

(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2009-226650
(P2009-226650A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int.Cl.

B 41 J 2/045 (2006.01)
B 41 J 2/055 (2006.01)

F 1

B 41 J 3/04

103 A

テーマコード(参考)

2 C 057

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2008-72608 (P2008-72608)

(22) 出願日

平成20年3月19日 (2008.3.19)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

(74) 代理人 100128532

弁理士 村中 克年

(72) 発明者 小澤 欣也

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 AF21 AG09 AG30 AG47 AG53
AG55 AG75 AP77 AQ02 BA04
BA14

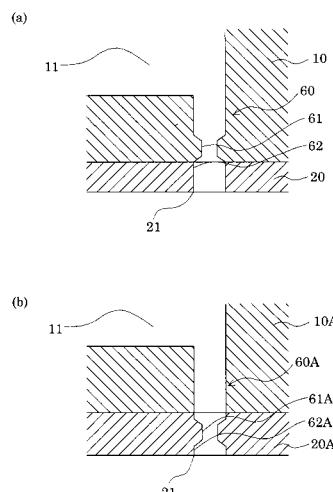
(54) 【発明の名称】液体噴射ヘッド及び液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】液体の粘度によらず、高品質な印刷を実現できる液体噴射ヘッド及び液体噴射装置を提供する。

【解決手段】液体を吐出するノズル開口21と、ノズル開口21に連通し圧力が付与される圧力発生室11と、圧力発生室11に圧力を付与する圧力発生手段とを具備し、圧力発生室11とノズル開口21との間には、液体が流れる液体吐出路60が設けられ、液体吐出路60は、小径部61と、小径部61よりもノズル開口21側に設けられ小径部61よりも流路面積が大きい拡大部62とを有する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液体を吐出するノズル開口と、前記ノズル開口に連通し圧力が付与される圧力発生室と、前記圧力発生室に圧力を付与する圧力発生手段とを具備し、

前記圧力発生室と前記ノズル開口との間には、前記液体が流れる液体吐出路が設けられ、

前記液体吐出路は、小径部と、当該小径部よりも前記ノズル開口側に設けられ当該小径部よりも流路面積が大きい拡大部とを有することを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液体噴射ヘッドにおいて、

前記小径部の流路面積は、前記ノズル開口の流路面積よりも小さく形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の液体噴射ヘッドにおいて、

前記圧力発生室には、液体が貯留されるリザーバに繋がる液体供給路が連続して設けられ、

前記液体吐出路のイナータンスが、前記液体供給路のイナータンスよりも小さくなるように構成したことを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ノズル開口から液体を噴射する液体噴射ヘッド及び液体噴射装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

液体噴射ヘッドの代表例としては、例えば、圧電素子の変位による圧力をを利用してノズル開口からインク滴を吐出するインクジェット式記録ヘッドが知られている。具体的には、インクを吐出するノズル開口を有するノズルプレートと、ノズル開口に連通する圧力発生室が設けられた流路形成基板と、流路形成基板の一方側に設けられる振動板と、各圧力発生室に対応して設けられ固定基板に固定された圧電素子（圧電振動子）と、この圧電素子を収容するケースヘッド（基台）とを有するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このようなインクジェット式記録ヘッドは、紙等に対し点描画のようにインク滴を付着させることで、高精細で高品質な印刷を実現している。

【0003】

ところで、インクジェット式記録ヘッドには様々な粘度のインクが使用されるようになってきている。しかしながら、従来のインクジェット式記録ヘッドの構成では、使用されるインクの粘度の違いで吐出状況が異なり、吐出されるインク滴の付着位置が安定しないことが考えられる。

【0004】

また従来の構成では、圧力発生室からノズル開口に向かって流れるインクは、ノズル開口部分で流路面積が急激に減少されるので、ノズル開口部分で急激に伸長力（インク滴を引き延ばす力）が加わる。これにより、例えば粘度が高いインクを使用すると、ノズル開口から吐出されるインク滴の切れが不良になり、切れずに伸びた部分が線状に付着してしまう虞もあった。

【0005】

なお、このような問題は、インクを吐出するインクジェット式記録ヘッドだけではなく、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにおいても同様に存在する。

