

(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2017-132170

(P2017-132170A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(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 6 1 1	2 C 0 5 7
<b>B 4 1 J 2/16 (2006.01)</b>	B 4 1 J 2/14 3 0 5	
	B 4 1 J 2/16 3 0 5	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-15191 (P2016-15191)  
 (22) 出願日 平成28年1月29日 (2016.1.29)

(71) 出願人 000005267  
 ブラザー工業株式会社  
 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号  
 (74) 代理人 110001841  
 特許業務法人 梶・須原特許事務所  
 (72) 発明者 田中 大樹  
 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号  
 ブラザー工業株式会社内  
 (72) 発明者 平井 啓太  
 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号  
 ブラザー工業株式会社内  
 Fターム(参考) 2C057 AF66 AF93 AG14 AG44 AG55  
 AG92 AG93 AG94 AP31 AP52  
 AP53 AQ02 BA04 BA14

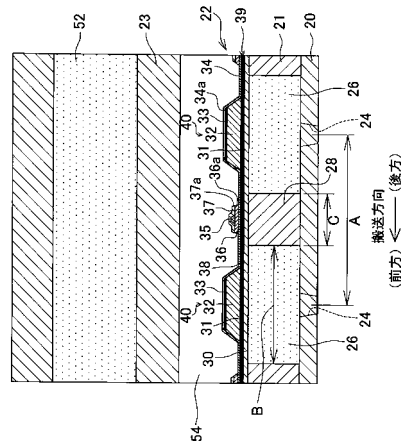
(54) 【発明の名称】 液体吐出装置、及び、液体吐出装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 隔壁上に形成される絶縁膜が圧力室側にはみ出ること起因する、圧力室を覆う膜のクラック発生を防止すること。

【解決手段】 ヘッドユニット16は、2つの圧力室26と、2つの圧力室26を覆う振動膜30と、振動膜30を挟んで2つの圧力室26とそれぞれ対向して配置された2つの圧電素子40とを有する。2つの圧力室26を隔てる隔壁28の上には、2つの圧電素子40の間を通過する配線35と、この配線35を覆う配線保護膜37とが形成されている。配線保護膜37の、前記2つの圧電素子40の間において配線35を覆う部分の端は、隔壁28の端よりも内側に位置している。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 方向に並ぶ、第 1 圧力室及び第 2 圧力室と、  
 前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室を覆う第 1 絶縁膜と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 1 圧力室と対向して配置された第 1 圧電素子と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 2 圧力室と対向して配置された第 2 圧電素子と、  
 前記第 1 方向に隣接する前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間を通過して延びる配線と、  
 前記配線を覆う第 2 絶縁膜と、を備え、  
 前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において前記配線を覆う部分の前記第 1 方向における端は、前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室を隔てる隔壁の端よりも内側に位置していることを特徴とする液体吐出装置。

10

## 【請求項 2】

前記隔壁と前記配線との間に配置された第 3 絶縁膜を備え、  
 前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において、前記第 3 絶縁膜の前記第 1 方向における端が、前記隔壁の端よりも内側に位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において、前記第 2 絶縁膜の前記第 1 方向における端と、前記第 3 絶縁膜の前記第 1 方向における端とが、前記第 1 方向において同じ位置にあることを特徴とする請求項 2 に記載の液体吐出装置。

20

## 【請求項 4】

前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 方向と直交する第 2 方向における端部が、前記第 1 圧力室及び前記第 2 圧力室と対向する領域に配置され、且つ、前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子の圧電膜の上面まで乗りあげていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の液体吐出装置。

## 【請求項 5】

前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において前記配線を覆う部分の前記第 1 方向における幅は、前記隔壁の幅よりも、 $3.8 \mu\text{m}$  以上小さいことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の液体吐出装置。

30

## 【請求項 6】

前記第 1 方向に並ぶ、第 3 圧力室及び第 4 圧力室と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 3 圧力室と対向して配置された第 3 圧電素子と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 4 圧力室と対向して配置された第 4 圧電素子と、を備え、  
 前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子との間を通過する前記配線の数と、前記第 3 圧電素子と前記第 4 圧電素子との間を通過する前記配線の数とが異なり、  
 前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子との間で前記配線を覆う部分の幅と、前記第 3 圧電素子と前記第 4 圧電素子との間で前記配線を覆う部分の幅が等しいことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の液体吐出装置。

40

## 【請求項 7】

第 1 方向に並ぶ、第 1 圧力室及び第 2 圧力室と、  
 前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室を覆う第 1 絶縁膜と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 1 圧力室と対向して配置された第 1 圧電素子と、  
 前記第 1 絶縁膜を挟んで前記第 2 圧力室と対向して配置された第 2 圧電素子と、  
 前記第 1 方向に隣接する前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間を通過して延びる配線と、  
 前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室を隔てる隔壁と前記配線との間に配置された第 3 絶縁膜と、を備え、  
 前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において、前記第 3 絶縁膜の前記第 1 方向に

50

おける端が、前記隔壁の端よりも内側に位置していることを特徴とする液体吐出装置。

【請求項 8】

第 1 絶縁膜と、第 1 方向に並ぶ第 1 圧力室と第 2 圧力室に対応して前記第 1 絶縁膜の上に配置された第 1 圧電素子及び第 2 圧電素子と、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間を通過して延びる配線とが形成された流路基板に対して、前記第 1 圧電素子、前記第 2 圧電素子、及び、前記配線を覆うように第 2 絶縁膜を形成する、第 1 の絶縁膜形成工程と

、  
前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子を覆う部分を除去する、第 1 の除去工程と、を備え、

前記第 1 の除去工程において、前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間において前記配線を覆う部分の前記第 1 方向における端の目標形成位置を、前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室を隔てる隔壁の端の目標形成位置よりも内側の位置に設定して、前記第 2 絶縁膜の除去を行うことを特徴とする液体吐出装置の製造方法。

10

【請求項 9】

前記第 1 の除去工程において、前記第 2 絶縁膜の、前記配線を覆う部分の前記第 1 方向における端の目標形成位置を、前記隔壁の端の目標形成位置から 3  $\mu$ m 以上内側の位置に設定して、前記第 2 絶縁膜の除去を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の液体吐出装置の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 の除去工程において、前記第 2 絶縁膜の、前記配線を覆う部分の前記第 1 方向における端の目標形成位置を、前記隔壁の端の目標形成位置までの距離が前記隔壁の幅の 12% 以上となる位置に設定して、前記第 2 絶縁膜の除去を行うことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の液体吐出装置の製造方法。

20

【請求項 11】

前記配線形成工程の前に、前記第 1 圧電素子、前記第 2 圧電素子、及び、前記隔壁を覆うように第 3 絶縁膜を形成する第 2 の絶縁膜形成工程と、

前記第 3 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子を覆う部分を除去する、第 2 の除去工程と、をさらに備え、

前記第 2 の除去工程において、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子の間における前記第 3 絶縁膜の前記第 1 方向における端の目標形成位置を、前記隔壁の端の目標形成位置よりも内側の位置に設定して、前記第 3 絶縁膜の除去を行うことを特徴とする請求項 8 ~ 10 の何れかに記載の液体吐出装置の製造方法。

30

【請求項 12】

前記第 1 の除去工程において、前記第 2 絶縁膜の前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子を覆う部分と、前記第 3 絶縁膜の前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子を覆う部分とを、同時に除去することを特徴とする請求項 8 ~ 11 の何れかに記載の液体吐出装置の製造方法。

【請求項 13】

前記流路基板には、前記第 1 方向に並ぶ第 3 圧力室及び第 4 圧力室に対応して、前記第 1 絶縁膜の上に配置された第 3 圧電素子及び第 4 圧電素子が形成され、

40

前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子との間を通過する前記配線の数と、前記第 3 圧電素子と前記第 4 圧電素子との間を通過する前記配線の数とが異なり、

前記第 1 の絶縁膜形成工程で、前記第 2 絶縁膜を、前記第 3 圧電素子及び前記第 4 圧電素子と、前記第 3 圧電素子及び前記第 4 圧電素子の間の前記配線も覆うように形成してから、前記第 1 の除去工程において、前記第 2 絶縁膜の前記第 3 圧電素子及び前記第 4 圧電素子を覆う部分を除去し、

前記第 1 の除去工程において、

前記第 2 絶縁膜の、前記第 1 圧電素子と前記第 2 圧電素子との間で前記配線を覆う部分の幅と、前記第 3 圧電素子と前記第 4 圧電素子との間で前記配線を覆う部分の幅が等しくなるように、前記第 2 絶縁膜の除去を行うことを特徴とする請求項 8 ~ 12 の何れかに記

50

載の液体吐出装置の製造方法。

【請求項 14】

第1絶縁膜と、第1方向に並ぶ第1圧力室と第2圧力室に対応して前記第1絶縁膜の上に配置された第1圧電素子及び第2圧電素子が形成された流路基板に対して、前記第1圧電素子、前記第2圧電素子、及び、前記第1圧力室と前記第2圧力室を隔てる隔壁を覆うように第3絶縁膜を形成する第2の絶縁膜形成工程と、

前記第3絶縁膜の上に、前記第1圧電素子と前記第2圧電素子の間を通過して延びる配線を形成する、配線形成工程と、

前記第3絶縁膜の、前記第1圧電素子及び前記第2圧電素子を覆う部分を除去する、第2の除去工程と、を備え、

前記第2の除去工程において、前記第3絶縁膜の、前記第1圧電素子と前記第2圧電素子の間の部分の前記第1方向における端の目標形成位置を、前記隔壁の端の目標形成位置よりも内側の位置に設定して、前記第3絶縁膜の除去を行うことを特徴とする液体吐出装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出装置、及び、液体吐出装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液体を吐出する液体吐出装置として、特許文献1には、ノズルからインクを吐出するインクジェットヘッドが開示されている。このインクジェットヘッドは、複数の圧力室と複数のノズルが形成されたヘッド本体部と、圧力室内のインクに圧力を付与する圧電アクチュエータとを備えている。

