成基板 28 とが接する領域）は、振動板 31 の変位が阻害される非駆動領域 36 となる。

20

【0030】

駆動領域 35 では、振動板 31 の圧力発生室形成基板 28 側と反対側の面に、圧電素子 32 が形成されている。詳しくは、駆動領域 35 における振動板 31 の圧力発生室形成基板 28 側と反対側の面には、下電極層（個別電極）と圧電体層と上電極層（共通電極）とが順に積層されて、圧電素子 32 が形成されている。圧電素子 32 は、所謂撓みモードの圧電素子であり、振動板 31 を撓み変形させる。下電極層と上電極層との間の電位差に応じた電界が圧電体層に付与されると、圧電素子 32 は、ノズル 22 から遠ざかる方向あるいは近接する方向に変位する。

30

【0031】

圧電素子 32 を構成する下電極層は、圧電素子 32 より外側の非駆動領域 36 まで延設されて個別電極 37 を形成し、対応するパンプ電極 40（後述）に電氣的に接続されている。非駆動領域 36 まで延設された圧電素子 32 の下電極層では、パンプ電極 40 に接する部分が個別電極 37 になり、圧電素子 32 を構成する部分と個別電極 37 を形成する部分との間が個別配線になる。

なお、個別電極 37 は、「第 2 電極」、パンプ電極 40 は「第 3 電極」の一例である。

【0032】

圧電素子 32 を構成する上電極層は、圧電素子 32 の列間における非駆動領域 36 まで延設されて共通電極 38 を形成し、対応するパンプ電極 40 に電氣的に接続されている。非駆動領域 36 まで延設された圧電素子 32 の上電極層では、パンプ電極 40 に接する部分が共通電極 38 であり、圧電素子 32 を構成する部分と共通電極 38 を形成する部分との間が共通配線になる。

40

なお、共通電極 38 は、「第 2 電極」の一例である。

【0033】

さらに、圧電素子 32 の長手方向において、当該圧電素子 32 よりも外側に個別電極 37 が形成され、内側に共通電極 38 が形成されている。また、本実施形態では、一側の圧電素子 32 の列から延設された共通電極 38 と、他側の圧電素子 32 の列から延設された共通電極 38 とは、共通配線によって電氣的に接続されている。

【0034】

50

第1基板33は、第2基板29と駆動IC34との間に配置され、駆動IC34の信号を第2基板29に供給する中継基板(配線基板)である。第1基板33は、シリコン単結晶基板からなる基材330や、基材330に形成された配線や電極などを有している。

【0035】

基材330の下面(第2基板29側の面)には、第2基板29の個別電極37に電氣的に接続される電極67と、第2基板29の共通電極38に電氣的に接続される電極68とが形成されている。電極67は、圧電素子32に対応して、ノズル列方向に沿って複数形成されている。

なお、電極67、68は、「第1電極」の一例である。

【0036】

電極67、68は、保護層71によって覆われている。保護層71は、例えば酸化シリコンで構成され、電極67の一部を露出する開口67aと、電極68の一部を露出する開口68aとを有している。保護層71の電極67、68を覆う側と反対側の面72は、平坦化処理が施され、平坦になっている。

【0037】

保護層71の面72(保護層71の電極67、68側と反対側の面72)には、パンプ電極40が形成されている。パンプ電極40は、第2基板29の個別電極37や共通電極38のそれぞれに対応する位置に配置されている。パンプ電極40は、弾性を有する内部樹脂40aと、内部樹脂40aを覆う導電膜41とで構成される。内部樹脂40aとしては、例えばポリイミド樹脂などの樹脂を使用することができる。導電膜41は、金属単体、合金、金属シリサイド、金属窒化物、これらを積層した積層膜などを使用することができる。導電膜41は、内部樹脂40aを覆う部分41a(以降、導電膜41aと称す)と、保護層71の面72や開口67a、68aを覆う部分41b(以降、導電膜41bと称す)とを有している。

【0038】

すなわち、パンプ電極40は、内部樹脂40aと導電膜41aとで構成される。導電膜41bは、パンプ電極40と電極67、68とを電氣的に接続する配線になる。導電膜41bは、保護層71の平坦な面72を覆って形成されるので、保護層71の平坦な面72の形状が反映された平坦な面42を有する。

【0039】

パンプ電極40は、弾性を有し、弾性変形した状態(押圧された状態)で、第2基板29の個別電極37及び共通電極38に電氣的に接続されている。パンプ電極40が弾性を有することで、パンプ電極40が弾性を有していない場合と比べて、パンプ電極40と個別電極37、及びパンプ電極40と共通電極38は、それぞれ良好に電氣的に接続される。従って、第1基板33の電極67は、パンプ電極40を介して、第2基板29の個別電極37に良好に電氣的に接続される。第1基板33の電極68は、パンプ電極40を介して、第2基板29の共通電極38に良好に電氣的に接続される。

【0040】

基材330の上面(駆動IC34側の面)の中央には、駆動IC34に電力(例えば、VDD1(低電圧回路の電源)、VDD2(高電圧回路の電源)、VSS1(低電圧回路の電源)、VSS2(高電圧回路の電源))を供給する電源配線53が複数(本実施形態では4つ)形成されている。各電源配線53は、ノズル列方向、すなわち駆動IC34の長手方向に沿って延設され、当該長手方向の端部においてフレキシブルケーブルなどの配線基板(図示省略)を介して外部電源(図示省略)などと接続されている。そして、この電源配線53上に、対応する駆動IC34の電源パンプ電極56が電氣的に接続される。

【0041】

基材330の上面の端(電源配線53が形成された領域から外側に外れた領域)には、個別接続端子54が形成されている。個別接続端子54は駆動IC34の個別パンプ電極57に電氣的に接続され、駆動IC34からの信号が入力される。個別接続端子54は、圧電素子32に対応して、ノズル列方向に沿って複数形成されている。個別接続端子54