【0006】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2004-74740号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明はこのような事情に鑑み、液体の粘度によらず、安定した吐出状況が得られる液体噴射ヘッド及び液体噴射装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する本発明の態様は、液体を吐出するノズル開口と、前記ノズル開口に連通し圧力が付与される圧力発生室と、前記圧力発生室に圧力を付与する圧力発生手段とを具備し、前記圧力発生室と前記ノズル開口との間には、前記液体が流れる液体吐出路が設けられ、前記液体吐出路は、小径部と、当該小径部よりも前記ノズル開口側に設けられ当該小径部よりも流路面積が大きい拡大部とを有することを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

【0009】

かかる態様では、圧力発生室からノズル開口に向かって流れる液体は、液体吐出路の小径部でその流路面積を縮小され伸長力（液滴を引き伸ばす力）を加えられる。これにより、圧力発生室からノズル開口に向かう液体の流れに変化が生じ、ノズル開口から吐出された液体の切れがよくなると共に、吐出された液滴の形状も良好になる。したがって、粘度の違いによらず液体の吐出状況が安定する。

【0010】

ここで、前記小径部の流路面積は、前記ノズル開口の流路面積よりも小さく形成されていることが好ましい。これによれば、圧力発生室からノズル開口に向かう液体には、小径部で、ノズル開口で加わる伸長力よりも大きな伸長力が加わる。これにより、圧力発生室から液体吐出路を通ってノズル開口に向かう液体の流れにさらに大きな変化が生じ、吐出された液体の切れがさらによくなると共に、吐出された液滴の形状がさらに良好になる。したがって、粘度の違いによらずさらに液体の吐出状況が安定する。

【0011】

また、前記圧力発生室には、液体が貯留されるリザーバに繋がる液体供給路が連続して設けられており、前記液体吐出路のイナータンスが、前記液体供給路のイナータンスよりも小さく構成されていることが好ましい。これによれば、液体が流れる流路において、下流側のイナータンスが上流側のイナータンスよりも小さく構成されることで、十分な液体の吐出量を確保できると共に、良好な液体吐出特性を獲得できるという知見に基づき、液体の粘度によらず、液体の切れが良好になるだけでなく、十分な液体吐出量と、良好な液体吐出特性を獲得できる。

【0012】

また、本発明の他の態様は、上記態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

かかる態様では、使用する液体の粘度によらず、安定した吐出状況が得られる液体噴射装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る液体噴射ヘッドの一例であるインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【0014】

図示するように、インクジェット式記録ヘッド100は、複数の圧力発生室11を有する流路形成基板10と、各圧力発生室11に連通する複数のノズル開口21が設けられたノズルプレート20と、流路形成基板10のノズルプレート20とは反対側の面に設けられる振動板15とを具備する。さらに、インクジェット式記録ヘッド100は、振動板1

10

20

30

40

50

5 上の各圧力発生室 11 に対応する領域に設けられる圧電素子 35 を有する圧電素子ユニット 30 と、振動板 15 上に固定されて圧電素子ユニット 30 が収容される収容部 41 を有するケースヘッド 40 とを具備する。

【0015】

流路形成基板 10 には、その一方側の表層部分に、圧力発生室 11 が隔壁によって区画されてその幅方向で複数並設されている。各圧力発生室 11 の列の外側には、ケースヘッド 40 の液体導入路であるインク導入路 42 を介してインクが供給されるリザーバ 13 が、流路形成基板 10 を厚さ方向に貫通して設けられている。そして、リザーバ 13 と各圧力発生室 11 とは、インク供給路 12 を介して連通し、各圧力発生室 11 には、インク導入路 42 、リザーバ 13 及びインク供給路 12 を介してインクが供給される。インク供給路 12 は、本実施形態では、圧力発生室 11 よりも狭い幅で形成されており、リザーバ 13 から圧力発生室 11 に流入するインクの流路抵抗を一定に保持する役割を果たしている。10

