

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4321663号
(P4321663)

(45) 発行日 平成21年8月26日(2009.8.26)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int.Cl. F I
B 4 1 J 2/045 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 3 A
B 4 1 J 2/055 (2006.01)

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-283240 (P2008-283240)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成20年11月4日(2008.11.4)		セイコーエプソン株式会社
(62) 分割の表示	特願平11-546859の分割		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
原出願日	平成11年3月17日(1999.3.17)	(74) 代理人	100095728
(65) 公開番号	特開2009-35009 (P2009-35009A)		弁理士 上柳 雅誉
(43) 公開日	平成21年2月19日(2009.2.19)	(74) 代理人	100107261
審査請求日	平成20年11月4日(2008.11.4)		弁理士 須澤 修
(31) 優先権主張番号	特願平10-69105	(74) 代理人	100127661
(32) 優先日	平成10年3月18日(1998.3.18)		弁理士 宮坂 一彦
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	藤井 正寛
			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	丸山 博幸
			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】 静電式液体噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液滴を吐出するためのノズルと、前記ノズルが連通していると共に液体を保持している圧力室と、前記圧力室の一部を構成し振動可能な振動板と、前記振動板に対峙している電極板と、前記電極板および前記振動板の間に密閉形成された振動室とを有し、前記振動板および前記電極板の間に電圧を印加することにより前記振動板を静電気力により振動させて、前記圧力室内の液体を吐出するための圧力変動を与える静電式液体噴射装置において、前記振動室に連通すると共に外気圧に応じて容積を増減し前記振動室の内圧と外気圧の圧力差を低減する圧力補償室を有し、前記圧力補償室の一部が、外気圧に応じて変位可能な変位板により構成され、前記電極板上には前記変位板に対峙して電極が形成され、前記変位板は、外気圧に応じて前記変位板と前記電極間に印加された電圧で変位するように構成されていることを特徴とする静電式液体噴射装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電気力により振動板を変位させることにより圧力を発生させ、インクジェット等の液滴を吐出する静電式液体噴射装置に関するものである。さらに詳しくは、外気圧変動にかかわらず常に適正な液滴の吐出動作を行うことのできる、例えばインクジェットヘッド・プリンタ等の静電式液体噴射装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

静電式液体装置の一例として、インクジェットプリンタを例にとり以下、背景技術を説明する。静電式インクジェットヘッドを備えたインクジェットプリンタは、例えば、特開平6-55732号公報に開示されている。この形式のインクジェットヘッドは、静電気力によってインク液が貯留されている圧力室の一部を形成している振動板を振動させることにより、圧力室内のインクをインクノズルから吐出するものである。従って、外気圧が変化すると、それに伴って、インク液滴の吐出特性が変動し、所望のインク液滴を吐出できないおそれがある。

【0003】

すなわち、静電式のインクジェットヘッドでは、圧力室の一部を規定している振動板を、電極板に対して狭いギャップで対峙させ、これらの間に駆動電圧を印加することにより、振動板を静電気力により振動させるようになっている。振動板と電極板のギャップは1ないし2 μm 程度と極めて狭いので、これらの間に塵などが侵入して振動板の振動が阻害されることのないように、振動板と電極板の間が封止されて密閉室となっている。

【0004】

外気圧が変動すると、圧力室と密閉室を仕切っている振動板は、密閉室の内圧が外気圧に一致する方向に変位する。この結果、電圧が印加されていない状態において既に振動板が変位した状態となる。よって、外気圧が変動すると、同一の駆動電圧を印加した場合においても、振動板の振動特性が異なり、インク液滴の吐出特性（吐出一回当たりの液滴の量、液滴の吐出速度）が変動してしまう。

【0005】

ここで、インクジェットプリンタとしては、特開平4-284255号公報に開示されているバブルジェット（登録商標）式のインクジェットヘッドを備えたものが知られている。当該公開特許公報には、周囲の気圧を検出し、電気熱変換体に印加する電圧波形、すなわち、インクジェットヘッドの駆動電圧波形を外気圧に応じて変化させ、これにより、外気圧の変動に関わらずに常に安定したインク液滴の吐出動作を行わせる方法が開示されている。

【0006】

この方法は、圧力室内のインク液を加熱・発泡するバブルジェット（登録商標）方式のインクジェットヘッドには有効であるが、静電式インクジェットヘッドに適用した場合には効果が少ない。特に、高地のように著しく気圧が通常と異なる環境では振動板を駆動する駆動電圧波形を調整するのみでは、液滴の吐出を適切に行うことができない場合がある。

【0007】

ここで例示した、インクジェットプリンタ以外にも、例えば、内燃機関等の燃料噴射装置、香料等の液体を吐出する噴射装置、マイクロポンプ等にも静電アクチュエータを適用できるが、これらの装置においても、外気圧の変動によって、液滴の吐出特性が変動することが考えられる。

【0008】

【特許文献1】特開平4-284255号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、外気圧の変動に影響されることなく、常に所望の圧力が発生できる静電アクチュエータ、液滴の吐出を適切に行うことのできる静電式液体噴射装置を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明の静電アクチュエータは、振動板と、この振動板

10

20

30

40

50

に対峙している電極板と、この電極板および前記振動板の間に形成された密閉室とを有し、前記振動板および前記電極板の間に電圧を印加することにより前記振動板を静電気力により変位させる静電アクチュエータにおいて、前記密閉室の内圧と外気圧の圧力差を低減するための圧力補償手段を有していることを特徴としている。

【0011】

前記圧力補償手段としては、前記密閉室に連通していると共に外気圧に応じて容積を増減可能な圧力補償室を採用することができる。この場合、圧力補償室の全体を膨張収縮可能な素材から形成することもできるが、前記圧力補償室の一部を、外気圧に応じて面外方向に変位可能な変位板により規定すればよい。

【0012】

ここで、前記変位板は、前記圧力補償室の対向内壁から僅かに離れているのみなので、外気圧が高い場合には当該変位板が変位して対向内壁に当たり、圧力補償機能が阻害されるおそれがある。また、前記変位板が凹状に変位するとそのコンプライアンスが小さくなり、やはり圧力補償機能が阻害されるおそれがある。そこで、当該変位板は、前記圧力補償室の対向内壁から離れる方向に凸となった曲面形状となっていることが望ましい。

【0013】

次に、前記圧力補償室の一部に、外気圧に応じて変位する変位板の代わりに、面外方向に変位可能な変位板を配置し、当該変位板と電極板とを対向配置し、静電気力によって当該変位板を外気圧の変化に応じて変位させるようにしてもよい。

【0014】

一方、前記圧力補償手段は、前記圧力補償室の代わりに、前記密閉室の封入気体を少なくとも加熱可能な発熱体を備えた構成とすることができる。発熱体によって封入気体を加熱すれば、密閉室の内圧が高まるので、外気圧との圧力差を緩和することができる。