10

20

30

40

50

は、基材 330 の内部に形成された貫通配線 45 を介して、基材 330 の下面に形成された電極 67 に電氣的に接続されている。

【0042】

貫通配線 45 は、基材 330 の下面と基材 330 の上面との間を中継する配線であり、基材 330 を板厚方向に貫通した貫通孔 45a と、貫通孔 45a の内部に充填された導体部 45b とで構成される。導体部 45b は、例えば銅 (Cu)、タングステン (W)、ニッケル (Ni) などの金属で構成される。

【0043】

駆動 IC 34 は、圧電素子 32 を駆動するための IC チップであり、異方性導電フィルム (ACF) などの接着剤 59 を介して基材 330 の上面 (第 1 基板 33 の上面) に積層配置されている。駆動 IC 34 の第 1 基板 33 側の面には、電源配線 53 に電氣的に接続される電源パンプ電極 56 及び個別接続端子 54 に電氣的に接続される個別パンプ電極 57 が、ノズル列方向に沿って複数並設されている。

10

【0044】

駆動 IC 34 には、電源パンプ電極 56 を介して、電源配線 53 からの電力 (電圧) が供給される。そして、駆動 IC 34 は、各圧電素子 32 を個別に駆動するための信号 (駆動信号、共通信号) を生成する。駆動 IC 34 で生成された駆動信号は、個別パンプ電極 57 と、個別接続端子 54 と、貫通配線 45 と、電極 67 と、パンプ電極 40 と、個別電極 37 とを介して、圧電素子 32 の下電極層に供給される。さらに、駆動 IC 34 で生成された共通信号は、基材 330 に形成された配線 (図示省略) と、電極 68 と、パンプ電極 40 と、共通電極 38 とを介して、圧電素子 32 の上電極層に供給される。

20

【0045】

第 1 基板 33 と第 2 基板 29 との間、非駆動領域 36 には、接着剤 61、62、63 が配置されている。接着剤 61、62、63 は、第 1 基板 33 と第 2 基板 29 とに接合されている。換言すれば、第 1 基板 33 と第 2 基板 29 とは、接着剤 61、62、63 によって接合されている。

【0046】

接着剤 61、62、63 は、感光性及び熱硬化性を有する樹脂、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、スチレン樹脂などを主成分とする樹脂から形成されている。詳細は後述するが、感光性及び熱硬化性を有する樹脂溶液 (感光性接着剤) を第 2 基板 29 に塗布し、フォトリソグラフィ法でパターンングして第 2 基板 29 の第 1 基板 33 側の面に仮硬化した接着剤 61a、62a、63a を形成する (図 9 参照)。第 1 基板 33 を貼り合せ、仮硬化した接着剤 61a、62a、63a が第 1 基板 33 に当接した状態で本硬化させ、接着剤 61、62、63 を形成する (図 10 参照)。

30

【0047】

接着剤 61、62 は、パンプ電極 40 の近くで、パンプ電極 40 に対して離間した状態でノズル列方向に沿って帯状に配置される。上述したように、パンプ電極 40 は、弾性変形した状態で個別電極 37 や共通電極 38 に電氣的に接続されている。接着剤 61、62 は、パンプ電極 40 が弾性変形してもパンプ電極 40 に干渉しない程度に、パンプ電極 40 から離間している。

40

【0048】

図 4 は、実施形態 1 に係る液体噴射ヘッド (記録ヘッド 3) の構成を示す第 1 基板 33 を透視した概略平面図である。接着剤 63 は、第 1 基板 33 及び第 2 基板 29 の周縁部において駆動領域 35 および非駆動領域 36 (図 2 参照) を囲むように配置され、額縁形状を有している。さらに、図 2 ~ 図 4 に示すように、個別電極 37、共通電極 38、電極 67、68、パンプ電極 40、圧電素子 32 のいずれも含まれず、接着剤 63 と第 1 基板 33 及び第 2 基板 29 によって形成される空間 (第 2 空間 (後述)) 内に、第 1 基板 33、第 2 基板 29 の少なくとも一方を貫通し、大気に連通する貫通孔 46 を有している。個別電極 37、共通電極 38、電極 67、68、パンプ電極 40、圧電素子 32 は、第 1 基板

50

33と、第2基板29と、接着剤61、接着剤62とで密封(第1空間(後述))され、外部の水分(湿気)の影響が抑制される。換言すれば、第1基板33と第2基板29との間に個別電極37、共通電極38、電極67、68、パンプ電極40、圧電素子32を囲む(第1空間(後述))接着剤61、接着剤62を形成することによって、個別電極37、共通電極38、電極67、68、パンプ電極40、圧電素子32への水分の影響が抑制され、水分による個別電極37、共通電極38、電極67、68、パンプ電極40、圧電素子32の劣化が抑制されている。

#### 【0049】

なお、第1基板33と第2基板29との間の空間において、電極67、68(第1電極)、個別電極37および共通電極38(第2電極)、パンプ電極40(第3電極)、圧電素子32が含まれ、第1基板33、第2基板29、接着剤61、接着剤62によって大気から遮断された閉空間として構成されている空間は「第1空間」の一例である。すなわち、第1空間は、上下方向からの平面視において接着剤61、62によって囲まれた空間である。

また、第1基板33と第2基板29との間の空間において、電極67、68(第1電極)、個別電極37および共通電極38(第2電極)、パンプ電極40(第3電極)、圧電素子32が含まれ、第1基板33、第2基板29、接着剤61、接着剤62によって大気から遮断された閉空間として構成されている空間(第1空間)以外の、電極67、68(第1電極)、個別電極37および共通電極38(第2電極)、パンプ電極40(第3電極)、圧電素子32のいずれも含まれず、第1基板33、第2基板29の少なくとも一方を貫通する貫通孔46により大気と連通している空間は、「第2空間」の一例である。