【0003】

ヘッド本体部の複数の圧力室は、ヘッドの主走査方向に並ぶ4つの圧力室列を構成している。圧電アクチュエータは、複数の圧力室を覆う振動板と、振動板の上に形成された共通電極と、共通電極の上に配置された圧電体と、圧電体の上面に複数の圧力室に対応して配置された複数の個別電極を有する。1つの圧力室と対向して配置された、個別電極、共通電極、及び、これら2種類の電極に挟まれた圧電体の部分によって、1つの圧電素子が構成されているとも言える。即ち、圧電アクチュエータは、複数の圧力室にそれぞれ対応して4列に配列された、複数の圧電素子を備えている。

【0004】

各圧電素子の個別電極には配線が接続されている。配線は、圧電素子の個別電極から、主走査方向の外側へ引き出されている。片側2つの圧電素子列に着目すれば、主走査方向の内側の圧電素子列の個別電極に接続された配線は、外側の圧電素子列の2つの圧電素子の間を通過して外側へ延びている。各配線の端部には、電圧入力用端子が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-159798号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記特許文献1には特に記載されていないが、2つの圧力室を隔てる隔壁上の、配線が通過する領域に、配線の腐食防止等の目的で、絶縁膜が設けられる場合がある。このときに、この絶縁膜の一部が、配線の両側にある圧力室の上まではみ出るように配置されていると、圧力室を覆う振動板の上に、絶縁膜の端が位置することになる。

【0007】

10

20

30

40

50

これについて、本願発明者らは、絶縁膜の一部が圧力室の上まではみ出した構成のアクチュエータを試作し、駆動試験を行った結果、絶縁膜の端位置を起点として振動板にクラックが生じることが明らかになった。

【0008】

本発明の目的は、隔壁上に形成される絶縁膜が圧力室側にはみ出ることによる、圧力室を覆う膜のクラック発生を防止することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の液体吐出装置は、第1方向に並ぶ、第1圧力室及び第2圧力室と、前記第1圧力室と前記第2圧力室を覆う第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜を挟んで前記第1圧力室と対向して配置された第1圧電素子と、前記第1絶縁膜を挟んで前記第2圧力室と対向して配置された第2圧電素子と、前記第1方向に隣接する前記第1圧電素子と前記第2圧電素子の間を通過して延びる配線と、前記配線を覆う第2絶縁膜と、を備え、前記第2絶縁膜の、前記第1圧電素子と前記第2圧電素子の間において前記配線を覆う部分の前記第1方向における端は、前記第1圧力室と前記第2圧力室を隔てる隔壁の端よりも内側に位置していることを特徴とするものである。

【0010】

本発明では、第2絶縁膜の、第1圧電素子と第2圧電素子の間において配線を覆う部分の端は、第1圧力室と第2圧力室を隔てる隔壁の端よりも内側にある。つまり、第1圧電素子と第2圧電素子の間において、第2絶縁膜は、第1圧力室及び第2圧力室と重なっていない。この構成では、圧力室の上に第2絶縁膜の端が位置しないことから、圧力室を覆う第1絶縁膜に応力集中が生じにくくなり、第1絶縁膜のクラック発生が抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態に係るプリンタの概略的な平面図である。

【図2】インクジェットヘッドの1つのヘッドユニットの上面図である。

【図3】図2のA部拡大図である。

【図4】図3のIV-IV線断面図である。

【図5】図3のV-V線断面図である。

【図6】図5の隔壁周辺の拡大図である。

【図7】(a)振動膜成膜、(b)共通電極成膜、(c)圧電材料膜成膜、(d)上部電極用の導電膜成膜、(e)導電膜エッチング(上部電極形成)の、各工程を示す図である。

【図8】(a)圧電材料膜エッチング(圧電素子形成)、(b)共通電極エッチング、(c)保護膜成膜、(d)層間絶縁膜成膜、(e)上部電極と配線の導通用の孔形成の、各工程を示す図である。

【図9】(a)配線用の導電膜成膜、(b)導電膜エッチング(配線形成)、(c)配線保護膜成膜の、各工程を示す図である。

【図10】(a)層間絶縁膜及び配線保護膜の一部除去、(b)保護膜の一部除去、(c)振動板の孔形成の、各工程を示す図である。

【図11】層間絶縁膜と配線保護膜の除去工程を説明する図である。

【図12】(a)流路基板の研磨、(b)流路基板のエッチング(圧力室形成)、(c)ノズルプレートの接合、(d)リザーバ形成部材の接合の、各工程を示す図である。

【図13】変更形態のヘッドユニットの一部拡大上面図である。

【図14】図13のヘッドユニットにおける、共通電極の平面図である。

【図15】図13のXV-XV線断面図である。

【図16】別の変更形態のヘッドユニットの上面図である。

【図17】図16の断面図であり、(a)はA-A線断面図、(b)はB-B線断面図、(c)はC-C線断面図、(d)はD-D線断面図である。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 2 】

次に、本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本実施形態に係るプリンタの概略的な平面図である。まず、図 1 を参照してインクジェットプリンタ 1 の概略構成について説明する。尚、図 1 に示す前後左右の各方向をプリンタの「前」「後」「左」「右」と定義する。また、紙面手前側を「上」、紙面向こう側を「下」とそれぞれ定義する。以下では、前後左右上下の各方向語を適宜使用して説明する。

## 【 0 0 1 3 】

(プリンタの概略構成)

図 1 に示すように、インクジェットプリンタ 1 は、プラテン 2 と、キャリッジ 3 と、インクジェットヘッド 4 と、搬送機構 5 と、制御装置 6 等を備えている。

10

## 【 0 0 1 4 】

プラテン 2 の上面には、被記録媒体である記録用紙 1 0 0 が載置される。キャリッジ 3 は、プラテン 2 と対向する領域において 2 本のガイドレール 1 0 , 1 1 に沿って左右方向(以下、走査方向ともいう)に往復移動可能に構成されている。キャリッジ 3 には無端ベルト 1 4 が連結され、キャリッジ駆動モータ 1 5 によって無端ベルト 1 4 が駆動されることで、キャリッジ 3 は走査方向に移動する。

## 【 0 0 1 5 】

インクジェットヘッド 4 は、キャリッジ 3 に取り付けられており、キャリッジ 3 とともに走査方向に移動する。インクジェットヘッド 4 は、走査方向に並ぶ 4 つのヘッドユニット 1 6 を備えている。4 つのヘッドユニット 1 6 は、4 色(ブラック、イエロー、シアン、マゼンタ)のインクカートリッジ 1 7 が装着されるカートリッジホルダ 7 と、図示しないチューブによってそれぞれ接続されている。各ヘッドユニット 1 6 は、その下面(図 1 の紙面向こう側の面)に形成された複数のノズル 2 4 (図 2 ~ 図 5 参照)を有する。各ヘッドユニット 1 6 のノズル 2 4 は、インクカートリッジ 1 7 から供給されたインクを、プラテン 2 に載置された記録用紙 1 0 0 に向けて吐出する。

20

## 【 0 0 1 6 】

搬送機構 5 は、前後方向にプラテン 2 を挟むように配置された 2 つの搬送ローラ 1 8 , 1 9 を有する。搬送機構 5 は、2 つの搬送ローラ 1 8 , 1 9 によって、プラテン 2 に載置された記録用紙 1 0 0 を前方(以下、搬送方向ともいう)に搬送する。

## 【 0 0 1 7 】

制御装置 6 は、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、及び、各種制御回路を含む A S I C (Application Specific Integrated Circuit)等を備える。制御装置 6 は、R O M に格納されたプログラムに従い、A S I C により、記録用紙 1 0 0 への印刷等の各種処理を実行する。例えば、印刷処理においては、制御装置 6 は、P C 等の外部装置から入力された印刷指令に基づいて、インクジェットヘッド 4 やキャリッジ駆動モータ 1 5 等を制御して、記録用紙 1 0 0 に画像等を印刷させる。具体的には、キャリッジ 3 とともにインクジェットヘッド 4 を走査方向に移動させながらインクを吐出させるインク吐出動作と、搬送ローラ 1 8 , 1 9 によって記録用紙 1 0 0 を搬送方向に所定量搬送する搬送動作とを、交互に行わせる。

30

## 【 0 0 1 8 】

(インクジェットヘッドの詳細)

次に、インクジェットヘッド 4 の詳細構成について説明する。図 2 は、インクジェットヘッド 4 の 1 つのヘッドユニット 1 6 の上面図である。尚、インクジェットヘッド 4 の 4 つのヘッドユニット 1 6 は、全て同じ構成であるため、そのうちの 1 つについて説明を行い、他のヘッドユニット 1 6 については説明を省略する。図 3 は、図 2 の A 部拡大図である。図 4 は、図 3 の IV-IV 線断面図である。図 5 は、図 3 の V-V 線断面図である。

40

## 【 0 0 1 9 】

図 2 ~ 図 5 に示すように、ヘッドユニット 1 6 は、ノズルプレート 2 0、流路基板 2 1、圧電アクチュエータ 2 2、及び、リザーバ形成部材 2 3 を備えている。尚、図 2 では、図面の簡素化のため、流路基板 2 1 及び圧電アクチュエータ 2 2 の上方に位置する、リザ

50

ーバ形成部材 23 は、二点鎖線で外形のみ示されている。

【0020】

(ノズルプレート)

ノズルプレート 20 は、ステンレス鋼等の金属材料、シリコン、あるいは、ポリイミド等の合成樹脂材料などで形成されている。ノズルプレート 20 には、複数のノズル 24 が形成されている。図 2 に示すように、1 色のインクを吐出する複数のノズル 24 は、搬送方向に配列されて、左右方向に並ぶ 2 つのノズル列 25 a, 25 b を構成している。2 列のノズル列 25 a, 25 b の間では、搬送方向におけるノズル 24 の位置が、各ノズル列 25 の配列ピッチ P の半分 ( $P/2$ ) だけずれている。

【0021】

(流路基板)

流路基板 21 は、シリコンで形成された基板である。この流路基板 21 の下面に、前述したノズルプレート 20 が接合されている。流路基板 21 には、複数のノズル 24 とそれぞれ連通する複数の圧力室 26 が形成されている。各圧力室 26 は、走査方向に長い矩形の平面形状を有する。複数の圧力室 26 は、前述した複数のノズル 24 の配列に応じて搬送方向に配列され、左右方向に並ぶ 2 つの圧力室列 27 (27 a, 27 b) を構成している。