【0015】

静電アクチュエータを構成する材料には、精密な加工を施すことが可能な半導体基板を用いることが好ましい。これにより、例えば、半導体基板にボロンをドーブした後、エッチングし、ボロンドープ層を変位板とすれば、好ましい特性（コンプライアンス）の変位板を得ることができる。また、静電アクチュエータをコンパクトに構成するためには、前記振動板、変位板を、共通の半導体基板を用いて区画形成することが望ましい。

【0016】

また、本発明の静電式液体噴射装置は、上述の圧力補償機能を備えた静電アクチュエータを液滴を吐出するための圧力発生源として用いたものである。即ち、液滴を吐出するためのノズルと、ノズルが連通していると共に液体を保持している圧力室を備え、この圧力室の一部を設けられた振動板を上述の静電アクチュエータにより振動させて、前記圧力室内の液体に対して、液滴を吐出するための圧力変動を与えるものである。

【0017】

液体吐出装置として一般的なインクジェットヘッドには、複数個のインクノズルが備わっており、各インクノズルにそれぞれ前記圧力室が対応して設けられて、各圧力室に対してインク液を供給するための共通インク室（共通液室）が設けられる。

【0018】

ここで、共通インク室には、そこに連通している各圧力室の圧力変動が当該共通インク室を経由して隣接した圧力室の側に伝搬することのないように、面外方向に変位可能なダイヤフラムが形成される場合がある。この様なインクジェットヘッドに、本発明を適用する場合は、ダイヤフラムと前記変位板とを兼用することができる。また、装置もしくはその一部（インクジェットヘッド）をコンパクトに構成するためには、前記圧力室、前記共通インク室および前記圧力補償室を、共通の半導体基板を用いて区画形成することが望ましい。

【0019】

特に、前記の静電気力によって圧力補償室の前記変位板を変位させる構成の静電アクチュエータを備えた液体噴射装置においては、外気圧を検出する外気圧検出手段と、検出さ

10

20

30

40

50

れた外気圧に応じて前記変位板を駆動する制御手段とを有する構成とすることができる。

【0020】

また、前記の発熱体を備えた静電アクチュエータを有する液体噴射装置においては、外気圧を検出する外気圧検出手段と、検出されが外気圧に応じて前記発熱体を駆動する制御手段とを有する構成とすることができる。

【0021】

ここで、前記外気圧検出手段としては、前記振動板および前記電極板の間の静電容量を検出する静電容量検出手段を備え、検出された前記静電容量に基づき外気圧を推定する構成のものを採用してもよい。

【0022】

本発明の静電アクチュエータの製造方法は、振動板と、この振動板に対峙している電極板と、この電極板および前記振動板の間に形成された振動室とを有し、前記振動板および前記電極板の間に電圧を印加することにより前記振動板を静電気力により変位させる静電アクチュエータの製造方法において、前記振動室に連通する圧力補償室を形成する工程と、当該圧力補償室の一部に、外気圧に応じて変位可能な変位板を、前記圧力補償室の対向内壁から離れる方向に、凸となった曲面形状に撓んだ形状に形成する工程と、前記振動室と共に、前記圧力補償室を、外気から遮断し封止する工程とを有することを特徴としている。更に、前記圧力補償室を封止する気圧を調整してもよい。これにより、変位板の初期的な撓みが調整され、所望のコンプライアンス特性を有する変位板を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に図面を参照して本発明の実施例を説明する。なお、これらの実施例は、インクジェットプリンタを例にとって説明されているが、インクジェットプリンタ以外の液体吐出装置、例えば燃料、香料等を噴射する装置、液状の薬品等に圧力を加える装置等にも、静電アクチュエータを用いた装置であれば、本発明は適用可能である。

【0024】

また、これらの実施例は説明のためにあげるものである。従って、当業者であれば、この例の各要素を均等なものに置換することが可能であり、これらの実施例も本発明の範囲に含まれる。

【0025】

[第1の実施例]

図1～図6には、本発明の第1の実施例に係るインクジェットヘッドが搭載されたインクジェットプリンタを示してある。

【0026】

(機構系の概要)

図1は本発明を適用したインクジェットプリンタの機構系の全体構成を示す概略構成図である。本例のインクジェットプリンタ300の機構系は一般的なものであり、記録紙105を搬送するための搬送手段の構成要素であるプラテンローラ300と、このプラテンローラ300に対峙しているインクジェットヘッド1と、このインクジェットヘッド1をプラテンローラ300の軸線方向である行方向(主走査方向)に往復移動させるキャリッジ302と、インクジェットヘッド1に対してインクチューブ306を介してインクを供給するインクタンク301を有している。

【0027】

303はポンプであり、インクジェットヘッド1にインク吐出不良が発生した場合等において、キャップ304、廃インクチューブ308を介して、インクを吸引して廃インク溜め305に回収するために使用する。

【0028】

(インクジェットヘッド)

図2は本例のインクジェットヘッドの分解斜視図、図3は組み立てられたインクジェットヘッドの概略縦断面図、図4はその概略縦断面図であり、図5はその電極配置を示す説

10

20

30

40

50

明図である。

【 0 0 2 9 】

これらの図に示すように、インクジェットヘッド 1 は、インク液滴を基板の上面に設けたインクノズルから吐出させるフェイスインクジェットタイプの静電式インクジェットヘッドである。このインクジェットヘッド 1 は、キャビティプレート 3 を挟み、上側のノズルプレート 2、下側にガラス基板 4 がそれぞれ積層された 3 層構造となっている。

【 0 0 3 0 】

キャビティプレート 3 は例えばシリコン基板であり、当該プレートの表面には、底板が振動板 5 として機能する圧力室 6 を構成することになる凹部 7 と、凹部 7 の後部に設けられたインク供給口 8 を形成することになる細溝 9 と、各々の圧力室 6 にインクを供給するための共通インク室 1 0 を構成することになる凹部 1 1 とがエッチングによって形成されている。

10

【 0 0 3 1 】

これに加えて、大気に連通した大気圧室 1 2 を構成することになる凹部 1 3 が、最も端に位置している圧力室用の凹部 7 の隣接位置にエッチングによって形成されている。この大気圧室 1 2 の底板部分が外気圧変動に応じて変位する変位板 1 6 として機能する。本例では、この変位板 1 6 のコンプライアンスを、各振動板 5 のコンプライアンスの総和の約 1 万倍以上となるように設定している。

【 0 0 3 2 】

さらに、大気圧室 1 2 を外部に連通するための連通孔 1 4 を構成することになる細溝 1 5 も形成されている。キャビティプレート 3 の下面は鏡面研磨によって平滑化されている。

20

【 0 0 3 3 】

キャビティプレート 3 の上側に接合されるノズルプレート 2 は、キャビティプレート 3 と同様に例えばシリコン基板である。ノズルプレート 2 において、圧力室 6 の上面を規定している部分には各圧力室 6 に連通する複数のインクノズル 2 1 が形成されている。また、共通インク室 1 0 の上面を規定する部分には共通インク室 1 0 にインクを供給するインク供給孔 2 2 が形成されている。