#### 【0050】

図3は、実施形態1に係る電子デバイスの構成を示す概略断面図である。

貫通孔46は、第1基板33または第2基板29の少なくとも一方に形成されており、基材330を板厚方向に貫通している(図3の例では、第1基板33(基材330)に形成されている)。貫通孔46を、第1空間以外の第2空間に有することで第2空間が大気に解放される。(図4参照)このように、第1空間を、第2空間と分離して配置することで、第2空間内の気体が膨張したとしても、貫通孔46を有しており、大気と連通しているため、圧力上昇を低減することができ、接着剤61、62、63の接着力に抗する力を低減し、第1基板33と第2基板29との位置ずれを低減することができる。

#### 【0051】

このように、記録ヘッド3では、インクカートリッジ7からのインクが、インク導入路、リザーバー18、共通液室25及び個別連通路26を介して圧力発生室30に導入される。さらに、第2基板29は、個別電極37及び共通電極38(第2電極)に電気的に接続され、圧力発生室30内のインクに圧力変化を生じさせる圧電素子32を備える。この状態で、駆動IC34からの駆動信号が、第1基板33に形成された配線や電極を介して第2基板29の圧電素子32に供給されることで、圧電素子32が駆動され、圧電素子32の駆動によって圧力発生室30に圧力変化を生じさせる。この圧力変化を利用することで、記録ヘッド3では、ノズル連通路27を介してノズル22からインク滴を噴射させる。

#### 【0052】

「記録ヘッドの製造方法」

次に、本実施形態に係る液体噴射ヘッド(記録ヘッド3)の製造方法を説明する。

図5は、記録ヘッド3の製造方法を示す工程フローである。

#### 【0053】

図5に示すように、記録ヘッド3の製造方法は、第1基板33に貫通孔46を形成する工程(ステップS1)と、第1基板33にパンプ電極40と電極67、68を形成する工程(ステップS2)と、第2基板29に個別電極37、共通電極38、圧電素子32を形成する工程(ステップS21)と、接着剤61、62、63を形成する工程(ステップS22)と、接着剤61、62、63を硬化させ第1基板33と第2基板29と、を接合す

る工程（ステップS3）と、を含む。

【0054】

図6は、ステップS1を経た後の状態を示す概略断面図である。図7は、ステップS2を経た後の状態を示す概略断面図である。図8は、ステップS2.1を経た後の状態を示す概略断面図である。図9は、ステップS2.2を経た後の状態を示す概略断面図である。図10は、ステップS3を経た後の状態を示す概略断面図である。

また、図6乃至図10は、図2に対応する図であり、図6及び図7では第1基板33の状態が図示され、図8及び図9では第2基板29の状態が図示され、図10では電子デバイス14の状態が図示されている。

【0055】

さらに、図6及び図7と、図8及び図9とでは上下方向が逆になっている。例えば、図7ではパンプ電極40が基材330の上側に配置され、図10ではパンプ電極40が基材330の下側に配置され、図7と図10とでは基材330に対するパンプ電極40の配置位置が上下逆になっている。また、図6、図7及び図10では、説明に不要な第1基板33の構成要素（貫通配線45、電源配線53、個別接続端子54など）の図示が省略されている。

【0056】

ステップS1では、第1基板33の所定の位置に貫通孔46を形成している。例えば誘導結合プラズマ（Inductively Coupled Plasma）を用いて基材330を板厚方向に貫通している。誘導結合プラズマによる加工は、ウエットエッチング等に比べ、孔のサイズや板厚に制限されることなく加工できる。

【0057】

なお、貫通孔46の内部は、耐保湿、耐アルカリ液膜でおおわれてもよい。例えば、プラズマCVDでTaO（酸化タンタル）を成膜する構成であってもよい。TaO（酸化タンタル）は、酸化シリコンと比べて耐水性や耐アルカリ性に優れている。

【0058】

ステップS2では、感光性を有する樹脂を塗布し、フォトリソ工程やエッチング工程によりパターンニングして、保護層71の面72の上に前駆体樹脂を形成する。続いて加熱処理により前駆体樹脂を溶融してその角を丸めて、保護層71の面72の上に内部樹脂40aを形成する。続いて、保護層71に電極67、68を露出する開口67a、68aを形成し、蒸着やスパッタリングなどにより保護層71の面72や開口67a、68aを覆う金属膜を形成し、フォトリソ工程及びエッチング工程により当該金属膜をパターンニングして、内部樹脂40aや開口67a、68aを覆う導電膜41（導電膜41a、導電膜41b）を形成する。これにより、図7に示すように、内部樹脂40aが導電膜41aによって覆われたパンプ電極40を形成する。パンプ電極40は、開口67a、68aを覆う導電膜41bによって、電極67、68に電氣的に接続されている。

【0059】

すなわち、ステップS2では、電極67、68に電氣的に接続されたパンプ電極40を形成する。さらに、保護層71は、導電膜41で覆われた部分と、導電膜41で覆われていない平坦な面72とを有する。導電膜41bは、保護層71の平坦な面を覆って形成されるので、保護層71の平坦な面72の形状が反映された平坦な面42を有する。

【0060】

ステップS2.1では、図8に示すように、第2基板29に蒸着やスパッタリングなどにより個別電極37、共通電極38を形成する。さらに圧電素子32をスパッタリングやゾルゲル法により形成する。

【0061】

すなわち、ステップS2.1では第2基板29に個別電極37と共通電極38と圧電素子32を形成している。ここでは、個別電極37と共通電極38と圧電素子32は、保護層71のような膜で防湿されるように構成されていない。

【0062】

10

20

30

40

50

ステップS 2 2では、感光性及び熱硬化性を有する液体状の樹脂溶液を、振動板 3 1 や圧電素子 3 2 が形成された第 2 基板 2 9 に塗布する。続いて、塗布された液体状の樹脂溶液を仮焼成して（プリベークして）、低流動性の樹脂膜を形成する。液体状の樹脂溶液は、高い流動性を有し、第 2 基板 2 9 の凹凸を良好に覆うので、低流動性の樹脂膜も第 2 基板 2 9 の凹凸を良好に覆い、当該凹凸が形成された部分に隙間（空洞）などの不具合が生じにくい。続いて、フォトリソ工程によって当該樹脂膜をパターンングし、ポストベークを経て、図 9 に示すように、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を第 2 基板 2 9 に形成する。