【0022】

(圧電アクチュエータ)

圧電アクチュエータ 22 は、複数の圧力室 26 内のインクに、それぞれノズル 24 から吐出させるための吐出エネルギーを付与するものである。圧電アクチュエータ 22 は、流路基板 21 の上面に配置されている。

【0023】

図 2 ~ 図 5 に示すように、圧電アクチュエータ 22 は、振動膜 30、複数の圧電素子 40、保護膜 34、層間絶縁膜 36、配線 35、及び、配線保護膜 37 を有する。尚、図 2 では、図面の簡単のため、図 3 ~ 図 5 には示されている、圧電膜 32 を覆う保護膜 34 や、配線 35 を覆う配線保護膜 37 の図示は省略されている。

【0024】

図 2、図 3 に示すように、圧電アクチュエータ 22 の、複数の圧力室 26 の端部とそれぞれ重なる位置に、複数の連通孔 22 a が形成されている。これら複数の連通孔 22 a により、後述するリザーバ形成部材 23 内の流路と、複数の圧力室 26 とがそれぞれ連通している。

【0025】

振動膜 30 は、流路基板 21 の上面の全域に、複数の圧力室 26 を覆うように配置されている。振動膜 30 は、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ )、あるいは、窒化シリコン ( $\text{SiN}_x$ ) 等で形成されている。振動膜 30 の厚みは、例えば、 $1\ \mu\text{m}$  程度である。

【0026】

複数の圧電素子 40 は、振動膜 30 を挟んで、複数の圧力室 26 とそれぞれ対向して配置されている。即ち、複数の圧電素子 40 は、圧力室 26 の配列に応じて搬送方向に配列され、且つ、走査方向に並ぶ 2 つの圧電素子列 41 を構成している。各圧電素子 40 は、下部電極 31、圧電膜 32、及び、上部電極 33 を有する。

【0027】

下部電極 31 は、振動膜 30 の上面の、圧力室 26 と対向する領域に形成されている。また、図 5 に示すように、複数の圧力室 26 の間の領域には下部電極 31 と同じ材料によって導電膜 38 が形成され、この導電膜 38 により、複数の圧電素子 40 の間で下部電極 31 同士が導通している。言い換えれば、振動膜 30 の上面のほぼ全域に、複数の下部電極 31 とそれらの間の導電膜 38 からなる、1 つの大きな共通電極 39 が配置されている。下部電極 31 の材質は特に限定されないが、例えば、白金 (Pt) とチタン (Ti) の 2 層構造のものを採用することができる。この場合、白金層は  $200\ \text{nm}$ 、チタン層は  $50\ \text{nm}$  程度とすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0028】

圧電膜32は、振動膜30の圧力室26と対向する領域において、下部電極31の上に形成されている。図3に示すように、圧電膜32は、圧力室26よりも小さい、走査方向に長い矩形の平面形状を有する。圧電膜32は、例えば、チタン酸鉛とジルコン酸鉛との混晶であるチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を主成分とする圧電材料からなる。圧電膜32の厚みは、例えば、1 $\mu$ m~5 $\mu$ m程度である。

## 【0029】

上部電極33は、圧電膜32よりも一回り小さい、矩形の平面形状を有する。上部電極33は、圧電膜32の上面の中央部に形成されている。上部電極33は、例えば、イリジウム(Ir)などで形成されている。上部電極33の厚みは、例えば、80nm程度である。

10

## 【0030】

図3~図5に示すように、保護膜34は、複数の圧電素子40の圧電膜32に跨って、振動膜30の上面のほぼ全域にわたって形成されている。保護膜34は、空気中に含まれる水分の、圧電膜32への侵入を防止するための膜であり、この保護膜34は、アルミナ( $Al_2O_3$ )などの耐水性を有する材料で形成されている。この保護膜34の厚みは、例えば、80nm程度である。空気中の水分が圧電膜32内に入り込むと圧電膜32が劣化するが、圧電膜32が保護膜34によって覆われていることで、圧電膜32への水分の侵入が防止される。

## 【0031】

また、保護膜34による圧電膜32の変形阻害を小さくするために、保護膜34の、その厚み方向から見て圧電膜32の上面の中央部と重なる部分に、矩形形状の開口部34aが形成されている。これにより、上部電極33の大部分が保護膜34から露出している。尚、開口部34aの内側領域においては、圧電膜32は保護膜34によって覆われていないものの、上部電極33によって覆われているため、外部からの圧電膜32への水分の侵入が抑制される。

20

## 【0032】

図3~図5に示すように、層間絶縁膜36は、保護膜34の上に形成されている。層間絶縁膜36には、保護膜34の開口部34aよりも一回り大きい開口部36aが形成されている。これにより、層間絶縁膜36は、圧力室26を隔てる隔壁28を覆うように配置され、圧電素子40の大部分は層間絶縁膜36から露出している。尚、圧電素子40の周囲における層間絶縁膜36の形成範囲の詳細について、配線保護膜37の形成範囲とともに詳しく述べる。

30

## 【0033】

層間絶縁膜36の上には、次述の複数の配線35が配置される。層間絶縁膜36は、主に、複数の配線35と共通電極39の導電膜38との間の絶縁性を高めるために設けられている。層間絶縁膜36の材質は特に限定されないが、例えば、二酸化シリコン( $SiO_2$ )で形成される。また、共通電極39と配線35間の絶縁性確保の観点から、層間絶縁膜36の膜厚は、ある程度厚いことが好ましく、例えば、300~500nmである。

## 【0034】

配線は、圧電素子40に電圧を印加するためのものであり、層間絶縁膜36の上に配置されている。配線35の一端部は、圧電膜32の右端部の上面に、保護膜34及び層間絶縁膜36を介して被さるよう配置されている。また、保護膜34と層間絶縁膜36の、上部電極33の右端部を覆う部分には、これらの膜を貫通するように配置された導通部55が設けられている。そして、導通部55を介して配線35と上部電極33の右端部とが導通している。また、複数の圧電素子40に対応する複数の配線35は、上部電極33からそれぞれ右方へ引き出されている。配線35は、例えば、アルミニウム(Al)で形成されている。

40

## 【0035】

尚、左右2つの圧電素子列41のうち、左側の圧電素子列41aから引き出された配線

50

35は、右側の圧電素子列41bの圧電素子40間において、層間絶縁膜36の上に配置されている。即ち、左側の圧電素子40に接続された配線35は、隔壁28の上方において、右側の2つの圧電素子40の間を通過して右方へ延びている。尚、各配線35の厚みは、断線等を極力防止するために、一定以上の厚みであることが好ましく、例えば、1 $\mu$ m程度である。

#### 【0036】

配線35の下の層間絶縁膜36は、流路基板21の右端部まで形成されている。図2に示すように、流路基板21の右端部においては、層間絶縁膜36の上に、複数の駆動接点42が搬送方向に並べて配置されている。上部電極33から右方へ引き出された配線35は駆動接点42と接続されている。また、流路基板21の右端部には、複数の駆動接点42の搬送方向両側に、2つのグランド接点43も配置されている。グランド接点43は、保護膜34及び層間絶縁膜36を貫通する導通部(図示省略)を介して、保護膜34の下側に配置されている共通電極39と接続されている。

10

#### 【0037】

配線保護膜37は、層間絶縁膜36の上に、複数の配線35を覆うように形成されている。この配線保護膜37は、主に、配線35の保護、及び、配線35間の絶縁確保の目的で設けられている。配線保護膜37は、例えば、窒化シリコン(SiNx)等で形成されている。配線保護膜37の厚みは、例えば、100nm~1 $\mu$ mである。

#### 【0038】

図3~図5に示すように、層間絶縁膜36と同様、配線保護膜37にも開口部37aが形成されている。配線保護膜37の開口部37aは、層間絶縁膜36の開口部36aとほぼ同じ大きさである。これにより、配線保護膜37は、圧力室26を隔てる隔壁28上において、配線35を覆うように配置される一方、配線35の両側に位置する圧電素子40の大部分は配線保護膜37から露出している。また、配線保護膜37の開口部37aは、保護膜34の開口部34aよりも一回り大きい。

20

#### 【0039】

図3、図4に示すように、配線保護膜37は、流路基板21の右端部まで延び、配線35の駆動接点42との接続箇所までの部分を覆っている。一方、複数の駆動接点42とグランド接点43は、配線保護膜37からは露出しており、流路基板21の右端部上面に接合される後述のCOF50と電氣的に接続される。

30

#### 【0040】

圧電素子40の周囲における、層間絶縁膜36と配線保護膜37の形成範囲について、詳細に説明する。図6は、図5の隔壁周辺の拡大図である。

#### 【0041】

まず、搬送方向、即ち、圧力室26の短手方向における膜36、37の形成範囲について説明する。図3、図5、図6に示すように、搬送方向に隣接する2つの圧電素子40の間において、層間絶縁膜36が隔壁28の上に配置されている。また、層間絶縁膜36の上の配線35を覆うように配線保護膜37が配置されている。

#### 【0042】

また、2つの圧電素子40の間において、配線保護膜37及び層間絶縁膜36の搬送方向における両端は、隔壁28の端よりも内側にある。即ち、隔壁28の上の配線保護膜37及び層間絶縁膜36は、隔壁28で隔てられた圧力室26と対向する領域まではみ出していない。この構成では、圧力室26の上に、層間絶縁膜36及び配線保護膜37の端が位置しない。従って、圧電素子40の駆動時に、配線保護膜37及び層間絶縁膜36の端を起点として、圧力室26を覆う振動膜30にクラックが生じることが抑制される。尚、図6に示すように、配線保護膜37及び層間絶縁膜36の幅Wは、隔壁28の幅W1に対して、3.8 $\mu$ m以上小さいことが好ましい。その理由については後で述べる。

