

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4888647号
(P4888647)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(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 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-279277 (P2006-279277)
(22) 出願日 平成18年10月12日(2006.10.12)
(65) 公開番号 特開2008-94002 (P2008-94002A)
(43) 公開日 平成20年4月24日(2008.4.24)
審査請求日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(73) 特許権者 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 矢崎 士郎
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 島▲崎▼ 純一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッド及び液体噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を噴射する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、該流路形成基板の前記圧力発生室に対応する領域に絶縁膜を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを具備し、

前記下電極が複数の圧電素子に亘って設けられて共通電極となっており、前記上電極が複数の圧電素子毎に設けられて個別電極となっており、

前記圧電素子は、前記圧力発生室に相対向する領域に実質的な駆動部となる圧電体能動部と、前記下電極が除去された除去部によって形成された実質的に駆動されない圧電体非能動部とを具備し、

前記圧電体非能動部が、前記圧力発生室に相対向する領域に当該圧力発生室の長手方向に亘って所定の間隔で複数設けられており、

複数の前記圧電体非能動部には、隣接する複数の前記圧電体能動部の間に設けられたものが含まれることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項2】

前記除去部には前記圧電体層が充填されていることを特徴とする請求項1記載の液体噴射ヘッド。

【請求項3】

前記圧力発生室の短手方向における前記除去部の幅が、前記圧電体能動部の幅よりも幅

広に設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 4】

前記圧力発生室の長手方向における前記除去部の長さが、前記圧力発生室の短手方向の幅よりも幅広に設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 5】

互いに隣接する前記除去部の間隔が、前記圧力発生室の短手方向の幅以上で、且つ前記圧力発生室の短手方向の幅の 2 倍以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 6】

前記圧電体非能動部の前記圧電体層の厚さが、前記圧電体能動部の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 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、液体を噴射するノズル開口に連通する圧力発生室と、圧力発生室に相対向する領域に設けられた圧電素子とを具備する液体噴射ヘッド及び液体噴射装置に関し、特にインクを吐出するインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの一つとして、圧電素子のたわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものが知られている。

【0003】

このようなインクジェット式記録ヘッドとしては、ノズル開口に連通する圧力発生室が形成された流路形成基板と、流路形成基板の圧力発生室に相対向する領域に振動板となる絶縁膜を介して下電極膜、圧電体層及び上電極膜を積層形成した圧電素子とで構成されている。

【0004】

下電極膜は、複数の圧力発生室に相対向する領域に亘って設けられて複数の圧電素子の共通電極となっている。また、圧電体層及び上電極膜は、各圧力発生室毎に切り分けられて、上電極膜が各圧電素子の個別電極となっており、上電極膜に選択的に電圧を印加することで、圧電素子を個別に駆動できるようになっている。

【0005】

このような圧電素子は、短手方向（幅方向）に撓み変形することによって、圧力発生室に圧力を印加して、ノズル開口からインク滴を吐出するようになっている。

【0006】

そして、インクジェット式記録ヘッドとしては、圧電素子に実質的な駆動部となる圧電体能動部と、圧力発生室とその周壁との境界に実質的に駆動されない圧電体非能動部とを設けたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この圧電体非能動部は、下電極膜を除去することで形成されており、圧電体非能動部を設けることによって、圧力発生室と周壁との境界部が、圧電体能動部への電圧印加によって駆動されないようにしている。

【0007】

【特許文献 1】特許第 3 1 1 4 8 0 8 号（第 9 ~ 1 7 頁、第 2、7 ~ 1 6、1 8 ~ 3 4、3 6 図）

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1の構成では、圧電体能動部が圧力発生室の長手方向に亘って設けられているため、圧電体能動部が圧力発生室の長手方向に撓み変形して応力集中が発生し、圧電体能動部の短手方向に亘ってクラックが発生してしまうという問題がある。