【0063】

すなわち、ステップS 2 2では、感光性及び熱硬化性を有する樹脂溶液を塗布することで形成された樹脂膜を、フォトリソグラフィ法によってパターンングすることによって、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を形成する。さらに、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a は、完全に硬化していない状態にあり、弾性と接着性とを有する。

10

【0064】

また、ステップS 2 2では、後述するステップS 3において接着剤 6 1、6 2、6 3 を形成した場合においては、接着剤 6 1、6 2 がパンプ電極 4 0 に干渉しないように配置され、かつ、第 1 空間を形成できるように接着剤 6 1 a、6 2 a が配置される。

さらに、後述するステップS 3において接着剤 6 3 を形成した場合においては、第 2 空間を形成できるように接着剤 6 3 a が配置される。

【0065】

20

さらに、樹脂膜をフォトリソグラフィ法によってパターンングして低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を形成するので、例えばディスペンス法や印刷法を用いて形成する場合と比べて、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を所定の位置に高精度に形成することができる。したがって、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を硬化させて形成する接着剤 6 1、6 2、6 3 も、所定の位置に高精度に形成することができる。

フォトリソグラフィ法によってパターンングして低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を形成する方法は、ディスペンス法や印刷法を用いて低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を形成する方法と比べて微細化に優れ、微細な高精細（高密度）パターンを形成することができる。

【0066】

30

ステップS 3では、ステップS 1及びステップS 2を経て形成された第 1 基板 3 3 と、ステップS 2 1及びステップS 2 2を経て形成された第 2 基板 2 9 とを貼り合せ、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a が第 1 基板 3 3 に当接し押圧された状態で熱処理を施し、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を硬化し、第 1 基板 3 3 及び第 2 基板 2 9 の両方に接合された接着剤 6 1、6 2、6 3 を形成する。換言すれば、低流動性の接着剤 6 1 a、6 2 a、6 3 a を硬化し、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 とを接合する接着剤 6 1、6 2、6 3 を形成する。

【0067】

ステップS 3では、図 10 に示すように、接着剤 6 2、6 3 が保護層 7 1 の平坦な面 7 2 に接合され、接着剤 6 1 が導電膜 4 1 b の平坦な面 4 2 及び保護層 7 1 の平坦な面 7 2（図 7 参照）に接合される。そして、接着剤 6 1、6 2、6 3 によって、第 1 基板 3 3 の保護層 7 1 と第 2 基板 2 9 とを接合する。

40

【0068】

続いて、圧力発生室形成基板 2 8 に、例えば KOH による異方性エッチングを施し、圧力発生室 3 0 の空部になる貫通口 3 0 a を形成する。同時に圧力発生室形成基板 2 8 の端部もエッチングし、圧力発生室形成基板 2 8 を第 1 基板 3 3（基材 3 3 0）よりも小さくする。さらに、第 1 基板 3 3 の第 2 基板 2 9 側と反対側の面に、接着剤 5 9 を介して駆動 IC 3 4 を接合して電子デバイス 1 4 を製造する。さらに、電子デバイス 1 4 と流路ユニット 1 5 とヘッドケース 1 6 とを接合して記録ヘッド 3 を製造する。

【0069】

50

なお、ステップ S 1 は、「第 1 基板に貫通孔を形成する工程」の一例である。ステップ S 2 は、「第 1 基板に第 3 電極および第 1 電極を形成する工程」の一例である。ステップ S 2 1 は、「第 2 基板に第 2 電極および圧電素子を形成する工程」の一例である。ステップ S 2 2 は、「第 2 基板に感光性接着剤を塗布し、フォトリソグラフィ法によってパターンニングする工程」の一例である。ステップ S 3 は、「接着剤を硬化する工程」の一例である。

#### 【0070】

以上述べたように、本実施形態に係る MEMS デバイス、液体噴射ヘッド、液体噴射装置、及び MEMS デバイスの製造方法によれば、以下の効果を得ることができる。

電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 は、接着剤 6 1、6 2、6 3 で囲まれ、第 1 基板 3 3 または第 2 基板 2 9 に形成される大気解放の貫通孔 4 6 からの水分（湿気）の侵入による電極の劣化が抑制され、より高い信頼性の MEMS デバイスを提供することができる。

また、第 2 空間は、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 のいずれも含まれず、第 1 基板、第 2 基板の少なくとも一方を貫通し、大気と連通している貫通孔 4 6 を含むように構成されている。換言すれば、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 とは、その間に大気解放された空間が含まれるように接合される。

このように、第 2 空間を第 1 空間と分離して配置することで、第 2 空間内の気体が膨張したとしても、貫通孔 4 6 を有しており、大気と連通しているため、第 2 空間の圧力上昇を低減することができ、接着剤 6 1、6 2、6 3 の接着力に抗する力を低減し、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 との位置ずれを低減することができる。第 2 空間は電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 のいずれも含まれない空間として構成しているため、大気に連通させても、信頼性の低下が危惧されなく、より高い信頼性の MEMS デバイスを提供することができる。

#### 【0071】

また、液体噴射ヘッド（記録ヘッド 3）として、第 2 基板 2 9 は、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）に電氣的に接続された圧電素子 3 2 を備えている。そして、第 2 基板 2 9 に設けられた圧電素子 3 2 は、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）とポンプ電極 4 0（第 3 電極）とを介して、第 1 基板 3 3 の電極 6 7、6 8（第 1 電極）に安定して電氣的に接続されている。従って、駆動信号を第 1 基板 3 3 側から圧電素子 3 2 に安定して供給し、圧電素子 3 2 が安定して動作する液体噴射ヘッドを提供することができる。このように、液体噴射ヘッドは、安定して動作し、高い信頼性を有する。従って、液体噴射ヘッド（記録ヘッド 3）を備えた液体噴射装置（プリンター 1）も、安定して動作し、より高い信頼性を有する。