【 0 0 3 4 】

ノズルプレート 2 をキャビティプレート 3 に接合することにより、上記の凹部 7 , 1 1 , 1 3 および細溝 9 , 1 5 が塞がれて、圧力室 6、インク供給口 8、共通インク室 1 0、大気圧室 1 2 および連通孔 1 4 のそれぞれが区画形成される。

30

【 0 0 3 5 】

なお、インク供給孔 2 2 は、接続パイプ 2 3 およびインクチューブ 3 0 6 (図 1 参照) を介してインクタンク 3 0 1 (図 1 参照) に接続される。インク供給孔 2 2 から供給されたインクは、各インク供給口 8 を経由して独立した各圧力室 6 に供給される。

【 0 0 3 6 】

キャビティプレート 3 の下側に接合されるガラス基板 4 は、シリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板である。ガラス基板 4 において、各々の振動板 5 に対向する部分には密閉室としての振動室 4 1 を構成することになる凹部 4 2 が形成されている。各凹部 4 2 の底面には、各振動板 5 に対応する個別電極 4 3 が形成されている。個別電極 4 3 は、ITO からなるセグメント電極部 4 4 と端子部 4 5 を有している。

40

【 0 0 3 7 】

また、ガラス基板 4 における大気圧室 1 2 の底板部分である変位板 1 6 に対向する部分にも、凹部 4 2 と同一の深さの凹部 4 6 が形成されており、この凹部 4 6 は連通用凹部 4 7 を介して各凹部 4 2 に繋がっている。凹部 4 6 にも ITO からなるダミー電極 4 8 が形成されている。

【 0 0 3 8 】

ガラス基板 4 をキャビティプレート 3 に接合することにより、各圧力室 6 の底面を規定している振動板 5 と個別電極 4 3 のセグメント電極部 4 4 は、非常に狭い隙間 G を隔てて

50

対向する。この隙間Gはキャビティプレート3とガラス基板4の間に配置された封止剤20によって封止され、密閉状態の振動室41が形成される。また、大気圧室12の底板部分である変位板16によって凹部46が塞がれて、外気圧の変動による各振動室41の圧力を補償するための圧力補償室49が形成される。この圧力補償室49は連通用凹部47によって形成された連通部50を介して各振動室41に連通した状態になる。

【0039】

振動板5は薄肉とされており、面外方向、すなわち、図3において上下方向に弾性変形可能となっている。この振動板5は、各圧力室側の共通電極として機能する。隙間Gを挟み、振動板5と、対応する各セグメント電極部44とによって、対向電極が形成されている。

10

【0040】

振動板5と個別電極43との間には後述のヘッドドライバ220(図6参照)が接続されている。ヘッドドライバ220の一方の出力は各個別電極43の端子部45に接続され、他方の出力はキャビティプレート3に形成された共通電極端子26に接続されている。キャビティプレート自体は導電性をもつために、この共通電極端子26から振動板5に電圧を供給することができる。なお、より低い電気抵抗で振動板5に電圧を供給する必要がある場合には、例えば、キャビティプレート3の一方の面に金等の導電性材料の薄膜を蒸着やスパッタリングで形成すればよい。本例では、キャビティプレート3とガラス基板4の接続に陽極接合を用いているので、キャビティプレート3の流路形成面側に導電膜を形成してある。また、前述のダミー電極48も、陽極接合時に変位板16がガラス基板の側

20

【0041】

(圧力補償動作)

この構成のインクジェットヘッド1においては、ヘッドドライバ220からの駆動電圧が対向電極間に印加されると、対向電極間に充電された電荷による静電気力が発生し、振動板5はセグメント電極部44の側へ撓み、圧力室6の容積が増加する。次にヘッドドライバ220からの駆動電圧を解除して対向電極間の電荷を放電すると、振動板はその弾性復帰力によって復帰し、圧力室6の容積が急激に収縮する。この時に発生する内圧変動により、圧力室6に貯留されたインクの一部が、圧力室6に連通しているインクノズル21から記録紙に向かって吐出する。

30

【0042】

ここで、外気圧が変動した場合について説明する。例えば、平地から高地に移動した場合には外気圧が低下する。この場合、各振動室41の内圧が変動しないとすると、当該内圧は外気圧に比べて大幅に高くなる。この結果、圧力平衡状態を得るために、各振動室41の振動板5は図4において上方に撓み、各振動室41の容積を増加させることになる。

【0043】

しかしながら、本例では、各振動室41は連通部50を介して、圧力補償室49に連通している。この圧力補償室49は変位板16を挟み、大気側に連通した大気圧室12に面している。変位板16のコンプライアンスは各振動板5に比べて非常に大きい。よって、振動板5が変位する前に、当該変位板16が図4において上方に変位して圧力補償室49の容積が増加し、外気圧との圧力平衡状態が形成される。従って、各振動板5と個別電極43のギャップが外気圧の変動に関係なく常に一定の値に保持される。

40

【0044】

以上のように、本例のインクジェットヘッド1においては、外気圧が変動しても、それが各振動板の振動特性に悪影響を及ぼすことが実質的に無い。よって、外気圧の変動にかかわらず、常に安定したインク吐出特性を得ることができる。

【0045】

なお、本例のインクジェットヘッドにおいては、振動室41および圧力補償室49を平面方向に形成している。すなわち、キャビティプレート3に圧力室用の凹部7を形成する際、すなわち振動板5を形成する際に、同時に、振動板5の厚みとほぼ等しい変位板16

50

を形成している。よって、圧力補償機能を備えたインクジェットヘッドの製造が容易である。また、変位板 16 は、ノズルプレート 2 によって覆われているので、この部分が破損することの無い様に確実に保護できるという利点もある。さらに、このような保護部分はノズルプレート 2 の一部を利用しているため、別途、保護プレート等を設ける場合に比べて製造が容易であるという利点もある。

【0046】

(制御系)

なお、図 6 は本例のインクジェットプリンタ 300 の制御系の概略構成図である。この制御系の中心をなす回路部分は例えば 1 チップマイクロコンピュータにより構成することができる。図を参照して本例の制御系の概要を簡単に説明すると、201 はプリンタ制御回路であり、このプリンタ制御回路 201 には、アドレスバスおよびデータバスを含む内部バス 202, 203, 204 を介して、RAM 205、ROM 206 およびキャラクタージェネレータ ROM (以降、CG-ROM という) 207 が接続されている。

10

【0047】

ROM 206 内には制御プログラムが格納されており、ここから呼び出されて起動する制御プログラムに基づき、インクジェットヘッド 1 の駆動制御動作が実行される。RAM 205 は駆動制御における作業領域として利用され、CG-ROM 207 には入力文字に対応したドットパターンが展開されている。

【0048】

210 はヘッド駆動制御回路であり、内部バス 209 を介して接続されているプリンタ制御回路 201 の制御の下に、ヘッドドライバ 220 に対して駆動信号、クロック信号等を出力する。また、データバス 211 を介して印刷データ DATA が供給される。