40

#### 【0043】

後でも説明するが、配線保護膜37と層間絶縁膜36のエッチングを同じ工程で行うことから、配線保護膜37の開口部37aと層間絶縁膜36の開口部36aの位置が一致す

50

る。これにより、隔壁 28 の上における、配線保護膜 37 の端と層間絶縁膜 36 の端は、搬送方向において同じ位置にある。尚、エッチングの際に形成される膜端のテーパ形状によって、実際には、配線保護膜 37 の端位置と層間絶縁膜 36 の端位置はわずかにずれるが、上述した「配線保護膜 37 の端と層間絶縁膜 36 の端が同じ位置にある」構成には、この僅かなずれが存在する場合も含むものとする。

#### 【0044】

次に、走査方向、即ち、圧力室 26 の長手方向における膜 36, 37 の形成範囲について、図 4 を参照して説明する。振動膜 30 の、圧電膜 32 の長手方向端部と重なる位置においては、圧電素子 40 の変形時に応力が集中しやすい。この応力集中を抑えるため、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 が上記の位置まで形成されている。即ち、図 3、図 4 に示すように、層間絶縁膜 36 とその上の配線保護膜 37 は、圧力室 26 の長手方向両端部と重なって配置されている。これにより、圧電膜 32 の端部が、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 に覆われてこの位置での剛性が高まる。この場合、長手方向の端部近傍での屈曲が穏やかになるため、振動膜 30 のクラックが抑制される。

10

#### 【0045】

尚、配線保護膜 37 及び層間絶縁膜 36 が、長手方向において圧力室 26 と一部重なり、且つ、圧電膜 32 には乗りあげていない構成だと、圧力室 26 の短手方向に膜 36, 37 が圧力室 26 までみ出した場合と同様、膜 36, 37 の端を起点とするクラックが振動膜 30 に発生しやすくなる。この点、配線保護膜 37 と層間絶縁膜 36 の端が、圧電膜 32 の上面まで乗りあげていることにより、膜 36, 37 の端を起点とするクラックも抑制される。

20

#### 【0046】

また、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 が、圧力室 26 や圧電膜 32 と一部重なっていると、圧電素子 40 の駆動時における振動膜 30 の変位が阻害されるという問題がある。しかし、変位に大きな影響を与えるのは圧力室 26 の短手方向における膜構成であり、これに比べると長手方向の端部の構成については変位へ与える影響は小さい。そこで、本実施形態では、多少、変位低下の問題があるものの、振動膜 30 のクラック発生をより確実に防止するために、圧力室 26 の長手方向においては、配線保護膜 37 と層間絶縁膜 36 が、圧力室 26 や圧電膜 32 と部分的に重なった構成が採用されている。

30

#### 【0047】

図 2 ~ 図 4 に示すように、圧電アクチュエータ 22 の右端部の上面には、配線部材である COF (Chip On Film) 50 がそれぞれ接合されている。そして、COF 50 に形成された複数の配線 55 が、複数の駆動接点 42 と、それぞれ電氣的に接続されている。COF 50 の、駆動接点 42 と反対側の端部は、プリンタ 1 の制御装置 6 (図 1 参照) に接続されている。また、COF 50 にはドライバ IC 51 が実装されている。

#### 【0048】

ドライバ IC 51 は、制御装置 6 から送られてきた制御信号に基づいて、圧電アクチュエータ 22 を駆動するための駆動信号を生成して出力する。ドライバ IC 51 から出力された駆動信号は、COF 50 の配線 55 を介して駆動接点 42 に入力され、さらに、圧電アクチュエータ 22 の配線 35 を介して上部電極 33 に供給される。駆動信号が供給された上部電極 33 の電位は、所定の駆動電位とグランド電位との間で変化する。また、COF 50 には、グランド配線 (図示省略) も形成されており、このグランド配線は、圧電アクチュエータ 22 のグランド接点 43 と電氣的に接続される。これにより、グランド接点 43 と接続されている共通電極 39 の電位は、常にグランド電位に維持される。

40

#### 【0049】

ドライバ IC 51 から駆動信号が供給されたときの、圧電アクチュエータ 22 の動作について説明する。駆動信号が供給されていない状態では、上部電極 33 の電位はグランド電位であり、共通電極 39 と同電位である。この状態から、ある上部電極 33 に駆動信号が供給されて駆動電位が印加されると、その上部電極 33 と共通電極 39 との電位差により、圧電膜 32 に、その厚み方向に平行な電界が作用する。このとき、圧電逆効果によっ

50

て、圧電膜 32 は厚み方向に伸びて面方向に収縮する。さらに、この圧電膜 32 の収縮変形に伴って、振動膜 30 が圧力室 26 側に凸となるように撓む。これにより、圧力室 26 の容積が減少して圧力室 26 内に圧力波が発生することで、圧力室 26 に連通するノズル 24 からインクの液滴が吐出される。

【0050】

(リザーバ形成部材)

図 4、図 5 に示すように、リザーバ形成部材 23 は、圧電アクチュエータ 22 を挟んで、流路基板 21 と反対側(上側)に配置され、圧電アクチュエータ 22 の上面に接着剤で接合されている。リザーバ形成部材 23 は、例えば、流路基板 21 と同様、シリコンで形成されてもよいが、シリコン以外の材料、例えば、金属材料や合成樹脂材料で形成されて

10

【0051】

リザーバ形成部材 23 の上半部には、搬送方向に延びるリザーバ 52 が形成されている。このリザーバ 52 は、インクカートリッジ 17 が装着されるカートリッジホルダ 7 (図 1 参照)と、図示しないチューブでそれぞれ接続されている。

【0052】

図 4 に示すように、リザーバ形成部材 23 の下半部には、リザーバ 52 から下方に延びる複数のインク供給流路 53 が形成されている。各インク供給流路 53 は、圧電アクチュエータ 22 の複数の連通孔 22a に連通している。これにより、リザーバ 52 から、複数のインク供給流路 53、及び、複数の連通孔 22a を介して、流路基板 21 の複数の圧力室 26 にインクが供給される。また、リザーバ形成部材 23 の下半部には、圧電アクチュエータ 22 の複数の圧電素子 40 を覆う、凹状の保護カバー部 54 も形成されている。

20

【0053】

次に、上述したインクジェットヘッド 4 のヘッドユニット 16 の製造工程について、特に、圧電アクチュエータ 22 の製造工程を中心に、図 7 ~ 図 12 を参照して説明する。

【0054】

図 7 は、(a) 振動膜成膜、(b) 共通電極成膜、(c) 圧電材料膜成膜、(d) 上部電極用の導電膜成膜、(e) 導電膜エッチング(上部電極形成)の、各工程を示す図である。

【0055】

まず、図 7 (a) に示すように、シリコン基板である流路基板 21 の表面に、二酸化シリコンの振動膜 30 を成膜する。振動膜 30 の成膜法としては、熱酸化処理を好適に採用できる。次に、図 7 (b) に示すように、振動膜 30 の上に、複数の下部電極 31 となる共通電極 39 をスパッタリング等により成膜する。また、図 7 (c) に示すように、共通電極 39 の上に、ゾルゲルやスパッタリング等で、共通電極 39 の上面全域に PZT などの圧電材料からなる圧電材料膜 59 を成膜する。

30

【0056】

さらに、圧電材料膜 59 の上面に上部電極 33 を形成する。まず、図 7 (d) に示すように、スパッタリング等で、圧電材料膜 59 の上面に導電膜 57 を成膜する。次に、この導電膜 57 にエッチングを施すことにより、圧電材料膜 59 の上面に、複数の上部電極 33 をそれぞれ形成する。

40

【0057】

図 8 は、(a) 圧電材料膜エッチング(圧電素子形成)、(b) 共通電極エッチング、(c) 保護膜成膜、(d) 層間絶縁膜成膜、(e) 上部電極と配線の導通用の孔形成の、各工程を示す図である。

【0058】

図 8 (a) に示すように、圧電材料膜 59 のエッチングを行って複数の圧電膜 32 を形成する。これにより、振動膜 30 の上に、複数の圧電素子 40 が形成される。また、図 8 (b) に示すように、共通電極 39 にエッチングを行って、圧電アクチュエータ 22 の連通孔 22a (図 4 参照)の一部を構成する、孔 31a を形成する。

50

## 【 0 0 5 9 】

次に、図 8 ( c ) に示すように、複数の圧電素子 4 0 を覆うように、保護膜 3 4 をスパッタリング等で成膜する。さらに、図 8 ( d ) に示すように、保護膜 3 4 の上に層間絶縁膜 3 6 を成膜する。層間絶縁膜 3 6 は、複数の圧電素子 4 0 を覆い、さらに、複数の圧電素子 4 0 の間の隔壁 2 8 をも覆うように形成する。尚、二酸化シリコンからなる層間絶縁膜 3 6 は、プラズマ C V D によって好適に成膜することができる。

## 【 0 0 6 0 】

保護膜 3 4 と層間絶縁膜 3 6 を成膜したら、図 8 ( e ) に示すように、保護膜 3 4 と層間絶縁膜 3 6 の、上部電極 3 3 の端部を覆う部分に、エッチングで孔 5 6 を形成する。この孔 5 6 は、上部電極 3 3 と、次工程で層間絶縁膜 3 6 の上に形成される配線 3 5 とを導通するための孔である。

10

## 【 0 0 6 1 】

図 9 は、( a ) 配線用の導電膜成膜、( b ) 導電膜エッチング ( 配線形成 )、( c ) 配線保護膜成膜の、各工程を示す図である。次に、保護膜 3 4 の上の層間絶縁膜 3 6 に、複数の配線 3 5 を形成する。まず、図 9 ( a ) に示すように、層間絶縁膜 3 6 の上面に、スパッタリング等で導電膜 5 8 を成膜する。このとき、導電材料の一部が孔 5 6 に充填されることによって、孔 5 6 内に、上部電極 3 3 と導電膜 5 8 とを導通させる導通部 5 5 が形成される。次に、図 9 ( b ) に示すように、この導電膜 5 8 にエッチングを施して不要部分を除去し、複数の配線 3 5 をそれぞれ形成する。