#### 【0072】

本実施形態に係る記録ヘッド 3 の製造方法では、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 との間の空間において、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 が含まれる第 1 空間を、第 2 空間と分離して配置することで、第 2 空間の気体が膨張したとしても、貫通孔 4 6 を有しており、大気と連通しているため、圧力上昇を低減することができ、接着剤 6 1、6 2、6 3 の接着力に抗する力を低減し、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 との位置ずれを低減することができるため、記録ヘッド 3 の故障を抑制し、記録ヘッド 3 の信頼性をより高めることができる。

#### 【0073】

さらに、本実施形態に係る記録ヘッド 3 の製造方法では、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 との間の空間において、第 1 空間と、第 2 空間が構成されることで、貫通孔 4 6 からの水分（湿気）の侵入による電極の劣化が抑制され、記録ヘッド 3 の故障を抑制し記録ヘッド 3 の信頼性をより高めることができる。

## 【 0 0 7 4 】

( 実施形態 2 )

図 1 1 は、図 2 に対応する図であり、実施形態 2 に係る液体噴射ヘッド（記録ヘッド 3 A）の構成を示す概略断面図である。

実施形態 1 に係る記録ヘッド 3 では、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 を、第 1 空間に含める構成の例を説明したが、本実施形態（実施形態 2）では、電氣的接続のために、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 などを接続する「配線」を第 2 空間に配置する例について説明する。

10

本実施形態に係る記録ヘッド 3 A では、第 2 基板 2 9 A において、接着剤 6 1、6 2 に囲まれず大気と連通する第 2 空間に配置されている「配線」に対して、保護層 7 1 A が形成されている。この点が本実施形態に係る記録ヘッド 3 A と実施形態 1 に係る記録ヘッド 3 との相違点であり、他の構成は本実施形態と実施形態 1 とで同じである。

以下、図 1 1 を参照し、本実施形態に係る記録ヘッド 3 A の概要を、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。また、実施形態 1 と同一の構成部位については、同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

## 【 0 0 7 5 】

図 1 1 に示すように、記録ヘッド 3 A は、流路ユニット 1 5 と、電子デバイス 1 4 A と、ヘッドケース 1 6 とを有している。

20

## 【 0 0 7 6 】

電子デバイス 1 4 A は、各圧力発生室 3 0 内のインクに圧力変化を生じさせるアクチュエーターとして機能する薄板状の MEMS デバイスである。つまり、電子デバイス 1 4 A は、各圧力発生室 3 0 内のインクに圧力変化を生じさせ、各圧力発生室 3 0 に連通されたノズル 2 2 からインクを噴射させる。電子デバイス 1 4 A は、第 2 基板 2 9 A と、接着剤 6 1、6 2、6 3 と、第 1 基板 3 3 とが順に積層されてユニット化された構成を有している。

## 【 0 0 7 7 】

第 1 基板 3 3 は、第 2 基板 2 9 A に積層配置され、圧電素子 3 2（図 1 1 では省略）を駆動する駆動回路 3 9 が形成された基材 3 3 0 や、駆動回路 3 9 からの信号を第 2 基板 2 9 に供給するための電極（電極 6 7、電極 6 8、ポンプ電極 4 0）などを有している。

30

第 2 基板 2 9 A は、第 1 基板 3 3 に積層配置され、圧力発生室形成基板 2 8 と、振動板 3 1 と、圧電素子 3 2、個別電極 3 7、共通電極 3 8 とを有している。

また、第 2 基板 2 9 A には、図 1 1 に示すように、配線 5 0 が、大気と連通する第 2 空間に配置されている。配線 5 0 は、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、ポンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 の少なくともいずれかと電氣的に接続された配線である。

## 【 0 0 7 8 】

接着剤 6 1、6 2、6 3 は、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A とに接合されている。換言すれば、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A とは、接着剤 6 1、6 2、6 3 によって接合されている。

40

## 【 0 0 7 9 】

保護層 7 1 A は、第 2 空間に配置される個別配線（圧電素子 3 2 を構成する部分と個別電極 3 7 を形成する部分との間の配線（図 2 参照））や共通配線（圧電素子 3 2 を構成する部分と共通電極 3 8 を形成する部分との間の配線（図 2 参照））、配線 5 0 などに対して、積層方向に形成されている。換言すれば、第 2 空間の個別配線や共通配線、配線 5 0 などは、保護層 7 1 A によって覆われる。

なお、第 2 空間に配置される個別配線や共通配線は、配線 5 0 を含み、本発明における「配線」に相当する。

## 【 0 0 8 0 】

50

接着剤 6 1、6 2、6 3 による複数の接着領域は、保護層 7 1 A を挟んで第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A とを接着する構成になっている。換言すれば、保護層 7 1 A は、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A に形成される接着剤 6 1、6 2、6 3 との間であり、接合されている。

#### 【0081】

仮に、接着剤 6 1、6 2、6 3 が接合される接合面 7 2 A が、保護層 7 1 A の有無による凸凹部と、保護層 7 1 A を挟んで第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A とを接着する部分と、保護層 7 1 A を挟まずに第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A とを接着する部分を有し、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A との接合が傾いている場合、接着剤 6 1、6 2、6 3 と保護層 7 1 A との層間に隙間（空洞）が形成されてしまうおそれがある。その結果、隙間から水分（湿気）が侵入し、第 1 空間の内部に構成される、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、パンプ電極 4 0（第 3 電極）が当該水分によって劣化し、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、パンプ電極 4 0（第 3 電極）の信頼性が低下するおそれがある。

10

#### 【0082】

さらに、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面との接合信頼性が低いと、接着剤 6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面とが接合する部分に剥離やクラックなどの欠陥が生じ、上述した KOH による異方性エッチングを施す場合に、当該欠陥からエッチャントが染み込み、電極 6 7、6 8（第 1 電極）、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、パンプ電極 4 0（第 3 電極）が劣化するという不具合が生じる場合がある。

20

さらに、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面との接合信頼性が低いと、機械的な衝撃によって、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面とが接合する部分に剥離やクラックなどの欠陥が生じやすくなり、記録ヘッド 3 A が劣化し、記録ヘッド 3 A の信頼性が低下するおそれがある。