【0009】

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。

【0010】

本発明はこのような事情に鑑み、圧電素子の応力集中によるクラック等の破壊を防止すると共に、圧電素子の剛性を低下させて圧電素子の変位量を確保することができ、消費電力を小さくすることができる液体噴射ヘッド及び液体噴射装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決する本発明の態様は、液体を噴射する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、該流路形成基板の前記圧力発生室に対応する領域に絶縁膜を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを具備し、前記下電極が複数の圧電素子に亘って設けられて共通電極となっていると共に、前記上電極が複数の圧電素子毎に設けられて個別電極となっており、前記圧電素子は、前記圧力発生室に相対向する領域に実質的な駆動部となる圧電体能動部と、前記下電極が除去された除去部によって形成された実質的に駆動されない圧電体非能動部とを具備し、前記圧電体非能動部が、前記圧力発生室に相対向する領域に当該圧力発生室の長手方向に亘って所定の間隔で複数設けられており、複数の前記圧電体非能動部には、隣接する複数の前記圧電体能動部の間に設けられたものが含まれることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第1の態様では、圧電素子の駆動時に圧電体非能動部によって圧電素子の長手方向の撓み変形による応力集中を緩和して、圧電素子の長手方向の応力集中に起因する短手方向のクラックの発生を防止することができる。また、下電極を除去した除去部によって圧電体非能動部を設けることによって、圧電素子の剛性を低下させて圧電素子の変位量を確保することができ、液体噴射特性が低下するのを防止することができると共に圧電素子の静電容量を小さくすることができ、消費電力を小さくすることができる。さらに、共通電極である下電極に除去部を設けるようにしたため、圧電素子の電極が断線したり、電気抵抗が高くなるのを確実に防止することができる。

ここで、前記除去部には前記圧電体層が充填されていることが好ましい。これによれば、除去部に圧電体層を充填することによって、下電極の存在する領域と、除去部によって除去された領域とで、振動板の振動特性が急激に変化するのを緩和させることができ、この境界部分での圧電素子及び振動板の破壊を防止することができる。

【0012】

また、前記圧力発生室の短手方向における前記除去部の幅が、前記圧電体能動部の幅よりも幅広に設けられていることが好ましい。

これによれば、除去部の幅方向両側に圧電体能動部が形成されるのを防止して、圧電素子の長手方向の応力集中を確実に防止することができる。

【0013】

また、前記圧力発生室の長手方向における前記除去部の長さが、前記圧力発生室の短手方向の幅よりも幅広に設けられていることが好ましい。

これによれば、圧電素子の駆動時に長手方向の応力集中を確実に緩和することができると共に、圧電素子の剛性を低下させて圧電体非能動部が圧電体能動部に追従して変位する変位量を確保することができるため、液体噴射特性が低下するのを確実に防止することが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 1 4 】

また、互いに隣接する前記除去部の間隔が、前記圧力発生室の短手方向の幅以上で、且つ前記圧力発生室の短手方向の幅の 2 倍以下であることが好ましい。

これによれば、圧電素子の変位量を確保して排除堆積の低下を確実に防止することができると共に、圧電素子の長手方向の応力集中を確実に防止することができる。

【 0 0 1 5 】

また、前記圧電体非能動部の前記圧電体層の厚さが、前記圧電体能動部の厚さよりも薄いことが好ましい。

これによれば、圧電体非能動部の剛性をさらに低下させて、圧電体非能動部が圧電体能動部に追従して変位する変位量を確保することができ、液体噴射特性が低下するのを確実に防止することができる。

【 0 0 1 7 】

さらに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、圧電素子及び振動板の破壊を防止して、信頼性を向上することができると共に、消費電力を小さくすることができる液体噴射装置を実現できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

(実施形態 1)

図 1 は、本発明の実施形態 1 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概略構成を示す分解斜視図であり、図 2 は、流路形成基板の平面図及び圧力発生室の長手方向の断面図であり、図 3 は、図 2 の A - A 断面の要部を拡大した図及び B - B 断面の要部を拡大した図である。

【 0 0 1 9 】

図示するように、流路形成基板 10 は、本実施形態では板厚方向の結晶面方位が (1 1 0) 面のシリコン単結晶基板からなり、その一方の面には予め熱酸化によって二酸化シリコンからなる厚さ 0 . 5 ~ 2 μ m の弾性膜 50 が形成されている。