## 【 0 0 6 2 】

次に、図 9 ( c ) に示すように、複数の圧電素子 4 0、及び、これら複数の圧電素子 4 0 にそれぞれ接続された複数の配線 3 5 を覆うように配線保護膜 3 7 を成膜する。窒化シリコン ( S i N x ) からなる配線保護膜 3 7 は、先の層間絶縁膜 3 6 と同様、プラズマ C V D で成膜するのが好ましい。

20

## 【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、( a ) 層間絶縁膜及び配線保護膜の一部除去、( b ) 保護膜の一部除去、( c ) 振動膜の孔形成、の各工程を示す図である。

## 【 0 0 6 4 】

次に、図 1 0 ( a ) に示すように、配線保護膜 3 7 と層間絶縁膜 3 6 にエッチングを行って、配線保護膜 3 7 及び層間絶縁膜 3 6 の、複数の圧電素子 4 0 を覆っている部分を同時に除去する。これにより、配線保護膜 3 7 に開口部 3 7 a を形成するとともに、層間絶縁膜 3 6 に開口部 3 6 a を形成して、それらの下にある保護膜 3 4 を露出させる。

30

## 【 0 0 6 5 】

配線保護膜 3 7 と層間絶縁膜 3 6 の除去は、具体的には次のようにして行う。まず、配線保護膜 3 7 の表面に、フォトレジストにより、開口部 3 6 a、3 7 a の形成領域以外を覆うマスクを形成する。マスクを形成したら、配線保護膜 3 7 の表面からのエッチングを行って、配線保護膜 3 7 と層間絶縁膜 3 6 を同時に除去し、2 種類の膜 3 7、3 6 の、マスクによって覆われていない領域に開口部 3 6 a、3 7 a を形成する。エッチング後、マスクを剥離して除去する。

## 【 0 0 6 6 】

図 1 1 は、層間絶縁膜 3 6 と配線保護膜 3 7 の除去工程を説明する図である。図 1 1 に示すように、搬送方向に並ぶ 2 つの圧力室 2 6 を隔てる隔壁 2 8 においては、配線 3 5 の下側の層間絶縁膜 3 6 と、配線 3 5 を上から覆う配線保護膜 3 7 が、除去されずに残される。その際に、層間絶縁膜 3 6 と配線保護膜 3 7 の端が、隔壁 2 8 の端よりも外側へはみ出さないようする。

40

## 【 0 0 6 7 】

具体的には、層間絶縁膜 3 6 と配線保護膜 3 7 の搬送方向における端の目標形成位置 P 0 を、隔壁 2 8 の端の目標形成位置 P 1 よりも内側に設定して除去工程を行う。ここで、「膜 3 6、3 7 の端の目標形成位置」とは、膜 3 6、3 7 をエッチングする際の端の目標位置であり、膜 3 6、3 7 の端がその位置にくるように、マスク位置やエッチング量等を

50

調整する。同様に、「隔壁28の端の目標形成位置」とは、後述する圧力室26の形成工程(図12(b))において、流路基板21をエッチングして圧力室26を形成する際の端の目標位置であり、隔壁28の端がその位置にくるように、マスクやエッチング量等を調整する。別の言い方をすれば、上記の「目標形成位置」は、ヘッドユニットを製造する際の設計図面に明記されている位置(寸法)のことである。

【0068】

但し、膜36, 37のエッチングの際に生じる様々なズレによって、図11に二点鎖線で示すように、膜36, 37の端は目標形成位置P0からずれうる。また、隔壁28の端についても同様に、エッチングによる圧力室26の形成時に生じるズレによって、目標形成位置P1からずれうる。その結果、加工後の膜36, 37の端の位置が、隔壁28の端よりも内側に来ない場合も想定される。

10

【0069】

本願発明者らは、当初、膜36, 37の端が隔壁28の端に一致するように、端位置の目標を設定してヘッドユニットを製造して駆動試験を行ったのであるが、その試験において、振動膜30にクラックが発生した。調査の結果、エッチングの際のズレによって、膜36, 37の端が隔壁28の端よりも外側にはみ出し、膜36, 37の一部が圧力室26と重なっていることがわかった。尚、この試作品における振動膜30の厚みは、 $1.0\ \mu\text{m} \sim 1.4\ \mu\text{m}$ であった。

【0070】

そこで、膜36, 37の目標形成位置P0は、隔壁28の端の目標形成位置P1よりも、 $3\ \mu\text{m}$ 以上内側の位置であることが好ましい。その理由は、以下の通りである。

20

【0071】

層間絶縁膜36及び配線保護膜37の除去工程では、マスクのズレに起因して隔壁28上での膜の位置(a)がばらつき、また、エッチングの加工ズレによって膜幅(b)がばらつく。これにより、膜36, 37の端の位置がずれうる。また、圧力室26の形成工程(図12(b))において、マスクのズレに起因して隔壁28の位置(c)がばらつき、また、エッチングの加工ズレによって隔壁28の幅(d)がばらつく。これにより、隔壁28の端の位置もずれうる。そのため、膜36, 37の端位置と隔壁28の端位置の間の離間距離Tが、ある範囲内ではばらつくことになる。そこで、上記の様々なズレが生じたとしても、膜36, 37の実際の端位置が隔壁28の端位置P1よりも内側となるように、膜36, 37の端の目標形成位置P0を設定するのがよい。

30

【0072】

上記の各種ズレの程度は、膜36, 37のエッチングや圧力室26の形成に使用する装置の精度に依存するものの、おおよそ、表1に示すような値となる。また、表1の値は、3での値を示し、ズレがこの範囲内に入る確率は99.7%である。表1において、「マスクズレ」とは、エッチング用マスクが面方向と平行にずれることによる、位置ズレの程度を示す。また、「加工ズレ」とは、エッチングの加工幅のずれの程度を示す。例えば、「圧力室形成時のマスクズレが $\pm 3\ \mu\text{m}$ 」とは、流路基板21にエッチングで圧力室26を形成する際に、エッチングマスクが、目標の設置位置に対して最大 $3\ \mu\text{m}$ ずれるということである。

40

【0073】

【表 1】

ズレの生じる工程	対象	ズレの種類	ズレの程度
配線保護膜、層間絶縁膜のエッチング	膜の位置a	マスクズレ	$\pm 0.2 \mu\text{m}$
	膜幅b	加工ズレ	$\pm 0.2 \mu\text{m}$
圧力室形成(流路基板のエッチング)	隔壁位置c	マスクズレ	$\pm 3 \mu\text{m}$
	隔壁幅d	加工ズレ	$\pm 2 \mu\text{m}$

10

## 【0074】

尚、上述したように、層間絶縁膜36と配線保護膜37の除去を同時に行うことで、除去工程の回数が減る。このことは、マスクズレや加工ズレの発生機会が減ることを意味する。これに対して、2種類の膜36, 37の除去を別々に行った場合には、2回の除去工程のそれぞれでマスクズレや加工ズレが発生することから、ズレ量が大きくなりうる。

## 【0075】

表1のズレの程度から、目標形成位置P0をどのように設定するのが適切かについて、以下、検討を行う。

(1) 1つの考え方として、表1のズレの種類の中でも最大の、圧力室形成時のマスクズレ(最大 $3 \mu\text{m}$ )に着目する。即ち、このマスクズレが生じても、膜36, 37の端位置が隔壁28からはみ出ないように、目標形成位置P0を設定するということである。この考え方に従えば、膜36, 37の端の目標形成位置P0は、隔壁28の端の目標形成位置P1よりも、 $3 \mu\text{m}$ 以上内側に設定すればよい。

20

## 【0076】

(2) もう1つの考え方として、表1の全ての種類のズレがそれぞれ生じた場合でも、膜36, 37の端位置が隔壁28からはみ出ないように、目標形成位置P0を設定してもよい。尚、この場合に、全種類のズレの最大値の合計、つまり、個々の最悪値を積み上げた値を基に、目標形成位置P0を設定することも可能である。しかし、全種類のズレが、全て最大のズレ量となる確率は0に限りなく近く、そのような条件もカバーするように設計することは現実的ではない。

30

## 【0077】

そこで、「二乗和公差」という考え方に基づいて、目標形成位置P0を決定することが好ましい。前提として、表1の4種類の寸法(a~d)は、各々が他の寸法に影響を及ぼさない。即ち、a~dは独立の事象である。この場合に、距離Tのばらつきが正規分布に従うとすると、分散の加法性から、距離Tの分散 $T^2$ は、下記式で表される。

## 【0078】

## 【数1】

$$T^2 = (a)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 + (c)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

40

## 【0079】

尚、表1における加工ズレ(b, d)は、膜幅又は隔壁の幅という、幅寸法のズレの値であることから、端位置のズレ量を求める際には、数1に示すように、幅寸法のズレについてはその半分の値を使用している。上の式を変形して、標準偏差の形にすると、下記式となる。

50

【 0 0 8 0 】

【 数 2 】

$$T = \sqrt{(a)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 + (c)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

【 0 0 8 1 】

10

a ~ d に、表 1 のズレの値を代入すると、 $T = 3.17$  となる。上記 a ~ d の値は、それぞれ 3 での値であるから、T についても、99.7% の確率で  $3.17 \mu\text{m}$  以下となる。実際上は、膜 36, 37 の端位置の目標形成位置 P0 を、隔壁 28 の端位置 P1 よりも  $3 \mu\text{m}$  以上内側の位置に設定しておけば、膜 36, 37 が、隔壁 28 の端よりも外側にはみ出すことはまずないと言える。