20

【0049】

ヘッドドライバ 220 は例えば TTL アレイから構成されており、入力される駆動信号に対応した駆動電圧パルスを生成して、これらを駆動対象となる個別電極 43 および共通電極端子 26 に印加して、対応するインクノズル 21 からインク液滴の吐出を行わせる。駆動電圧パルスを生成するために、ヘッドドライバ 220 には、接地電圧 GND、駆動電圧 Vn 等が供給されている。これらの電圧は電源回路 230 の駆動電圧 Vcc から生成されるものである。

【0050】

次に、プリンタ制御回路 201 には、内部バス 231 を介してキャリッジモータ駆動制御回路 232 が接続されている。キャリッジモータ駆動制御回路 232 は、モータドライバ 233 を介して、インクジェットヘッド 1 を担持しているキャリッジ 302 を往復移動させるためのキャリッジモータ (図示せず) を駆動して、図において矢印 234 で示す行方向にインクジェットヘッド 1 を移動させる。また、プリンタ制御回路 201 には、内部バス 241 を介して搬送モータ駆動制御回路 242 が接続されている。搬送モータ駆動制御回路 242 は、モータドライバ 243 を介して、搬送モータを駆動して、プラテンローラ 300 に沿って記録紙 105 を図の矢印 244 で示す搬送方向に搬送制御する。

30

【0051】

[第 2 の実施例]

ここで、上記のインクジェットヘッド 1 における圧力補償用の変位板 16 は次に述べるように、平地における標準的な外気圧の下で平板状ではなく曲面状とすることもできる。

40

【0052】

図 7 は大気圧室 12 の側に凸状態に湾曲した曲面状の変位板 16A を備えたインクジェットヘッド 1A の部分断面図である。この変位板 16A 以外の部位は図 2 ~ 図 5 に示すインクジェットヘッド 1 と同一である。

【0053】

このような形状をした変位板 16A は次のように製造することができる。キャピティプレート 3 のエッチングに先立って、変位板 16A を形成する部分に、ボロンをドーピングすることにより、シリコンのボロンドープ層を形成しておく。振動板 5 を形成するためのエッ

50

チング時に同時に当該ボロンドープ層をエッチングして変位板 16 A を形成する。

【0054】

ボロンドープ層の部分は、ボロンが拡散されているので、他のシリコン部分に比べて膨張している。また、当該ボロンドープ層が形成されている部位の両側部分はボロンがドーブされていないシリコン部分によって膨張が拘束された状態にある。従って、当該ボロンドープ層の部分に薄い変位板 16 A を形成すると、当該変位板 16 A は、全体として面外方向に凸状あるいは凹状に湾曲した曲面状になる。

【0055】

変位板 16 A が形成されたキャビティプレート 3 の下側にはガラス基板 4 が陽極接合され、変位板 16 A と、これに対峙するガラス基板の部分とによって密閉された圧力補償室 49 が区画形成される。変位板 16 A の反対側は大気圧室 12 に面している。従って、変位板 16 A は、図 7 に示すように、大気圧室 12 の側に凸の曲面状に撓む。

10

【0056】

このように大気圧室 12 の側に凸状に撓んだ変位板 16 A を備えたインクジェットヘッド 1 A においては、外気圧が高い場合には、変位板 16 A は圧力補償室 49 の側に押されて撓む。よって、平坦な変位板 16 の場合に比べて、外気圧が高い場合の気圧変動をより効果的に補償できる。

【0057】

しかしながら、このように大気圧側に凸の変位板 16 A は、外気圧が圧力補償室 49 の内圧（当該圧力補償室 49 を封止したときの気圧）よりも低い場合には、より凸状態となる方向に撓む必要があるため、そのコンプライアンスが小さくなる。このために、十分な圧力補償機能を発揮できない場合が考えられる。

20

【0058】

図 8 は、変位板 16 A の外気圧に対するコンプライアンスの変動特性を定性的に示す特性曲線を示すグラフである。このグラフにおいて、横軸は外気圧を示し、縦軸はコンプライアンスを示している。このグラフから分かるように、圧力補償室 49 の封止時の気圧よりも外気圧が低下する程、変位板 16 A のコンプライアンスは小さくなり、非線形状態で急激に低下する。すなわち、変位板 16 A が撓みにくくなり、従って、圧力補償機能が急激に低下してしまう。

【0059】

外気圧が低い場合、例えば高地においても変位板 16 A のコンプライアンスが十分に高くなるようにするためには、圧力補償室 49 を減圧封止することが望ましい。例えば、絶対圧で $650 \text{ hPa} \pm 50 \text{ hPa}$ 程度の圧力状態で圧力補償室 49 を減圧封止することが望ましい。

30

【0060】

図 9 は減圧封止した場合の変位板 16 A の挙動を示すための説明図である。この図において、実線は気密封止前の変位板 16 A の状態を示し、点線は減圧封止を行った後の変位板 16 A の状態を示し、一点鎖線は、外気圧が高い場合の変位板 16 A の状態を示す。

【0061】

このように、外気圧が高圧の場合においても、変位板 16 A が、圧力補償室 49 の底面（ダミー電極 48 の表面）に当たって機能しなくなることがない。また、図 8 のグラフから分かるように、外気圧の変動に対して変位板 16 A のコンプライアンスをほぼ線形関係に保持することができるので、外気圧の変動に伴う補償を確実に行うことが可能になる。

40

【0062】

[第 3 の実施例]

図 10 および図 11 は、本発明を適用したインクジェットヘッドの第 3 の実施例を示す概略断面図、および振動室と圧力補償室の配置関係を示す説明図である。本例のインクジェットヘッド 1 B の基本的な構造は上記のインクジェットヘッド 1, 1 A と同様であり、キャビティプレート 3 B を挟み、上下にそれぞれ、ノズルプレート 2 B およびガラス基板 4 B が積層された構造となっている。

50

【 0 0 6 3 】

ノズルプレート 2 B にはインクノズル 2 1 B が形成されている。ノズルプレート 2 B とキャピティプレート 3 B の間には、インクノズル 2 1 B に連通している圧力室 6 B と、各圧力室 6 B に対してインク供給室 8 B を介して連通している共通インク室 1 0 B が区画形成されている。また、共通インク室 1 0 B に隣接した位置には、大気圧室 1 2 B が区画形成されており、この大気圧室 1 2 B は大気連通孔 1 4 B を介して大気に連通している。

【 0 0 6 4 】

大気圧室 1 2 B の底面部分には薄い変位板 1 6 B が形成されており、各圧力室 6 B の底面部分にも振動板 5 B が形成されている。キャピティプレート 3 B の下面とガラス基板 4 B の間には、振動板 5 B を変位させるためのギャップを備えた振動室 4 1 B と、変位板 1 6 B を変位させるためのギャップを備えた圧力補償室 4 9 B が区画形成されている。各振動室 4 1 B に圧力補償室 4 9 B が連通している。これら振動室 4 1 B の底面には I T O からなる個別電極 4 3 B が形成され、圧力補償室 4 9 B の底面にも I T O からなるダミー極 4 8 B が形成されている。ここで、共通インク室 1 0 B を形成しているノズルプレート 2 B の部分は面外方向に変位可能な変位板 1 0 a とされている。この変位板 1 0 a は、各圧力室 6 B 内での圧力変動が共通インク室 1 0 B を介して隣接している圧力室 6 B に伝搬するのを防止するためのものであり、圧力変動に応じて面外方向に弾性変位する。