【0016】

また、圧力発生室 11 のリザーバ 13 とは反対の端部側には、インクが流れる液体吐出路 60 が設けられている。具体的には、流路形成基板 10 には、液体吐出路 60 の入口側の部分が設けられている。流路形成基板 10 は、例えばシリコン単結晶基板からなり、流路形成基板 10 に設けられる上記圧力発生室 11 等は、流路形成基板 10 をエッチングすることによって形成されている。20

【0017】

流路形成基板 10 の一方側には、ノズル開口 21 と、液体吐出路 60 のノズル開口 21 側の部分が設けられたノズルプレート 20 が接合されている。なお、ノズル開口 21 とは、インクが吐出する出口のことを指す。液体吐出路 60 については後述する。20

【0018】

また、流路形成基板 10 の他方面側、すなわち、圧力発生室 11 の開口面側には振動板 15 が接合されて、各圧力発生室 11 はこの振動板 15 によって封止されている。20

【0019】

この振動板 15 は、例えば、樹脂フィルム等の弾性部材からなる弾性膜 15a と、この弾性膜 15a を支持する、例えば、金属材料等からなる支持板 15b との複合板で形成されており、弾性膜 15a 側が流路形成基板 10 に接合されている。例えば、本実施形態では、弾性膜 15a は、厚さが数 μm 程度の PPS (ポリフェニレンサルファイド) フィルムからなり、支持板 15b は、厚さが数十 μm 程度のステンレス鋼板 (SUS) からなる。また、振動板 15 の各圧力発生室 11 に対向する領域内には、圧電素子 35 の先端部が当接する島部 15c が設けられている。この圧電素子 35 の先端面は、接着剤によって島部 15c に接合されている。すなわち、振動板 15 の各圧力発生室 11 の周縁部に対向する領域に他の領域よりも厚さの薄い薄肉部 15d が形成されて、この薄肉部 15d の内側にそれぞれ島部 15c が設けられている。また、本実施形態では、振動板 15 のリザーバ 13 に対向する領域に、薄肉部 15d と同様に、支持板 15b がエッチングにより除去されて実質的に弾性膜のみで構成されるコンプライアンス部 16 が設けられている。なお、このコンプライアンス部 16 は、リザーバ 13 内の圧力変化が生じた時に、このコンプライアンス部 16 の弾性膜 15a が変形することによって圧力変化を吸収し、リザーバ 13 内の圧力を常に一定に保持する役割を果たす。3040

【0020】

ここで、圧力発生室 11 内にインク滴を吐出するための圧力を発生する圧力発生手段である圧電素子 35 について説明する。本実施形態では、圧電素子 35 は、一つの圧電素子ユニット 30 において一体的に形成されている。すなわち、圧電材料 31 と電極形成材料 32, 33 とを縦に交互にサンドイッチ状に挟んで積層した圧電素子形成部材 34 を形成し、この圧電素子形成部材 34 を各圧力発生室 11 に対応して櫛歯状に切り分けることによって各圧電素子 35 が形成されている。すなわち、本実施形態では、複数の圧電素子 35 が一体的に形成されている。そして、この圧電素子 35 (圧電素子形成部材 34) の振50

動に寄与しない不活性領域、すなわち、圧電素子35の基端部側が固定基板36に固着され、圧電素子35は固定基板36を介してケースヘッド40に固定されている。本実施形態では、これら圧電素子35(圧電素子形成部材34)と、固定基板36とで圧電素子ユニット30が構成されている。

【0021】

このような圧電素子ユニット30は、圧電素子35の先端部が上述したように振動板15の島部15cに当接された状態で固定されている。例えば、本実施形態では、上述したように振動板15上にケースヘッド40が固定されており、圧電素子ユニット30は、このケースヘッド40の収容部41内に収容されて、圧電素子35が固定された固定基板36が、圧電素子35とは反対面側でケースヘッド40に固定されている。具体的には、ケースヘッド40は、振動板15上に接合されて島部15cに相対向する領域に収容部41が設けられている。そして、ケースヘッド40の収容部41のインク導入路42側には、段差部43が設けられており、この段差部43と固定基板36とが当接された状態で、固定基板36とケースヘッド40とは接合されている。