#### 【0083】

例えば TEOS（テトラエトキシシラン）を用いたプラズマ CVD によって、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、パンプ電極 4 0（第 3 電極）、圧電素子 3 2 を覆う酸化シリコン（保護層 7 1 A）を形成する。TEOS を用いたプラズマ CVD によって形成された酸化シリコンは、段差被覆性に優れ、個別電極 3 7 および共通電極 3 8（第 2 電極）、パンプ電極 4 0（第 3 電極）などの凹凸を良好に被覆することができる。

30

#### 【0084】

なお、保護層 7 1 A は、酸化シリコンと窒化シリコンとを含む多層膜であってもよい。例えば、TEOS を用いたプラズマ CVD によって酸化シリコンを成膜した後に、酸化シリコンよりも厚い窒化シリコンをプラズマ CVD で成膜し、当該窒化シリコンを CMP によって平坦化する構成であってもよい。例えば、CMP によって平坦化された酸化シリコンの上に、プラズマ CVD によって窒化シリコンを形成する構成であってもよい。

窒化シリコンは、酸化シリコンと比べて耐水性に優れている。保護層 7 1 A を酸化シリコンと窒化シリコンとを含む多層膜で構成することによって、保護層 7 1 A の耐水性を高めることができる。

#### 【0085】

以上述べたように、本実施形態に係る MEMS デバイス、液体噴射ヘッドによれば、以下の効果を得ることができる。

40

大気と連通する第 2 空間に含まれる個別配線や共通配線、配線 5 0 などを保護層 7 1 A で覆うことにより、第 1 基板 3 3 または第 2 基板 2 9 A に形成される貫通孔 4 6 からの水分（湿気）の侵入による劣化が抑制され、より高い信頼性の MEMS デバイスを提供することができる。

また、液体噴射ヘッド（記録ヘッド 3 A）は、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 A との接合が傾いている場合と比べて、接着剤 6 1、6 2、6 3 と保護層 7 1 A の接合面との間に隙間（空洞）が形成されにくく、水分（湿気）の侵入を抑制することができる。

さらに、記録ヘッド 3 A では、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面との接

50

合信頼性がより高くなっているため、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面との接合信頼性が低い場合と比べて、接着剤 6 1、6 2、6 3 と第 1 基板 3 3 の接合面とが接合する部分に剥離やクラックなどの欠陥が生じにくくなり、記録ヘッド 3 A の劣化を抑制し、記録ヘッド 3 A の信頼性をより高めることができる。

【0086】

(実施形態 3)

図 1 2 は、図 2 に対応する図であり、実施形態 3 に係る液体噴射ヘッド (記録ヘッド 3 B) の構成を示す概略断面図である。なお、上述した実施形態と同様の部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0087】

図 1 2 に示すように、記録ヘッド 3 B は、流路ユニット 1 5 と電子デバイス 1 4 B とヘッドケース 1 6 とを有する。

電子デバイス 1 4 B は、第 2 基板 2 9 と、接着剤 6 1、6 2、6 3 と、第 1 基板 3 3 と、駆動 IC 3 4 と、が順に積層されてユニット化された構成を有する。

【0088】

第 1 基板 3 3 は、シリコン単結晶基板からなる基材 3 3 0 と、基材 3 3 0 に設けられたパンプ電極 4 0 と、基材 3 3 0 のパンプ電極 4 0 側の主要部分を覆う保護層 7 1 と、を有する。

【0089】

パンプ電極 4 0 は、基材 3 3 0 の第 2 基板 2 9 側の面に直接、設けられている。パンプ電極 4 0 は、弾性を有する内部樹脂 4 0 a と、内部樹脂 4 0 a を覆う導電膜 4 1 とを具備する。このようなパンプ電極 4 0 が、第 2 基板 2 9 の個別電極 3 7 や共通電極 3 8 のそれぞれに対応する位置に設けられている。導電膜 4 1 は、内部樹脂 4 0 a を覆う部分 (以下、導電膜 4 1 a) と、基材 3 3 0 の面上に形成された部分 (以降、導電膜 4 1 b) とを有する。パンプ電極 4 0 を構成する導電膜 4 1 b は、貫通孔 4 5 a の開口を覆う位置まで延設されており、導電膜 4 1 b と貫通孔 4 5 a 内に充填された導体部 4 5 b とは直接、接続されている。すなわち、本実施形態では、上述した実施形態 1 及び 2 の電極 6 7、6 8 を、パンプ電極 4 0 の導電膜 4 1 が兼ねている。つまり、導電膜 4 1 は、「第 1 電極」の一例である。もちろん、基材 3 3 0 にパンプ電極 4 0 の導電膜 4 1 とは別に上述した実施形態 1 及び 2 と同様の電極 6 7、6 8 を設けるようにしてもよい。

【0090】

保護層 7 1 は、基材 3 3 0 の第 2 基板 2 9 側の面に設けられたものであり、第 2 基板 2 9 に設けられたパンプ電極 4 0 の導電膜 4 1 b の一部を覆うように設けられている。また、保護層 7 1 には、パンプ電極 4 0 が設けられた位置に、当該保護層 7 1 を上下方向に貫通する接続孔 7 3 が設けられている。この保護層 7 1 の接続孔 7 3 内に、パンプ電極 4 0 の内部樹脂 4 0 a とその表面に設けられた導電膜 4 1 a とが挿入されている。また、接続孔 7 3 に挿入されたパンプ電極 4 0 の先端は、保護層 7 1 の面 7 2 よりも第 2 基板 2 9 側に突出して設けられており、この突出したパンプ電極 4 0 の先端が、第 2 基板 2 9 の個別電極 3 7 及び共通電極 3 8 のそれぞれと接続されている。すなわち、保護層 7 1 は、パンプ電極 4 0 の基材 3 3 0 よりも第 2 基板 2 9 側に突出した高さよりも薄い厚さで、基材 3 3 0 の第 2 基板 2 9 側の面にパンプ電極 4 0 の導電膜 4 1 a 以外の領域に亘って連続して設けられている。