10

【 0 0 6 5 】

本例のインクジェットヘッド 1 B においても、圧力補償室 4 9 B を区画している変位板 1 6 B が外気圧の変動に応じて変位する。よって、各振動板 5 B が外気圧の変動により変位することを防止して、安定したインク吐出特性を保持できる。

20

【 0 0 6 6 】

なお、大気圧室 1 2 B、圧力補償室 4 9 B を複数形成する構成を採用することもできる。図 1 2 には、2 個の大気圧室と、これらに対応する 2 個の圧力補償室とを形成し、これに応じて、2 つの変位板を配置した例を示してある。

【 0 0 6 7 】

図 1 3 には、インクジェットヘッド 1 B の改良例を示してある。このインクジェットヘッド 1 C も、キャピティプレート 3 C を挟み、上下にそれぞれ、ノズルプレート 2 C およびガラス基板 4 C が積層された構造となっている。ノズルプレート 2 C にはインクノズル 2 1 C が形成されている。ノズルプレート 2 C とキャピティプレート 3 C の間には、インクノズル 2 1 C が連通している圧力室 6 C と、各圧力室 6 C に対してインク供給室 8 C を介して連通している共通インク室 1 0 C が区画形成されている。

30

【 0 0 6 8 】

各圧力室 6 C の底面部分には振動板 5 C が形成されている。また、共通インク室 1 0 C の底面部分には当該振動板 5 C に比べて遥かにコンプライアンスが大きな変位板 1 6 C が形成されている。キャピティプレート 3 C の下面とガラス基板 4 C の間には、振動板 5 C を変位させるためのギャップを備えた振動室 4 1 C と、変位板 1 6 C を変位させるためのギャップを備えた圧力補償室 4 9 C が区画形成されている。各振動室 4 1 C に圧力補償室 4 9 C が連通している。これら振動室 4 1 C の底面には I T O からなる個別電極 4 3 C が形成され、圧力補償室 4 9 C の底面にも I T O からなるダミー電極 4 8 C が形成されている。

40

【 0 0 6 9 】

本例のインクジェットヘッド 1 C においては、共通インク室 1 0 C の底面部分に変位板 1 6 C を形成してある。従って、この変位板 1 6 C は、上記のインクジェットヘッド 1 B における変位板 1 6 B と変位板 1 0 a の双方の機能を兼ね備えている。すなわち、この変位板 1 6 C は、各圧力室 6 C 内での圧力変動が共通インク室 1 0 C を介して隣接している圧力室 6 C に伝搬するのを防止する。また、外気圧の変動に応じて変位して、各振動板 5 C が外気圧の変動により変位することを防止して、安定したインク吐出特性を保持している。

【 0 0 7 0 】

50

本例のインクジェットヘッド1Cは、前述のインクジェットヘッド1Bに比べて、小型コンパクトに構成できる。すなわち、大気圧室を別途設ける必要がなく、また、単一の変位板16Cによって、外気初の変動補償および共通インク室内の内圧変動を吸収しているからである。

【0071】

[第4の実施例]

図14(A)および図14(B)は、本発明を適用したインクジェットヘッドの第4の実施例を示す部分断面図および、その振動室と圧力補償室の配置関係を示す説明図である。このインクジェットヘッド1Dも、キャピティプレート3Dを挟み、上下にそれぞれ、ノズルプレート2Dおよびガラス基板4Dが積層された構造となっている。ノズルプレート2Dにはインクノズル21Dが形成されている。ノズルプレート2Dとキャピティプレート3Dの間には、インクノズル21Dが連通している圧力室6Dと、各圧力室6Dに対してインク供給室8Dを介して連通している共通インク室10Dと、大気に連通した大気圧室12Dとが区画形成されている。

10

【0072】

各圧力室6Dの底面部分には振動板5Dが形成されている。また、共通インク室10Dの底面部分には第1の変位板16D1が形成されている。同様に大気圧室12Dの底面部分にも第2の変位板16D2が形成されている。

【0073】

キャピティプレート3Dの下面とガラス基板4Dの間には、振動板5Cを変位させるためのギャップを備えた振動室41Dと、第1の変位板16D1を変位させるためのギャップを備えた第1の圧力補償室49D1と、第2の変位板16D2を変位させるためのギャップを備えた第2の圧力補償室49D2が区画形成されている。各振動室41Dに第1の圧力補償室49D1が連通しており、この第1の圧力補償室49D1には第2の圧力補償室49D2が連通している。

20

【0074】

各振動室41Dの底面にはITOからなる個別電極43Dが形成され、第1の圧力補償室49D1、第2の圧力補償室49D2の底面にもそれぞれITOからなる電極48D1、48D2が形成されている。

【0075】

図15(A)に示すように、第1の変位板16D1と電極48D1の間に電圧を印加すると、静電吸引力が発生して第1の変位板16D1が電極側に吸引されて撓む。この結果、第1の圧力補償室49D1の容積が減少して、連通している振動室41Dの内圧を高める。電圧の印加を停止すると、第1の変位板16D1が弾性復帰するので、振動室41Dの内圧も元に戻る。

30

【0076】

例えば、周囲の気圧が所定の値である場合に、図15(B)に示すように、第1の変位板16D1と電極48D1の間に電圧を印加して第1の変位板16D1を電極48D1に吸引しておく。外気圧が低くなった場合には、印加電圧を低下させるか、あるいは電圧印加を停止すると、各振動室41Dの内圧が低下するので、外気圧との圧力差が小さくなる。よって、振動板5Dの振動特性を一定に保持して、インクの吐出特性の変化を抑制できる。

40

【0077】

一方、外気圧が高くなった場合には、印加電圧を高くすると、第1の変位板16D1の撓みが大きくなり、振動室41Dの圧力を上昇させることができるので、外気圧との圧力差を小さくでき、この場合においてもインクの吐出特性の変動を抑制できる。

【0078】

ここで、外気圧の変化量が大きい場合には次のように第2の圧力補償室12D2の容積変化を利用すればよい。すなわち、外気圧が所定の値である場合に、図15(A)に示すように、第1の変位板16D1と電極48D1の間に電圧を印加し、第1の変位板16D

50

1を電極48D1に吸引した状態に保持しておく。外気圧が高くなった場合には、第2の変位板16D2と電極48D2の間に電圧を印加して第2の変位板16D2も撓ませる。この結果、第2の圧力補償室12D2の容積も減少するので、各振動室41Dの圧力を外気圧の上昇に合わせて大幅に増加させることができる。これにより、大幅に上昇した外気圧と各振動室の内圧との圧力差を減少あるいは無くすることができる。

【0079】

逆に、外気圧が低下した場合には、電圧印加を停止して、第1の変位板16D1を元の状態に復帰させることにより、第1の圧力補償室49D1の容積を増加させる。この結果、各振動室41Dの内圧が低下して、外気圧との圧力差が減少あるいは無くなる。