【 0 0 8 2 】

尚、隔壁 28 の上の膜 36, 37 の端の目標形成位置 P0 については、隔壁 28 の寸法との関係で表現することも可能である。ノズル 24 及び圧力室 26 が、 $300 \text{ dpi}$  の配列である場合、圧力室 26 の配列ピッチは  $84.7 \mu\text{m}$  (図 5 の寸法 A) となる。一方で、各々のノズル 24 から正常にインクを吐出するためには、圧力室 26 の幅を  $60 \sim 70 \mu\text{m}$  (図 5 の寸法 B) とすることが好ましい。双方の条件を考慮すれば、2 つの圧力室 26 を隔てる隔壁 28 が取り得る幅 (図 5 の寸法 C) は、 $14.7 \mu\text{m} \sim 24.7 \mu\text{m}$  となる。このときに、膜 36, 37 の端の目標形成位置 P0 を、隔壁 28 の目標形成位置 P1 からの距離が  $3 \mu\text{m}$  の位置に設定するという事は、P0 と P1 の距離が、隔壁 28 の幅の 12% ( $3 \mu\text{m} / 24.7 \mu\text{m}$ ) ~ 20% ( $3 \mu\text{m} / 12.7 \mu\text{m}$ ) となるように設定することと同義である。即ち、P0 と P1 の距離を  $3 \mu\text{m}$  以上にするには、上記距離が、隔壁 28 の幅の 12% 以上となるように設定すればよい。

20

【 0 0 8 3 】

尚、上記のようにして膜 36, 37 の除去工程を行った後の、膜 36, 37 の幅と隔壁 28 の幅との関係は、次のようになる。膜 36, 37 の端の目標形成位置 P0 を、隔壁 28 の端から  $3 \mu\text{m}$  離れた位置に設定したときに、理論上は、図 6 の膜 36, 37 の幅 W は、隔壁 28 の幅 W1 と比べて、左右両側で  $3 \mu\text{m}$  ずつ、合計で  $6 \mu\text{m}$  小さくなる。但し、実際には、表 1 に示される膜 36, 37 の加工ズレによる膜幅のばらつき、及び、圧力室 26 の加工ズレによる隔壁 28 の幅のばらつきを考慮する必要がある。これらの加工ズレを加味すると、実際に形成される膜 36, 37 の幅 W と隔壁 28 の幅 W1 の関係は、以下のようなになる。

30

$$W = W1 - (3 \mu\text{m} \times 2) + (0.2 \mu\text{m}) + (2 \mu\text{m}) = W1 - 3.8 \mu\text{m}$$

【 0 0 8 4 】

図 10 に戻り、上述の配線保護膜 37 と層間絶縁膜 36 の除去工程が終わったら、次に、図 10 (b) に示すように、配線保護膜 37 及び層間絶縁膜 36 から露出した保護膜 34 にエッチングを行い、保護膜 34 に開口部 34a を形成する。さらに、図 10 (c) に示すように、振動膜 30 にエッチングを施し、圧電アクチュエータ 22 の連通孔 22a (図 4 参照) の一部を構成する、孔 30a を形成する。図 10 (c) の工程で、圧電アクチュエータ 22 の製造が完了する。

40

【 0 0 8 5 】

図 12 は、(a) 流路基板の研磨、(b) 流路基板のエッチング (圧力室形成)、(c) ノズルプレートの接合、(d) リザーバ形成部材の接合の、各工程を示す図である。図 12 (a) に示すように、インク流路が形成される流路基板 21 を、下面側 (振動膜 30 と反対側) から研磨によって除去し、流路基板 21 の厚みを、所定の厚みまで薄くする。流路基板 21 の元となるシリコンウェハの厚みは、 $500 \mu\text{m} \sim 700 \mu\text{m}$  程度である

50

が、この研磨工程で、流路基板 2 1 の厚みを 1 0 0 μ m 程度まで薄くする。

【 0 0 8 6 】

上記の研磨後、図 1 2 ( b ) に示すように、流路基板 2 1 の、振動膜 3 0 と反対側の下面側からエッチングを行って、圧力室 2 6 を形成する。尚、この流路基板 2 1 のエッチングは、ウェットエッチングでもドライエッチングでもよい。但し、一般に、ドライエッチングでは、化学的な反応だけでなく物理的な作用によるエッチングも生じるため、振動膜 3 0 の厚みが、目標とする寸法よりも薄くなることもあり得る。そのため、特に、ドライエッチングで圧力室 2 6 を形成する場合に本発明を適用することは効果的である。さらに、図 1 2 ( c ) に示すように、流路基板 2 1 の下面に、ノズルプレート 2 0 を接着剤で接合する。最後に、図 1 2 ( d ) に示すように、圧電アクチュエータ 2 2 に、リザーバ形成部材 2 3 を接着剤で接合する。

10

【 0 0 8 7 】

以上説明した実施形態において、搬送方向、及び、圧力室 2 6 の短手方向が、本発明の「第 1 方向」に相当し、走査方向、及び、圧力室 2 6 の長手方向が、本発明の「第 2 方向」に相当する。右側の圧力室列 2 7 b の 2 つの圧力室 2 6 が、本発明の「第 1 圧力室」と「第 2 圧力室」に相当する。振動膜 3 0 が、本発明の「第 1 絶縁膜」に相当する。右側の圧電素子列 4 1 b の 2 つの圧電素子 4 0 が、本発明の「第 1 圧電素子」と「第 2 圧電素子」に相当する。配線保護膜 3 7 が、本発明の「第 2 絶縁膜」に相当する。層間絶縁膜 3 6 が、本発明の「第 3 保護膜」に相当する。

【 0 0 8 8 】

また、図 9 ( c ) の配線保護膜 3 7 を成膜する工程が、本発明の「第 1 の絶縁膜形成工程」に相当する。図 8 ( d ) の層間絶縁膜 3 6 を成膜する工程が、本発明の「第 2 の絶縁膜形成工程」に相当する。図 1 0 ( a ) の、配線保護膜 3 7 と層間絶縁膜 3 6 の除去工程が、本発明の「第 1 の除去工程」に相当する。

20

【 0 0 8 9 】

次に、前記実施形態に種々の変更を加えた変更形態について説明する。但し、前記実施形態と同様の構成を有するものについては、同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

1 ] 前記実施形態では、下部電極 3 1 と導電膜 3 8 からなる共通電極 3 9 が、振動膜 3 0 の上面のほぼ全域に形成された構成であり、隔壁 2 8 の上には導電膜 3 8 が配置されている(図 5 参照)。この構成では、圧電素子 4 0 の焼成の際の共通電極 3 9 の収縮に起因して、圧電素子 4 0 や流路基板 2 1 には、流路基板 2 1 の面方向に大きな引張応力が残る。そして、この引張応力は、圧電素子 4 0 の変形を阻害する 1 つの要因となる。そこで、図 1 3 ~ 図 1 5 に示すように、共通電極 3 9 がパターンニングされて、搬送方向に並ぶ圧電素子 4 0 の間において、共通電極 3 9 に開口部 3 9 a が形成されていてもよい。これにより、共通電極 3 9 が面全体で大きく収縮することが抑えられ、上記の引張応力は小さくなる。

30

【 0 0 9 1 】

ただし、共通電極 3 9 の開口部 3 9 a の位置においては、振動膜 3 0 の表面に、延性・展性のある金属膜が存在しないことになり、クラックに対して弱くなるという問題がある。そのため、特に上記の場合に、振動膜 3 0 のクラック発生を抑えるために、層間絶縁膜 3 6 と配線保護膜 3 7 の端が、隔壁 2 8 の端よりも内側にある構成が採用されることが好ましい。

40

【 0 0 9 2 】

2 ] 前記実施形態では、複数の圧力室 2 6 が 2 つの圧力室列 2 7 を構成し、この圧力室の配列に応じて、複数の圧電素子 4 0 の配列も 2 列となっているが、圧力室 2 6 や圧電素子 4 0 の列数は、2 列には限られない。

【 0 0 9 3 】

例えば、図 1 6 に示すように、圧力室 2 6 及び圧電素子 4 0 の列数が 4 列であってもよい。4 つの圧電素子列 4 1 ( 4 1 a ~ 4 1 b ) を構成する圧電素子 4 0 の各々に配線 3 5

50

が接続され、全ての配線 35 が右方へ引き出されている。この構成では、4つの圧電素子列 41 の間で、圧電素子 40 の間を通過する配線 35 の数が異なっている。

【0094】

図 17 は、図 16 の断面図であり、(a) は A - A 線断面図、(b) は B - B 線断面図、(c) は C - C 線断面図、(d) は D - D 線断面図である。図 17 (a) ~ (d) に示すように、4つの圧電素子列 41 のそれぞれにおいて、搬送方向に隣接する圧電素子 40 の間には、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 とが形成されている。尚、左端に位置する圧電素子列 41 a においては、隣接する圧電素子 40 の間に配線 35 が通っていないものの、他の圧電素子列 41 と同様に、隔壁 28 の上に配線保護膜 37 が形成されている。

【0095】

ここで、4つの圧電素子列 41 の間で、通過する配線 35 の数が異なっている場合に、配線 35 の本数に応じて、層間絶縁膜 36 や配線保護膜 37 の幅を変えることも考えられる。しかし、4つの圧電素子列 41 の間で、隔壁 28 の上の層間絶縁膜 36 や配線保護膜 37 の幅が異なっていると、それらの膜 36, 37 と隔壁 28 の端、即ち、圧力室 26 の縁までの距離が異なる。これにより、圧電素子 40 の間で振動膜 30 の変位に差が生じて、ノズル 24 の間における吐出特性の不均一につながる。

【0096】

そこで、通過する配線 35 の本数に関係なく、膜 36, 37 の、配線 35 を覆う部分の幅を等しくすることが好ましい。即ち、膜 36, 37 の除去工程において、4つの圧電素子列 41 のそれぞれについての、膜 36, 37 の端の目標形成位置 P0 を同じ位置に設定する。これにより、4つの圧電素子列 41 の間で、隔壁 28 の端から膜 36, 37 までの距離がほぼ同じとなり、吐出特性の均一化が期待できる。

【0097】

尚、図 16, 図 17 の形態において、1つの圧力室列 27 に属する2つの圧力室 26 が、本発明の「第1圧力室」と「第2圧力室」に相当し、別の1つの圧力室列 27 に属する2つの圧力室 26 が、本発明の「第3圧力室」と「第4圧力室」に相当する。また、前記1つの圧力室列 27 に対応する2つの圧電素子 40 が、本発明の「第1圧電素子」と「第2圧電素子」に相当し、前記別の1つの圧力室列 27 に対応する2つの圧電素子 40 が、本発明の「第3圧電素子」と「第4圧電素子」に相当する。