【0091】

また、第 1 基板 3 3 と第 2 基板 2 9 とは、接着剤 6 1、6 2、6 3 によって接合されている。本実施形態では、第 1 基板 3 3 の保護層 7 1 と第 2 基板 2 9 とが接着剤 6 1、6 2、6 3 によって接合されている。

【0092】

以上述べたように、本実施形態に係る MEMS デバイス、液体噴射ヘッドによれば、以下の効果を得ることができる。

導電膜 4 1 (第 1 電極)、個別電極 3 7 および共通電極 3 8 (第 2 電極)、パンプ電極

10

20

30

40

50

40（第3電極）、圧電素子32は、接着剤61、62、63で囲まれ、第1基板33または第2基板29に形成される大気解放の貫通孔46からの水分（湿気）の侵入による電極の劣化が抑制され、より高い信頼性のMEMSデバイスを提供することができる。

また、第2空間は、導電膜41（第1電極）、個別電極37および共通電極38（第2電極）、パンプ電極40（第3電極）、圧電素子32のいずれも含まれず、第1基板33、第2基板29の少なくとも一方を貫通し、大気と連通している貫通孔46を含むように構成されている。換言すれば、第1基板33と第2基板29とは、その間に大気解放された空間が含まれるように接合される。

このように、第2空間を第1空間と分離して配置することで、第2空間内の気体が膨張したとしても、貫通孔46を有しており、大気と連通しているため、第2空間の圧力上昇を低減することができ、接着剤61、62、63の接着力に抗する力を低減し、第1基板33と第2基板29との位置ずれを低減することができる。第2空間は電極67、68（第1電極）、個別電極37および共通電極38（第2電極）、パンプ電極40（第3電極）、圧電素子32のいずれも含まれない空間として構成しているため、大気に連通させても、信頼性の低下が危惧されなく、より高い信頼性のMEMSデバイスを提供することができる。

#### 【0093】

また、液体噴射ヘッド（記録ヘッド3B）として、第2基板29は、個別電極37および共通電極38（第2電極）に電氣的に接続された圧電素子32を備えている。そして、第2基板29に設けられた圧電素子32は、個別電極37および共通電極38（第2電極）とパンプ電極40（第3電極）とを介して、第1基板33の第1電極（例えば、導電膜41）に安定して電氣的に接続されている。従って、駆動信号を第1基板33側から圧電素子32に安定して供給し、圧電素子32が安定して動作する液体噴射ヘッドを提供することができる。このように、液体噴射ヘッド（記録ヘッド3B）は、安定して動作し、高い信頼性を有する。従って、液体噴射ヘッド（記録ヘッド3B）を備えた液体噴射装置（プリンター1）も、安定して動作し、より高い信頼性を有する。

#### 【0094】

なお、本実施形態では、保護層71を、基材330の第2基板29側の面にパンプ電極40の導電膜41a以外の領域に亘って連続して設けるようにしたが、特にこれに限定されず、パンプ電極40の基材330上の導電膜41b上以外の領域には、保護層71を設けないようにしてもよい。

また、本実施形態では、保護層71を個別電極37に接続されるパンプ電極40の導電膜41b上、および、共通電極38に接続されるパンプ電極40の導電膜41b上の両方に設けるようにしたが、特にこれに限定されず、保護層71は、個別電極37に接続されるパンプ電極40の導電膜41bと共通電極38に接続されるパンプ電極40の導電膜41bとの何れか一方のみを覆うように設けるようにしてもよい。このように、保護層71を複数のパンプ電極40の導電膜41b上の一部のみに設ける構成は、本実施形態のようにパンプ電極40を基材330上に直接形成した構成によって実現できるものである。つまり、本実施形態では、パンプ電極40が基材330上に直接形成されているため、保護層71を導電膜41b上に部分的に設けたとしても、保護層71の有無により複数のパンプ電極40に高さのばらつきが生じることがなく、複数のパンプ電極40を同じ高さで個別電極37や共通電極38に接続することができるからである。

#### 【0095】

さらに、本発明は、広くヘッド全般を対象としたものであり、例えばプリンターなどの画像記録装置に用いられる各種のインクジェット式記録ヘッドなどの記録ヘッド、液晶ディスプレイなどのカラーフィルターの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED（電界放出ディスプレイ）などの電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機物噴射ヘッドなどにも本発明を適用させることができ、本発明の技術的範囲である。

#### 【0096】

また、本発明は、広くMEMSデバイスを対象としたものであり、上述した記録ヘッド3、3A以外のMEMSデバイスにも適用することができる。例えば、SAWデバイス（表面弾性波デバイス）、超音波デバイス、モーター、圧力センサー、焦電素子、及び強誘電体素子は、MEMSデバイスの一例であり、本発明を適用させることができ、本発明の技術的範囲である。

また、これらのMEMSデバイスを利用した完成体、例えば上述した記録ヘッド3、3Aを利用した液体噴射装置、上記SAWデバイスを利用したSAW発振器、上記超音波デバイスを利用した超音波センサー、上記モーターを駆動源として利用したロボット、上記焦電素子を利用したIRセンサー、強誘電体素子を利用した強誘電体メモリーなども、本発明を適用させることができ、本発明の技術的範囲である。