【0080】

このような第1の圧力補償室12D1および第2の圧力補償室12D2の容積を増減するための各電極48D1, 48D2に対する電圧印加制御は、次のような制御機構によって行うことができる。

【0081】

すなわち、図16に示すように、気圧検出手段401により外気圧を検出し、圧力比較手段402により設定気圧と検出された外気圧を比較し、比較結果に基づき、変位板駆動手段403によって各第1の変位板16D1、第2の変位板16D2を変位させればよい。

【0082】

なお、気圧検出手段としては、例えば静電容量式の気圧センサ、圧電式の気圧センサ等の各種のセンサを用いることができる。また、気圧検出手段の取り付け位置は、インクジェットヘッド1Dの近傍に限定されるものではなく、同様な気圧測定ができる位置ならばいずれの位置でもよい。

また、外気圧は、変位板と電極間の電気容量を検出することによって算出することが可能である。

【0083】

[第5の実施例]

図17は本発明を適用したインクジェットヘッドの第5の実施例の主要部分を示す部分構成図である。本例のインクジェットヘッド1Eの基本的な構造は上記の各例における場合と同様であり、キャピティプレート3Eを挟み、上下にそれぞれ、ノズルプレート2Eおよびガラス基板4Eが積層された構造となっている。ノズルプレート2Eにはインクノズル21Eが形成されている。ノズルプレート2Eとキャピティプレート3Eの間には、インクノズル21Eが連通している圧力室6Eと、各圧力室6Eに対してインク供給室8Eを介して連通している共通インク室10Eとが区画形成されている。各圧力室6Eの底面部分には振動板5Eが形成されている。

【0084】

キャピティプレート3Eの下面とガラス基板4Eの間には、振動板5Eを変位させるためのギャップを備えた振動室41Eが区画形成されている。各振動室41Eの底面にはITOからなる個別電極43Eが形成されている。

【0085】

本例の特徴は、圧力補償手段として、変位板によって容積が変動する圧力補償室を設ける代わりに、熱制御体160を用いて、振動室41Eの封入気体を加熱冷却することにより、当該振動室41Eの内圧を増減させ、これにより、外気圧との圧力差を低減あるいは解消している点にある。

【0086】

ボイル・シャルルの法則で周知であるが、気圧は温度によっても制御可能である。例えば、外気圧が高くなった場合には、熱制御体160を発熱させ、ガラス基板4Eにおける振動室形成部分を加熱すると、振動室内の気体が温められて膨張しようとする。しかし、振動室41Eは密閉状態にあるので内圧が高まり、外気圧との圧力差が緩和される。

【0087】

10

20

30

40

50

逆に、外気圧が低下した場合には、熱制御体 160 により吸熱あるいは冷却動作を行い、ガラス基板 4E を冷却し、振動室内の気体を冷却して、その内圧を低下させる。これによって、外気圧との圧力差を解消できる。

【0088】

熱制御体としては、例えば、窒化タンタル薄膜のように発熱体であってもよい。又は、ペルチエ素子のように吸熱も行えるものでもよい。

【0089】

図18は熱制御体の駆動制御機構の概略図である。この図に示すように、気圧検出手段501により外気圧を検出する。検出された外気圧を、気圧・温度換算手段502において、振動室41Eの内部温度に換算する。換算された温度を、温度比較手段503において、予め設定されている目標温度と比較する。熱制御体駆動手段504では、比較結果に基づき、振動室内の温度が目標温度となるように熱制御体160を駆動する。

10

【0090】

なお、ガラス基板4Eに温度検出手段505を取り付け(図17参照)、この検出値を目標温度と比較することにより、より正確な温度管理を実行することができる。

【0091】

また、気圧の検出は、気圧センサ等をインクジェットプリンタに搭載する代わりに、振動室41Eにおける振動板5Eと個別電極43Eの間の電気容量に基づき算出することもできる。

【0092】

20

この場合には、図19に示すように、振動板と電極間の電気容量を、電気容量検出手段601によって検出し、検出された電気容量を、比較手段602により予め定めた目標値と比較し、この比較結果に基づき、熱制御体駆動手段603によって熱発熱体を駆動制御すればよい。

【0093】

[その他の実施の形態]

なお、前述の実施例においては、圧力補償室の一部に変位板を形成し、外気圧変動に応じて当該変位板が変位することにより圧力補償室の容積が増減するようになっている。この代わりに、図20に示すように、圧力補償室701の全体を伸縮性の素材から形成し、外気圧変動に応じて全体を膨張および縮小させるようにしてもよい。

30

【産業上の利用可能性】

【0094】

以上説明したように、本発明の静電アクチュエータは、振動板によって仕切られている振動室内の内圧と外気圧の圧力差を減少あるいは無くするための圧力補償手段を備えているため、振動板の振動特性が外気圧の変動によって変化することが無い。従って、本発明を適用した液滴吐出装置は、外気圧の変動にかかわらず、常に安定した液滴の吐出動作を行うことができる。例えば、本発明を用いたインクジェットプリンタは、高地、低地等の使用場所に左右されることなく、常に高品位の画像形成を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