【 0 0 2 0 】

流路形成基板 10 には、他方面側から異方性エッチングすることにより、複数の隔壁 11 によって区画された圧力発生室 12 がその幅方向 (短手方向) に並設されている。また、流路形成基板 10 の圧力発生室 12 の長手方向一端部側には、インク供給路 14 と連通路 15 とが隔壁 11 によって区画されている。また、連通路 15 の一端には、各圧力発生室 12 の共通のインク室 (液体室) となるリザーバ 100 の一部を構成する連通部 13 が形成されている。すなわち、流路形成基板 10 には、圧力発生室 12、連通部 13、インク供給路 14 及び連通路 15 からなる液体流路が設けられている。

【 0 0 2 1 】

インク供給路 14 は、圧力発生室 12 の長手方向一端部側に連通し且つ圧力発生室 12 より小さい断面積を有する。例えば、本実施形態では、インク供給路 14 は、リザーバ 100 と各圧力発生室 12 との間の圧力発生室 12 側の流路を幅方向に絞ることで、圧力発生室 12 の幅より小さい幅で形成されている。なお、このように、本実施形態では、流路の幅を片側から絞ることでインク供給路 14 を形成したが、流路の幅を両側から絞ることでインク供給路を形成してもよい。また、流路の幅を絞るのではなく、厚さ方向から絞ることでインク供給路を形成してもよい。さらに、各連通路 15 は、インク供給路 14 の圧力発生室 12 とは反対側に連通し、インク供給路 14 の幅方向 (短手方向) より大きい断面積を有する。本実施形態では、連通路 15 を圧力発生室 12 と同じ断面積で形成した。

【 0 0 2 2 】

すなわち、流路形成基板 10 には、圧力発生室 12 と、圧力発生室 12 の短手方向の断

10

20

30

40

50

面積より小さい断面積を有するインク供給路 14 と、このインク供給路 14 に連通すると共にインク供給路 14 の短手方向の断面積よりも大きい断面積を有する連通路 15 とが複数の隔壁 11 により区画されて設けられている。

【0023】

また、流路形成基板 10 の開口面側には、各圧力発生室 12 のインク供給路 14 とは反対側の端部近傍に連通するノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 が、接着剤や熱溶着フィルム等によって固着されている。なお、ノズルプレート 20 は、例えば、ガラスセラミックス、シリコン単結晶基板、ステンレス鋼等からなる。

【0024】

一方、流路形成基板 10 の開口面とは反対側には、上述したように、二酸化シリコンからなり厚さが例えば、約 $1.0\ \mu\text{m}$ の弾性膜 50 が形成され、この弾性膜 50 上には、酸化ジルコニウム (ZrO_2) 等からなり厚さが例えば、約 $0.4\ \mu\text{m}$ の絶縁体膜 55 が積層形成されている。また、この絶縁体膜 55 上には、厚さが約 $0.1\sim 0.5\ \mu\text{m}$ の下電極膜 60 と、圧電体膜の一例であるチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 等からなり厚さが例えば、約 $1.1\ \mu\text{m}$ の圧電体層 70 と、厚さが例えば、約 $0.05\ \mu\text{m}$ の上電極膜 80 とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子 300 を構成している。ここで、圧電素子 300 は、下電極膜 60、圧電体層 70 及び上電極膜 80 を含む部分をいう。一般的には、圧電素子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層 70 を各圧力発生室 12 毎にパターニングして構成する。そして、ここではパターニングされた何れか一方の電極及び圧電体層 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部 320 という。

【0025】

本実施形態では、図 2 及び図 3 に示すように、下電極膜 60 を複数の圧力発生室 12 に相対向する領域に亘って連続して設けることで、複数の圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 及び圧電体層 70 を各圧電素子 300 毎に切り分けることで、上電極膜 80 を各圧電素子 300 の個別電極としている。すなわち、圧電体能動部 320 は、パターニングされた下電極膜 60 及び上電極膜 80 によって、圧力発生室 12 に相対向する領域にのみ設けられていることになる。また、本実施形態では、圧電体層 70 及び上電極膜 80 が、図 3 に示すように、上電極膜 80 側の幅が狭くなるようにパターニングされ、その側面は傾斜面となっている。