【0098】

3] 前記実施形態では、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 とを、1回のエッチングで同時に除去しているが、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 を、別々の工程で除去してもよい。この場合、配線保護膜 37 の除去工程が、本発明の「第1の除去工程」に相当し、層間絶縁膜 36 の除去工程が、本発明の「第2の除去工程」に相当する。

【0099】

4] 前記実施形態では、配線保護膜 37 によって覆われる配線 35 が、圧電素子 40 に駆動電位を印加するための配線であったが、このような配線には限られない。例えば、共通電極に接続されたグラウンドの配線であってもよい。

【0100】

5] 前記実施形態では、複数の圧電素子の間で下部電極が導通して共通電極を構成する一方で、上部電極が圧電素子に対して個別に設けられた個別電極であったが、下部電極が個別電極で、上部電極が共通電極であってもよい。

【0101】

6] 前記実施形態の圧電アクチュエータ 22 は、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 の2種類の膜を有する構成である。これに対して、層間絶縁膜 36 と配線保護膜 37 の一方のみを有する構成であってもよい。

【0102】

例えば、先に説明した図 15 の形態のように、配線 35 の直下に共通電極 39 が配置されていない構成であれば、少なくとも隔壁 28 の上においては、層間絶縁膜 36 が形成されていなくてもよい。

10

20

30

40

50

【0103】

また、配線35がアルミニウムで形成されている場合は、腐食防止等の目的で、配線35を覆う配線保護膜37が設けられることが好ましいのであるが、金などの安定した材料で形成されている場合には、配線保護膜37が省略されてもよい。

【0104】

以上説明した実施形態は、本発明を、記録用紙にインクを吐出して画像等を印刷するインクジェットヘッドに適用したものであるが、画像等の印刷以外の様々な用途で使用される液体吐出装置においても本発明は適用されうる。例えば、基板に導電性の液体を吐出して、基板表面に導電パターンを形成する液体吐出装置にも、本発明を適用することは可能である。

10

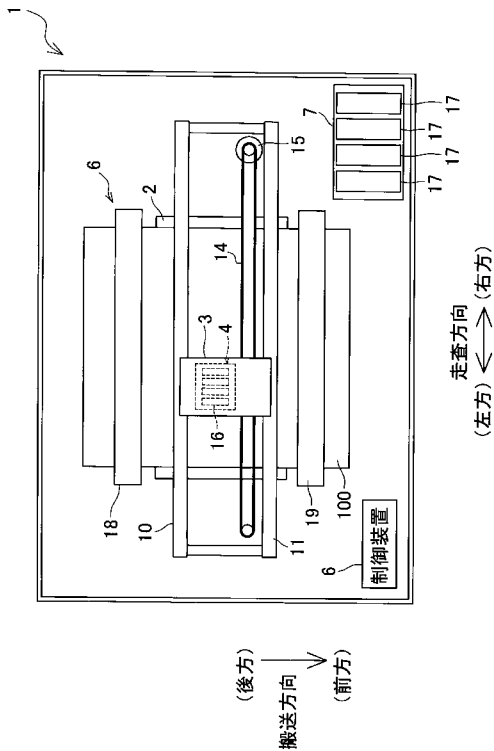
【符号の説明】

【0105】

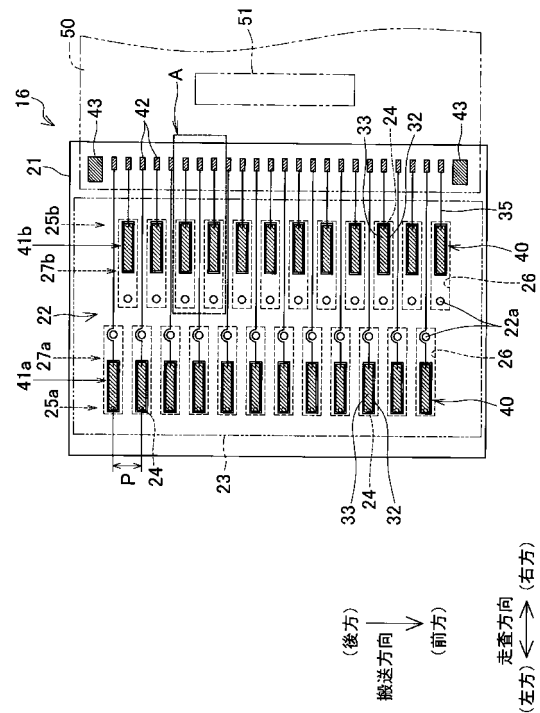
- 16 ヘッドユニット
- 21 流路基板
- 26 圧力室
- 28 隔壁
- 30 振動膜
- 35 配線
- 36 層間絶縁膜
- 37 配線保護膜
- 40 圧電素子