10

【0022】

なお、固定基板36は、上述のように圧電素子35と一体的に設けられることで、圧電素子ユニット30を構成し、圧電素子ユニット30はケースヘッド40に位置決め固定される。このとき、圧電素子35の振動板15(島部15c)に対する位置合わせは、固定基板36の外周面とケースヘッド40の収容部41の内面とによって行われる。これにより、脆性材料である圧電素子35を直接把持して位置合わせするのに比べて容易に且つ高精度に位置合わせを行うことができる。

20

【0023】

そして、圧電素子35の基端部近傍には、固定基板36とは反対側の面に、各圧電素子35を駆動するための駆動IC(図示なし)を搭載すると共に、各圧電素子35を駆動するための信号を供給する配線層51を有するフレキシブルプリント基板50が接続されている。このフレキシブルプリント基板50は、フレキシブルプリンティングサーキット(FPC)や、テープキャリアパッケージ(TCP)などからなる。詳しくは、フレキシブルプリント基板50は、例えば、ポリイミド等のベースフィルム52の表面に銅薄等で所定のパターンの配線層51を形成し、配線層51の圧電素子35と接続される端子部などの他の配線と接続される領域以外の領域をレジスト等の絶縁材料53で覆ったものである。

30

【0024】

このようなフレキシブルプリント基板50の配線層51は、その基端部側で、例えば、半田、異方性導電材等によって圧電素子35を構成する電極形成材料32,33に接続されている。

【0025】

また、ケースヘッド40上には、フレキシブルプリント基板50の各配線層51がそれぞれ接続される複数の導電パッド71が設けられた配線基板70が固定されている。配線基板70には、ケースヘッド40の収容部41に対向する領域にスリット状の開口部72が形成されている。

40

【0026】

そして、フレキシブルプリント基板50の各配線層51の先端部側は、この配線基板70の開口部72から収容部41の外側に引き出されて、引き出された領域が屈曲されて導電パッド71と接続されている。

【0027】

このようなインクジェット式記録ヘッド100では、インク滴を吐出する際に、圧電素子35及び振動板15の変形によって各圧力発生室11の容積を変化させて液体吐出路60を通過してノズル開口21からインク滴を吐出させるようになっている。具体的には、図示しない液体貯留手段から液体導入路であるインク導入路42を介してリザーバ13にインクが供給されると、インク供給路12を介して各圧力発生室11にインクが分配され

50

る。そして、駆動回路からの駆動信号によって所定の圧電素子35に電圧を印加及び解除することによって、圧電素子35を収縮及び伸張させて圧力発生室11に圧力変化を生じさせる。この圧力発生室11内の圧力変化により、圧力発生室11内のインクは、液体吐出路60を通ってノズル開口21から吐出する。

【0028】

図2(a)を参照して、液体吐出路60について説明する。図2(a)は、液体吐出路60の拡大断面図である。

【0029】

図示するように、液体吐出路60は、小径部61と、小径部61よりもノズル開口21側に設けられ小径部61よりも流路面積が大きい拡大部62とを有する。本実施形態では小径部61の流路面積は、ノズル開口21の流路面積よりも小さく形成されている。なお、本実施形態では、小径部61は流路形成基板10に設けられている。

10

【0030】

また、本実施形態では、液体吐出路60のイナータンスは、インク供給路12のイナータンスよりも小さくなるように構成されている。具体的には、イナータンスは、流路の長さや幅、インクの粘度や密度で決定される値であり、本実施形態では、これらが制御されて、液体吐出路60のイナータンスがインク供給路12のイナータンスよりも小さくなるように構成されている。

【0031】

圧力発生室11とノズル開口21との間に設けられた液体吐出路60の小径部61により、圧力発生室11内の圧力変動によって圧力発生室11からノズル開口21に向かうインクは、ノズル開口21に達する前に、小径部61で一度流路面積を縮小され伸長力(インク滴を引き延ばす力)を加えられる。これにより、圧力発生室11からノズル開口21に向かうインクの流れに変化が生じ、吐出されたインクの切れがよくなると共に、吐出されたインク滴の形状も良好になる。したがって、本実施形態のインクジェット式記録ヘッド100では、インクの粘度の違いによらず吐出状況が安定する。換言するとインクの粘度の違いで、噴射位置に違いが生じにくい。