【0026】

また、図 3 に示すように、圧電素子 300 の下電極膜 60 には、厚さ方向に完全に除去された除去部 61 が複数設けられている。除去部 61 は、圧力発生室 12 に相対向する領域に圧力発生室 12 の長手方向に亘って所定の間隔で複数設けられている。また、除去部 61 内には、圧電体層 70 が充填されている。これは、詳しくは後述するが、圧電体層 70 のパターニングが、下電極膜 60 の表面に達するまで行われるため、下電極膜 60 の除去部 61 内に設けられた圧電体層 70 は、除去されることなく残留するからである。このように除去部 61 内に圧電体層 70 を充填することによって、下電極膜 60 の存在する領域と、除去部 61 によって除去された領域とで、振動板の振動特性が急激に変化することを緩和させることができ、この境界部分での圧電素子 300 及び振動板の破壊を防止することができる。

【0027】

このように下電極膜 60 に除去部 61 を設けることによって、圧電素子 300 には、除去部 61 に対応する領域に圧電体能動部 320 から連続する圧電体層 70 及び上電極膜 80 を有するが、実質的に駆動しない圧電体非能動部 330 が形成されている。すなわち、圧電素子 300 の圧力発生室 12 に相対向する領域には、複数の圧電体能動部 320 と複数の圧電体非能動部 330 とが、交互に配置されていることになる。本実施形態では、各圧電素子 300 毎に下電極膜 60 の除去部 61 を 3 つ設けたため、各圧電素子 300 毎に 3 つの圧電体非能動部 330 が形成されていることになる。

【0028】

そして、圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 とが交互に配設された圧電素子 3 0 0 は、本実施形態では、その表面が圧電体非能動部 3 3 0 に対応する領域で、凹形状に形成されている。

【 0 0 2 9 】

このように、圧電素子 3 0 0 の圧力発生室 1 2 に相対向する領域に複数の圧電体非能動部 3 3 0 を所定の間隔で設けることによって、圧電素子 3 0 0 の駆動時に圧電体非能動部 3 3 0 によって圧電素子 3 0 0 の長手方向の撓み変形による応力集中を緩和して、圧電素子 3 0 0 の長手方向の応力集中に起因する短手方向のクラックの発生を防止することができる。

【 0 0 3 0 】

また、下電極膜 6 0 を除去した除去部 6 1 によって圧電体非能動部 3 3 0 を設けることによって、圧電素子 3 0 0 の剛性を低下させることができ、圧電素子 3 0 0 の変位量を確保することができる。すなわち、圧電体非能動部 3 3 0 が圧電体能動部 3 2 0 に追従して変位する変位量を確保することができるため、インク吐出特性が低下するのを防止することができると共に、圧電素子 3 0 0 の静電容量を小さくすることができ、消費電力を小さくすることができる。

【 0 0 3 1 】

さらに、本実施形態では、下電極膜 6 0 に除去部 6 1 を設けるようにしたため、圧電素子 3 0 0 の電極が断線したり、電気抵抗が高くなるのを防止することができる。すなわち、例えば、上電極膜 8 0 に除去部を設けようとする、圧電素子 3 0 0 の短手方向の幅に亘って除去部を設けた場合、上電極膜 8 0 が分離されてしまう。また、上電極膜 8 0 に除去部を圧電素子 3 0 0 の幅方向両側に上電極膜 8 0 が残留するように設けた場合、除去部の両側の上電極膜 8 0 の幅を十分に確保することができず、上電極膜 8 0 の電気抵抗が高くなってしまふと共に、除去部の両側に圧電体能動部 3 2 0 が形成されることになり、十分に応力緩和することができない。

【 0 0 3 2 】

なお、本実施形態では、下電極膜 6 0 の除去部 6 1 の幅 W、すなわち、圧力発生室 1 2 の短手方向における除去部 6 1 の幅 W は、圧電体能動部 3 2 0 の幅よりも幅広に設けられている。ここで言う圧電体能動部 3 2 0 の幅とは、圧電体能動部 3 2 0 の圧電体層 7 0 の流路形成基板 1 0 側の幅のことである。そして、除去部 6 1 の幅 W を圧電体能動部 3 2 0 の幅よりも幅広に設けることで、除去部 6 1 の幅方向両側には、圧電体能動部 3 2 0 が形成されないようにして、圧電素子 3 0 0 の長手方向で応力集中が発生するのを確実に防止している。