40

【図1】本発明を適用可能なインクジェットプリンタの機構の概要を示す概略構成図。

【図2】本発明の第1の実施例に係るインクジェットプリンタのインクジェットヘッドを示す分解斜視図。

【図3】図2のインクジェットヘッドの概略縦断面図。

【図4】図2のインクジェットヘッドの概略横断面図。

【図5】図2のインクジェットヘッドの電極配置を示す説明図である。

【図6】図1のインクジェットプリンタの制御系を示す概略構成図。

【図7】本発明の第2の実施例に係るインクジェットヘッドの圧力補償手段の主要部分を示す概略部分断面図。

【図8】図7のインクジェットヘッドの変位板のコンプライアンス特性を示すグラフ。

50

【図 9】図 7 のインクジェットヘッドの変位板の挙動を示す説明図。

【図 10】本発明の第 3 の実施例に係るインクジェットヘッドの主要部分を示す概略部分断面図。

【図 11】図 10 のインクジェットヘッドの振動室と圧力補償室の配置関係を示す説明図。

【図 12】振動室と圧力補償室の配置の別の例を示す説明図。

【図 13】図 10 のインクジェットヘッドの改良例を示す概略部分断面図。

【図 14】(A)、(B)は、本発明の第 4 の実施例に係るインクジェットヘッドの概略部分断面図、および振動室と圧力補償室の配置関係を示す説明図。

【図 15】(A)、(B)は、図 14 のインクジェットヘッドの圧力補償動作を示す説明図。

10

【図 16】図 14 のインクジェットヘッドの変位板の駆動制御機構を示す概略構成図。

【図 17】本発明の第 5 の実施例に係るインクジェットヘッドの主要部分の概略部分断面図。

【図 18】図 17 のインクジェットヘッドの熱制御体の制御機構の概略構成図。

【図 19】図 17 のインクジェットヘッドの熱制御体の制御機構の別の例を示す概略構成図。

【図 20】本発明のインクジェットヘッドの別の例を示すための説明図。

【符号の説明】

【0096】

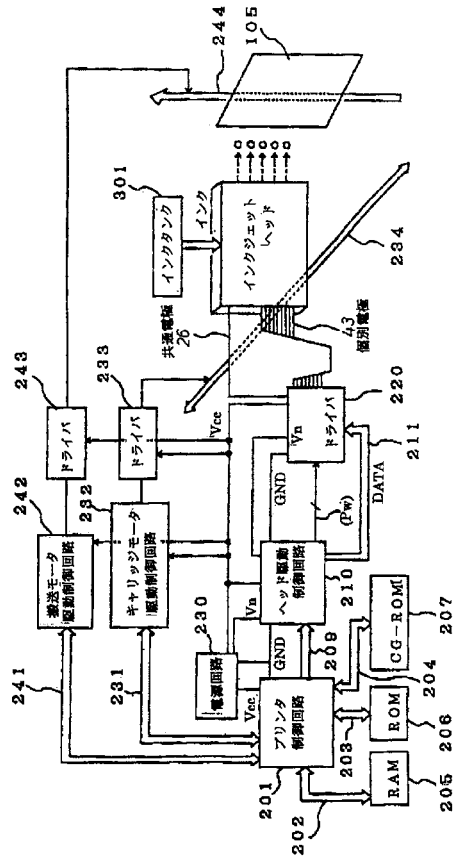
20

1, 1A ~ 1E ... インクジェットヘッド、2, 2B ~ 2E ... ノズルプレート、3, 3B ~ 3E ... キャピティプレート、4, 4B ~ 4E ... ガラス基板、5, 5B ~ 5E ... 振動板、6, 6B ~ 6E ... 圧力室、7, 11, 13, 42, 46 ... 凹部、8 ... インク供給口、8B ~ 8E ... インク供給室、9, 15 ... 細溝、10, 10B ~ 10E ... 共通インク室、10a, 16, 16A ~ 16C ... 変位板、12, 12B, 12D ... 大気圧室、12D1, 49D1 ... 第 1 の圧力補償室、12D2, 49D2 ... 第 2 の圧力補償室、14 ... 連通孔、14B ... 大気連通孔、16D1 ... 第 1 の変位板、16D2 ... 第 2 の変位板、20 ... 封止剤、21, 21B ~ 21E ... インクノズル、22 ... インク供給孔、23 ... 接続パイプ、26 ... 共通電極端子、41 ... 密閉室としての振動室、41B ~ 41E ... 振動室、43, 43B ~ 43E ... 個別電極、44 ... セグメント電極部、45 ... 端子部、47 ... 連通用凹部、48, 48C ... ダミー電極、48B ... ダミー極、48D1, 48D2 ... 電極、49, 49B, 49C, 701 ... 圧力補償室、50 ... 連通部、105 ... 記録紙、160 ... 熱制御体、201 ... プリンタ制御回路、202 ~ 204, 209, 231, 241 ... 内部バス、205 ... RAM、206 ... ROM、207 ... CG-ROM、211 ... データバス、220 ... ヘッドドライバ、230 ... 電源回路、232 ... キャリッジモータ駆動制御回路、233, 243 ... モータドライバ、234, 244 ... 矢印、242 ... 搬送モータ駆動制御回路、300 ... インクジェットプリンタ、301 ... インクタンク、302 ... キャリッジ、304 ... キャップ、306 ... インクチューブ、308 ... 廃インクチューブ、401, 501 ... 気圧検出手段、402 ... 圧力比較手段、403 ... 変位板駆動手段、502 ... 気圧・温度換算手段、503 ... 温度比較手段、504, 603 ... 熱制御体駆動手段、505 ... 温度検出手段、601 ... 電気容量検出手段、602 ... 比較手段、DATA ... 印刷データ、G ... 隙間、GND ... 接地電圧、ROM ... キャラクタジェネレータ、Vcc, Vn ... 駆動電圧。

30

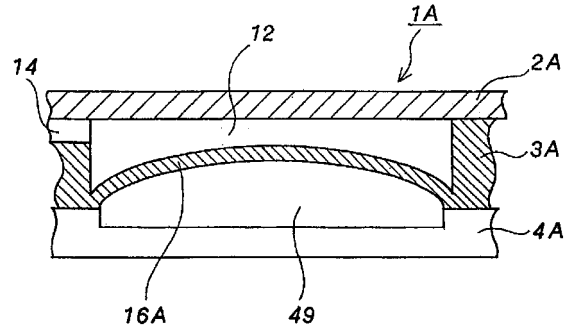
40

【図6】

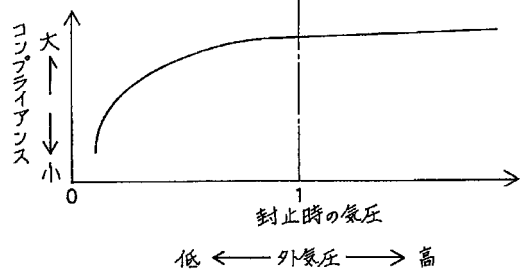


【図7】

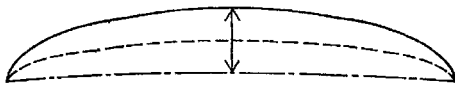
(第2の実施例)



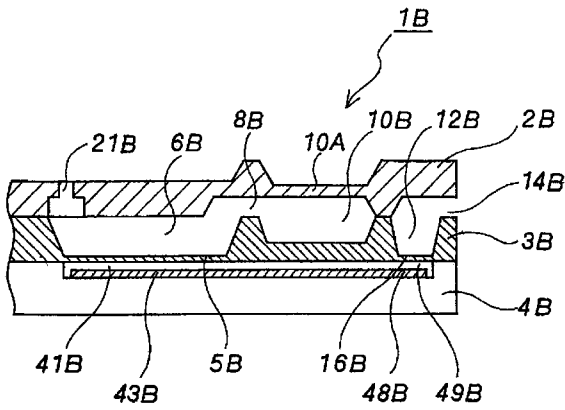
【図8】



【図9】

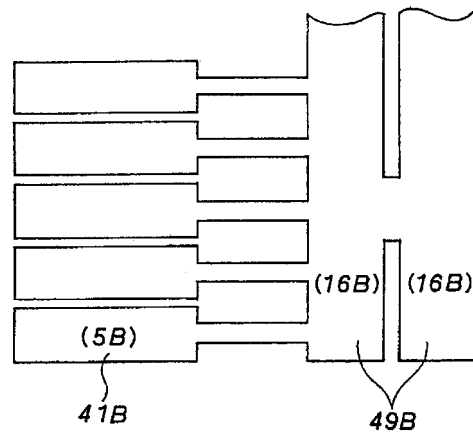


【図10】

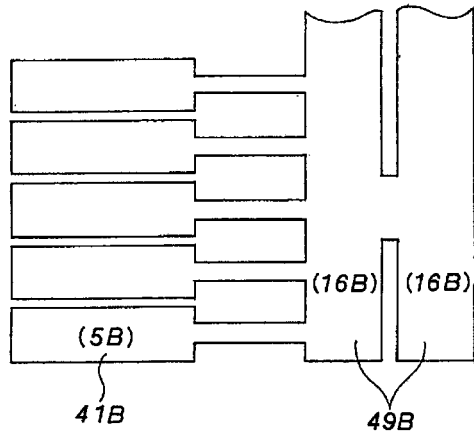


(第3の実施例)