20

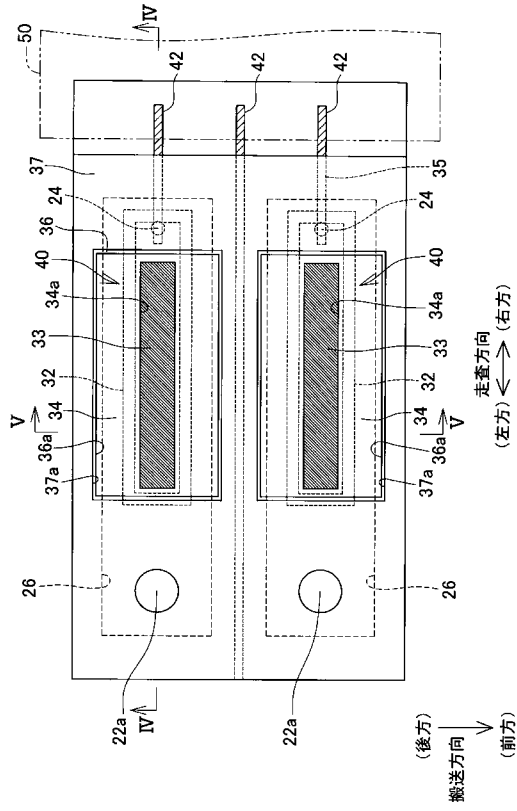
【図1】



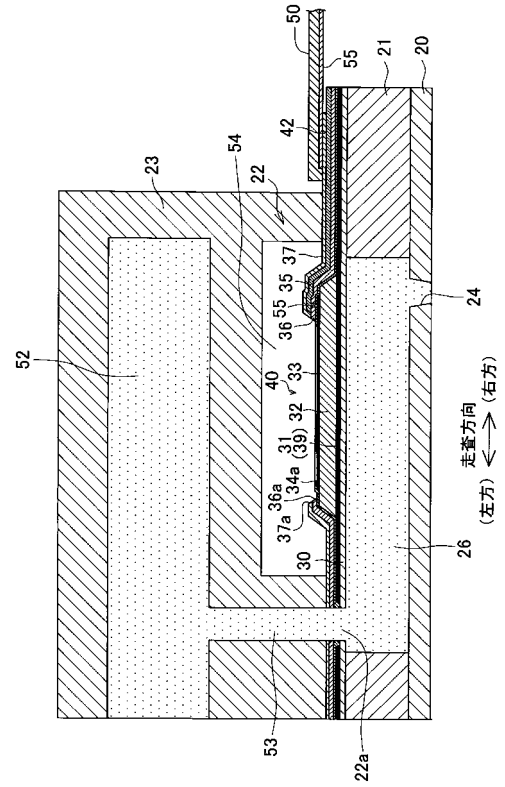
【図2】



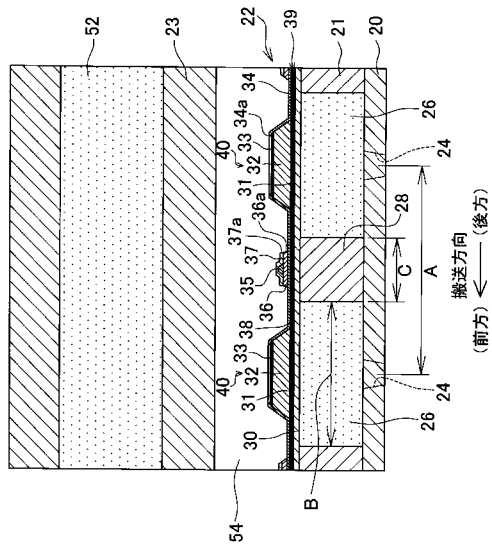
【図3】



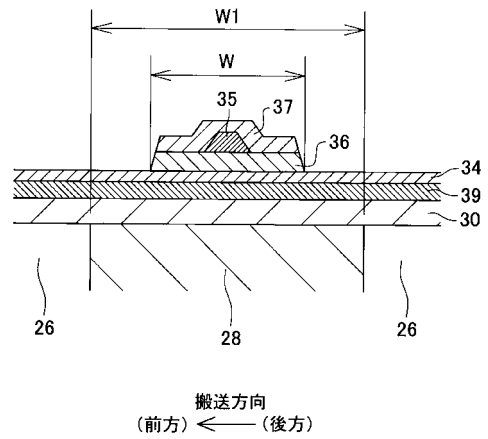
【図4】



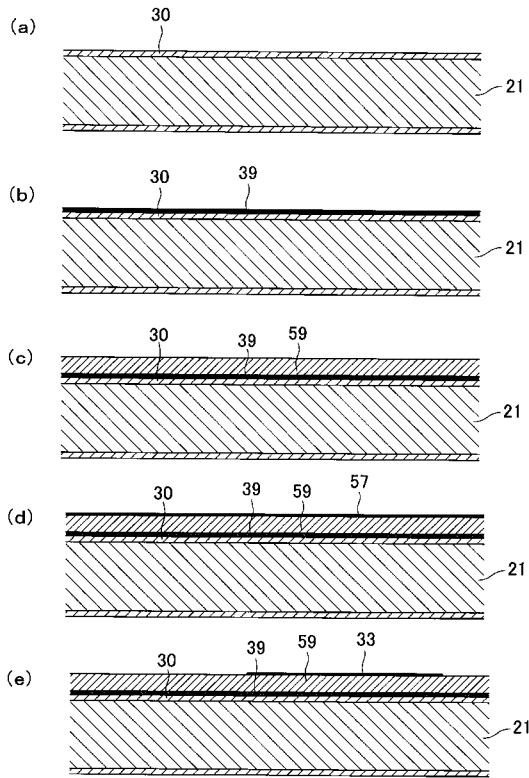
【図5】



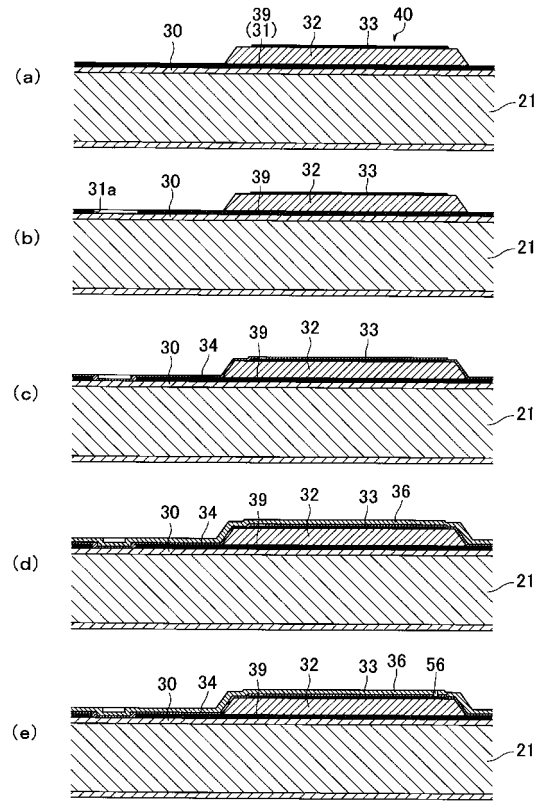
【図6】



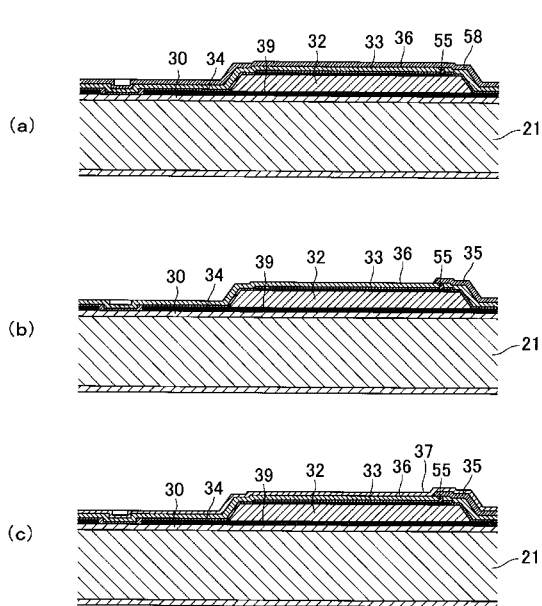
【 図 7 】



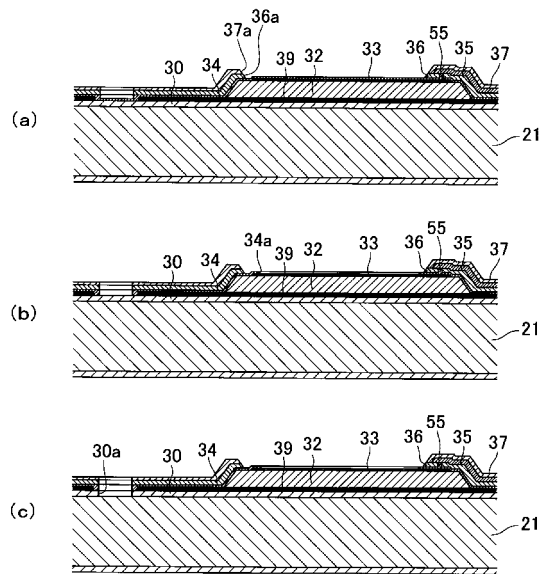
【 図 8 】



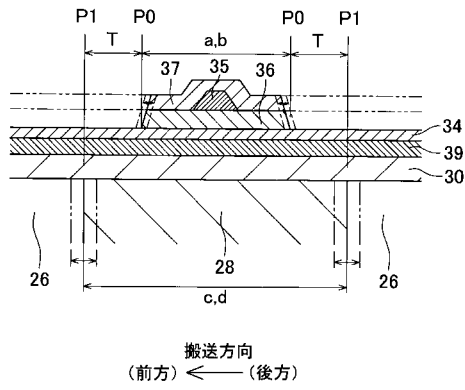
【 図 9 】



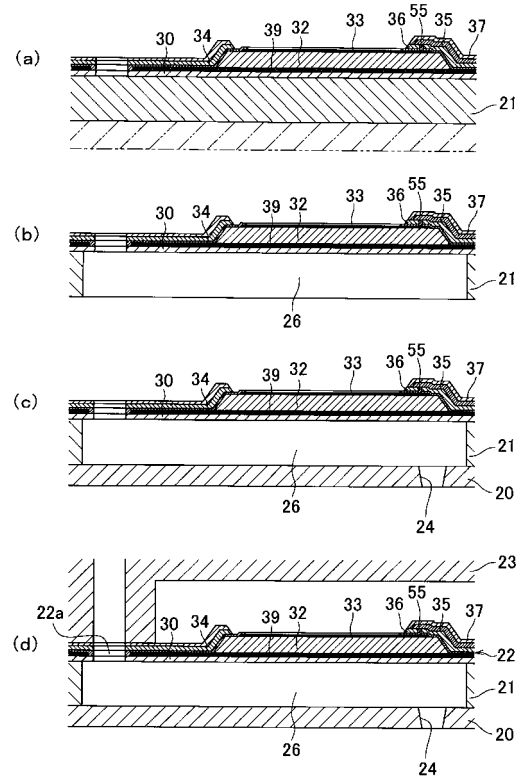
【 図 10 】



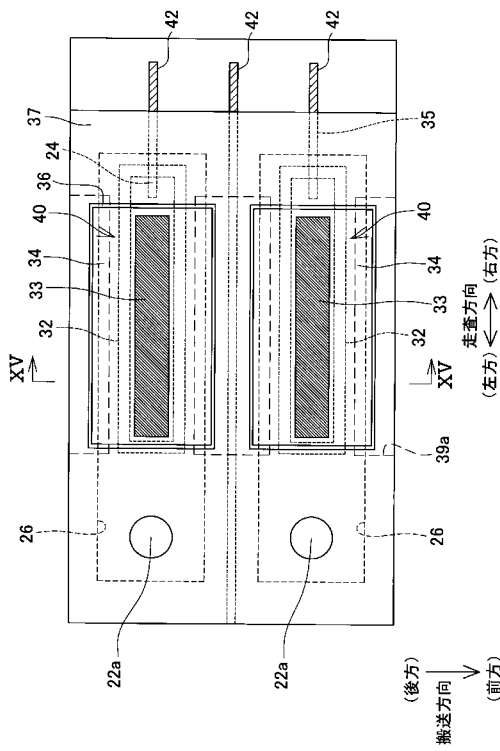
【 図 1 1 】



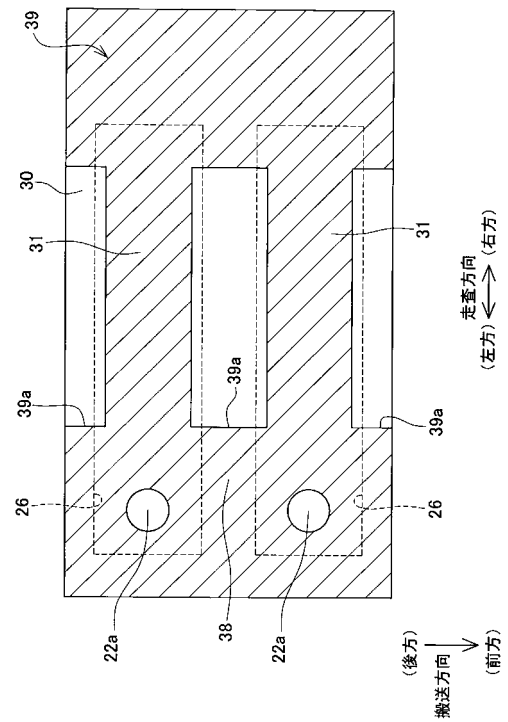
【 図 1 2 】



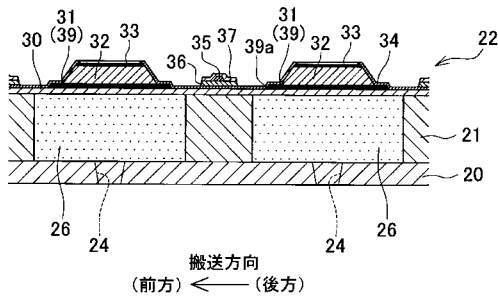
【 図 1 3 】



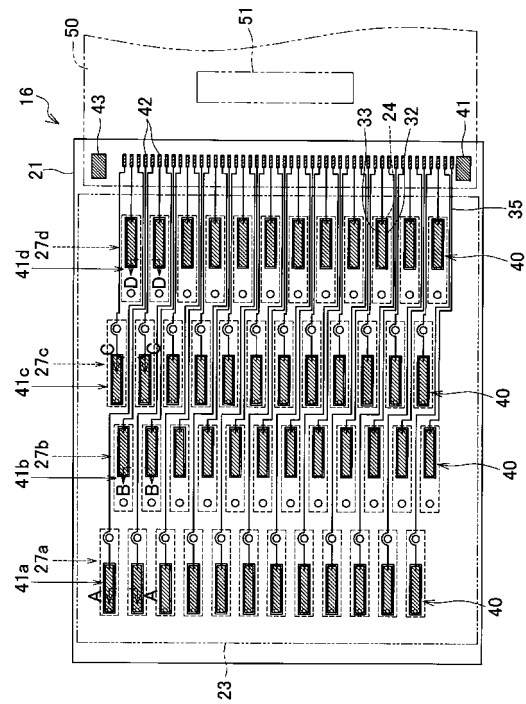
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