20

【0032】

また、小径部61の流路面積が、ノズル開口21の流路面積よりも小さく形成されているので、圧力発生室11からノズル開口21に向かうインクには、小径部61で、ノズル開口21で加わる伸長力よりも大きな伸長力が加わる。これにより、圧力発生室11からノズル開口21に向かうインクの流れにさらに大きな変化が生じ、吐出されたインクの切れがさらによくなると共に、吐出されたインク滴の形状もさらに良好になる。したがって、粘度の違いによらずさらにインクの吐出状況が安定する。

30

【0033】

特に高粘度のインクを使用して、印刷対象、インクジェット式記録ヘッド共に、通常よりも高速に移動させる高速度印刷を行う場合、従来の構成の場合は、ノズル開口から吐出されたインク滴の伸びた部分が他のインク滴と干渉してしまう虞があった。

【0034】

本実施形態のインクジェット式記録ヘッド100は、液体吐出路60の小径部61により、ノズル開口21から吐出されるインクの切れがよくなると共に、吐出されたインク滴の形状も良好になるので、高粘度のインクを使用しても伸びた部分を生じにくく、当然伸びた部分が他のインク滴と干渉してしまいにくい。

40

【0035】

また、本実施形態では、液体吐出路60のイナータンスは、インク供給路12のイナータンスよりも小さくなるように構成されている。これによりインクの粘度によらず、ノズル開口21から吐出されるインクの吐出状況が安定するだけでなく、十分なインク吐出量と、良好なインク吐出特性とを獲得できる。これは、液体の流れにおいて、下流側のイナータンスが上流側のイナータンスよりも小さく構成されることで、十分な液体吐出量と、良好な液体吐出特性を獲得できるという知見に基づく。

50

【0036】

以上、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッド100について説明したが、本発明は上述した構成に限定されるものではない。

【0037】

例えば、上述した実施形態では、液体吐出路60の小径部61は、流路形成基板10に設けられていた。しかしながら、小径部61の場所はこれに限定されず、図2(b)に示す液体吐出路60Aのように、流路形成基板10Aではなくノズルプレート20Aに小径部61Aが設けられていてもよい。なお、図2(b)では、拡大部62Aもノズルプレート20Aに設けられている。いずれにしても、圧力発生室とノズル開口の間の液体吐出路に、小径部及び拡大部が設けられていればよい。

10

【0038】

また、本発明は、従来のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドの構成にも適用できる。図3(a)は、従来のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドの構成に本発明を適用した例である。図3(a)におけるノズル開口21Bは、ノズルプレート20Bに形成された、上流側の径がテーパ状に形成されていると共に吐出口側が一定の径で形成されている部分のことを指す。ノズル開口21Bがこのような形状であったとしても、図示するように圧力発生室11とノズル開口21Bとの間の液体吐出路60Bに小径部61Bと拡大部62Bとを設けることで、インクの切れが良好になり、吐出状況が安定する。なお、図3(a)では、液体吐出路60Bは、流路形成基板10Bに設けられている。

20

【0039】

なお、ノズル開口の形状は特に限定されず、図3(b)のノズルプレート20Cに設けられたノズル開口21Cに示すような、上流から下流側に向かって漸減するような形状であっても構わない。本発明は、ノズル開口の形状によらず、効果を奏するものである。

【0040】

また、上述した実施形態では、圧電材料と電極形成材料とを交互に積層させて軸方向に伸縮させる縦振動型の圧電素子を有するインクジェット式記録ヘッドを例示して説明した。しかしながら本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、厚膜型の圧電素子を有するインクジェット式記録ヘッド、或いはゾル・ゲル法、M O D法、スパッタリング法等により形成される圧電材料を有する薄膜型の圧電素子を有するインクジェット式記録ヘッド、振動板と電極を所定の隙間を開けて配置し、静電気力で振動板の振動を制御する、いわゆる静電アクチュエータを有するインクジェット式記録ヘッド、圧力発生室内に発熱素子を配置して、発熱素子の発熱で発生するバブルによってノズル開口から液滴を吐出するインクジェット式記録ヘッドであっても同様の効果を奏する。

30

【0041】

上述した実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図4は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0042】