10

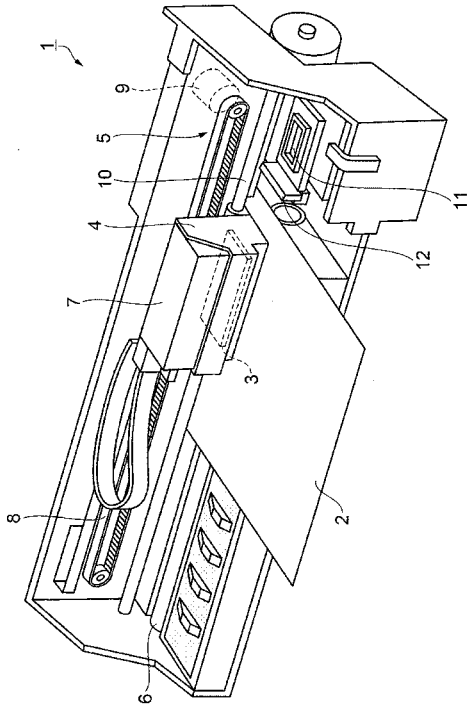
【符号の説明】

【0097】

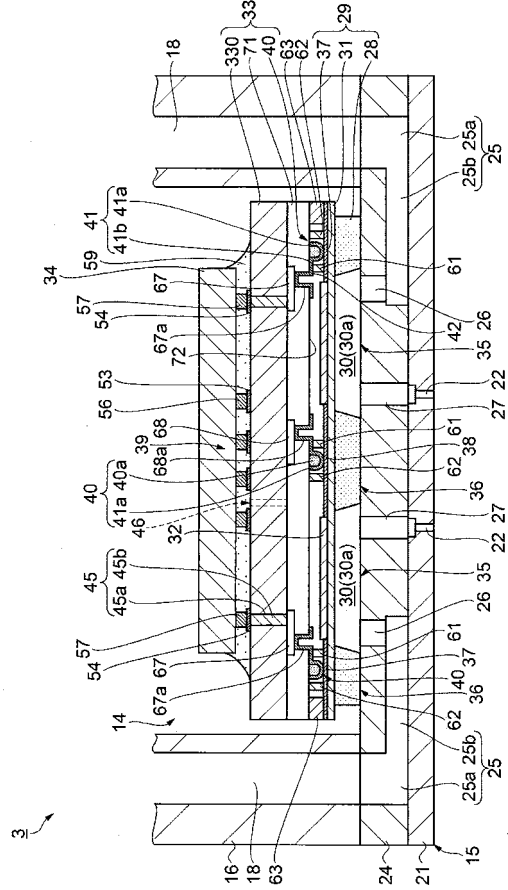
1...プリンター、2...記録媒体、3...記録ヘッド、4...キャリッジ、5...キャリッジ移動機構、6...搬送機構、7...インクカートリッジ、8...タイミングベルト、9...パルスモーター、10...ガイドロッド、11...キャップ、12...ワイピングユニット、14...電子デバイス、15...流路ユニット、16...ヘッドケース、18...リザーバー、21...ノズルプレート、22...ノズル、24...連通基板、25...共通液室、25a...第1液室、25b...第2液室、26...個別連通路、27...ノズル連通路、28...圧力発生室形成基板、29...第2基板、30...圧力発生室、30a...貫通口、31...振動板、32...圧電素子、33...第1基板、35...駆動領域、36...非駆動領域、37...個別電極、38...共通電極、39...駆動回路、40...ポンプ電極、40a...内部樹脂、41、41a、41b...導電膜、42...面、45...貫通配線、45a...貫通孔、45b...導体部、50...配線、53...電源配線、54...個別接続端子、56...電源ポンプ電極、57...個別ポンプ電極、61、62、63...接着剤、67、68...電極、67a、68a...開口、71...保護層、71A...保護層、72...面（平坦な接合面）、72A...面（平坦な接合面）、73...接続孔、330...基材

20

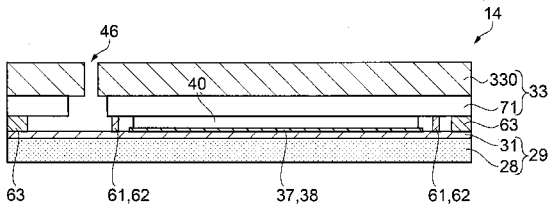
【 図 1 】



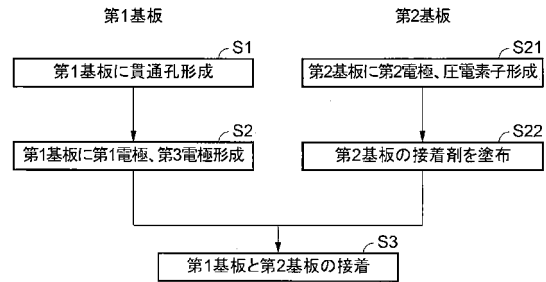
【 図 2 】



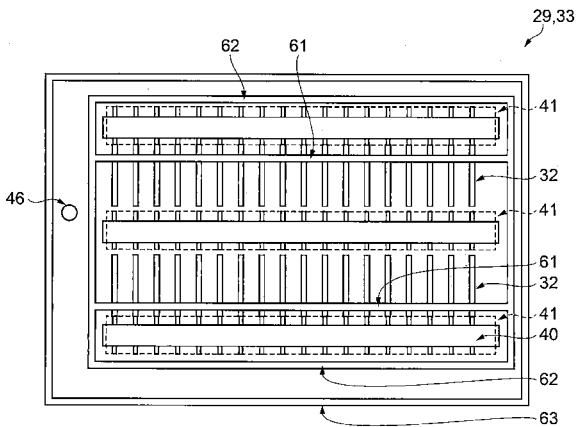
【 図 3 】



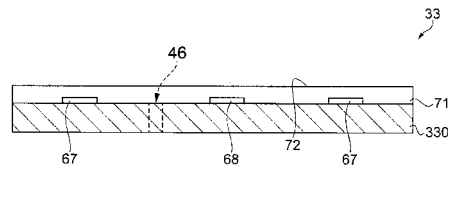
【 図 5 】



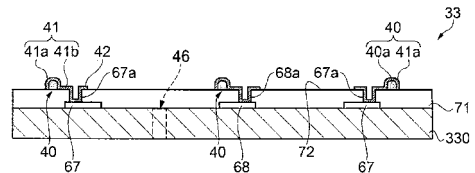
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 平井 栄樹  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 山田 大介  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 長沼 陽一  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 高 部 本規  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- Fターム(参考) 2C057 AF65 AF66 AF93 AG44 AG84 AG91 AP25