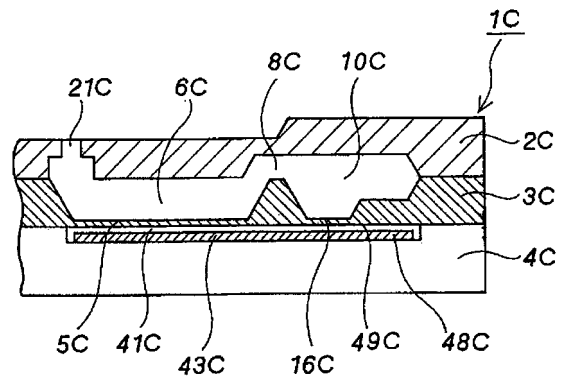
【図11】



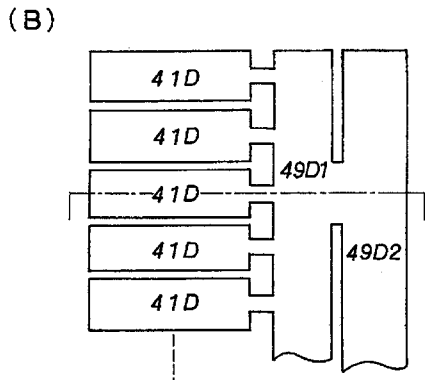
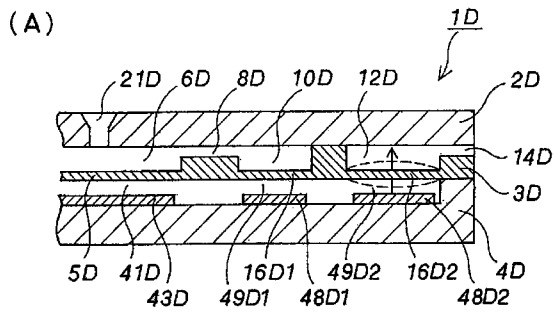
【図12】



【図13】

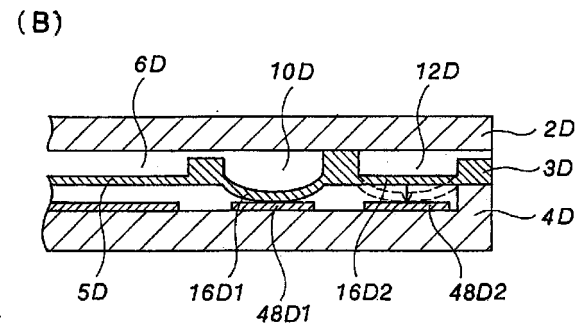
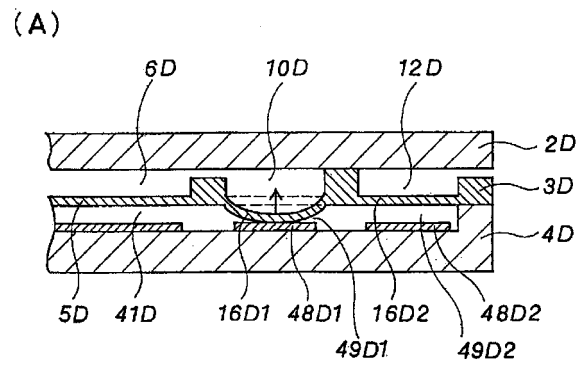


【図14】

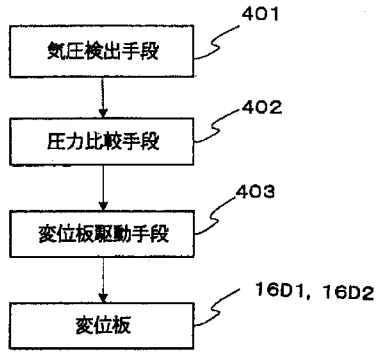


(第4の実施例)

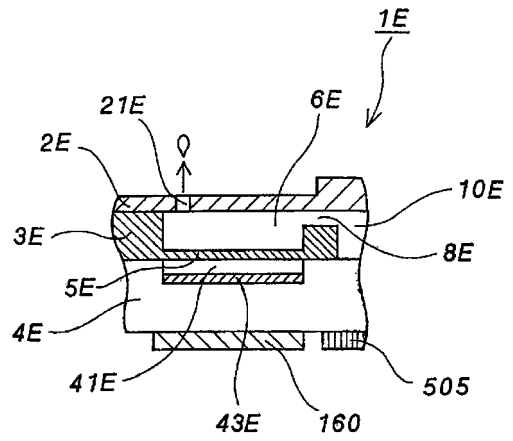
【図15】



【図16】

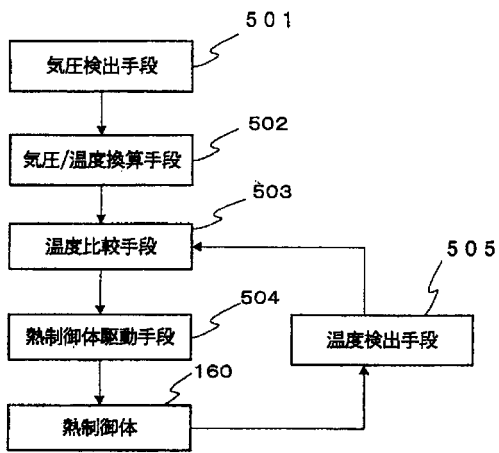


【図17】

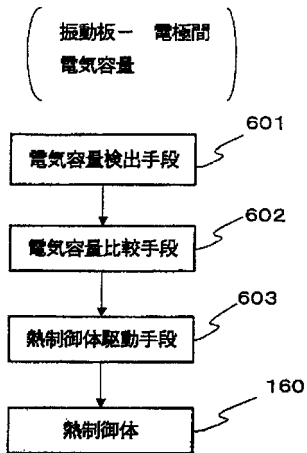


(第5の実施例)

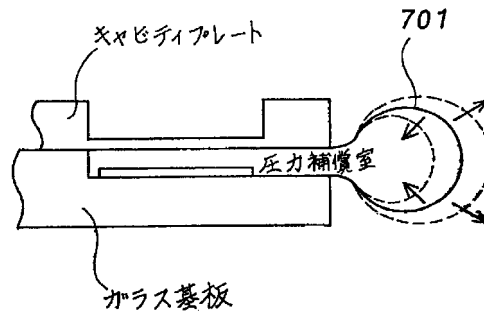
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 和彦
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 北原 浩司
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 牧垣 奉宏
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 野島 重男
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 竹腰 太郎
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

審査官 大塚 裕一

- (56)参考文献 特開平09-248909(JP,A)
特開平04-284255(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/045
B41J 2/055