図4に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

40

【0043】

そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の

50

記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0044】

なお、上述した実施形態では、液体噴射ヘッドとしてインクジェット式記録ヘッドを挙げて説明したが、本発明は広く液体噴射ヘッド全般を対象としたものであり、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにも勿論適用することができる。その他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレー等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレー、FED(電界放出ディスプレー)等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオchip製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。

10

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の実施形態に係る液体噴射ヘッドの断面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る液体噴射ヘッドの要部拡大断面図である。

【図3】本発明の他の実施形態に係る液体噴射ヘッドの要部拡大断面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

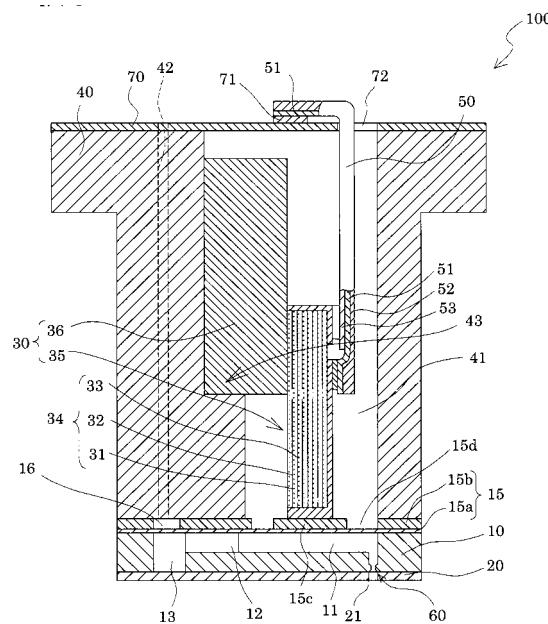
【符号の説明】

【0046】

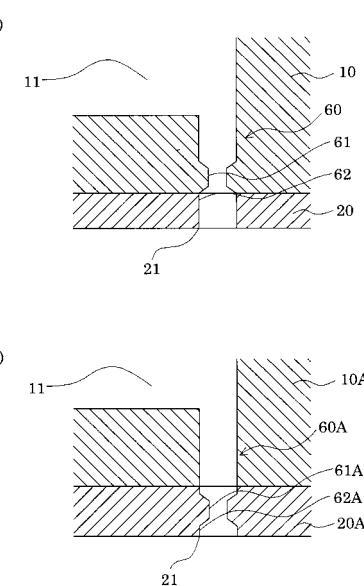
10, 10A, 10B 流路形成基板、 11 圧力発生室、 12 インク供給路、
13 リザーバ、 15 振動板、 15a 弾性膜、 15b 支持板、 15c 島部、
15d 薄肉部、 16 コンプライアンス部、 20, 20A, 20B, 20C
ノズルプレート、 21, 21B, 21C ノズル開口、 30 圧電素子ユニット
、 31 圧電材料、 32, 33 電極形成材料、 34 圧電素子形成部材、 35
圧電素子、 36 固定基板、 40 ケースヘッド、 41 収容部、 42 イン
ク導入路、 43 段差部、 50 フレキシブルプリント基板、 51 配線層、 5
2 ベースフィルム、 53 絶縁材料、 60, 60A, 60B 液体吐出路、 61
, 61A, 61B 小径部、 62, 62A, 62B 拡大部、 70 配線基板、 7
1 導電パッド、 72 開口部、 100 インクジェット式記録ヘッド

20

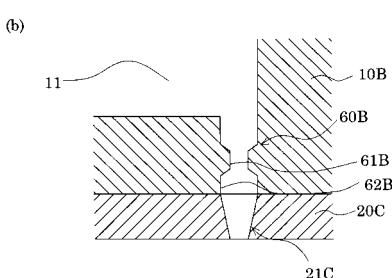
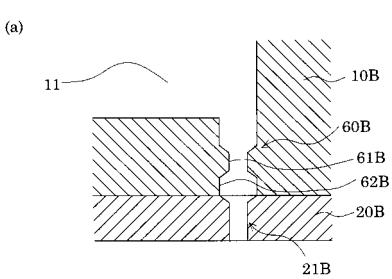
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