【 0 0 3 3 】

ここで、本実施形態では、圧電素子 3 0 0 の側面が傾斜面となっており、この傾斜面は、流路形成基板 1 0 の表面に垂直な方向に対して 4 5 度以下の角度で設けられているため、除去部 6 1 の幅 W を圧電体能動部 3 2 0 の幅よりも幅広としている。これに対して、例えば、圧電素子 3 0 0 の傾斜面が 4 5 度以上の場合には、除去部 6 1 の幅 W は、圧電体能動部 3 2 0 における圧電体層 7 0 の流路形成基板 1 0 側の幅よりも幅狭となっていてよい。これは、上電極膜 8 0 の短手方向の端部からは約 4 5 度の範囲内でしか電圧を印加することができないため、圧電体層 7 0 の側面が 4 5 度以上の場合には、上電極膜 8 0 の端部から 4 5 度の範囲の外側で圧電体層 7 0 の下に下電極膜 6 0 が存在しても、上電極膜 8 0 と下電極膜 6 0 との間に電圧が印加されないことがないからである。

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態では、下電極膜 6 0 の除去部 6 1 の長さ L、すなわち、圧力発生室 1 2 の長手方向における下電極膜 6 0 の長さ L は、圧力発生室 1 2 の短手方向の幅以上で形成されている。このように除去部 6 1 の長さ L を圧力発生室 1 2 の短手方向の幅以上とすることで、圧電素子 3 0 0 の駆動時に長手方向の応力集中を確実に緩和することができると共に、圧電素子 3 0 0 の剛性を低下させて圧電体非能動部 3 3 0 が圧電体能動部 3 2 0 に追従して変位する変位量を確保することができるため、インク吐出特性が低下するのを

10

20

30

40

50

確実に防止することができる。

【0035】

さらに、本実施形態では、互いに隣接する除去部61の間隔 t は、圧力発生室12の短手方向の幅以上で、且つ圧力発生室12の短手方向の幅の2倍以下となるように形成されている。これは、互いに隣接する除去部61の間隔 t が圧力発生室12の幅よりも小さいと、圧電体非能動部330が圧電体能動部320に追隨して変位する変位量を確保することができず、排除堆積が低下してしまう。また、互いに隣接する除去部61の間隔 t が圧力発生室12の幅の2倍よりも大きいと、圧電体能動部320の長手方向の長さが長くなり、圧電素子300の長手方向の応力集中を緩和することができなくなってしまうからである。

10

【0036】

さらに、本実施形態では、下電極膜60の除去部61に相対向する領域の圧電体層70は、圧電体能動部320の圧電体層70に比べてその膜厚が薄く形成されている。これは、詳しくは後述するが、複数の圧電体膜を積層して圧電体層70を形成した際に、例えば、1層目の圧電体膜を形成してから下電極膜60と圧電体膜とを同時に除去して除去部61を形成し、その後、残りの圧電体膜を積層形成するため、除去部61上に設けられた圧電体層70は、圧電体能動部320の圧電体層70に比べて圧電体膜が1層少なくなる。これにより、圧電体非能動部330の剛性がさらに低下するため、圧電体非能動部330が圧電体能動部320に追隨して変位する変位量を確保することができ、インク吐出特性が低下するのを防止することができる。

20

【0037】

なお、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせてアクチュエータ装置と称する。なお、上述した例では、弾性膜50、絶縁体膜55及び下電極膜60が振動板として作用するが、弾性膜50、絶縁体膜55を設けずに、下電極膜60のみを残して下電極膜60を振動板としてもよい。また、圧電素子300自体が実質的に振動板を兼ねるようにしてもよい。

【0038】

また、圧電素子300の個別電極である各上電極膜80には、インク供給路14側の端部近傍から引き出され、絶縁体膜55上まで延設される、例えば、金(Au)等からなるリード電極90が接続されている。

30

【0039】

このような圧電素子300が形成された流路形成基板10上には、リザーバ100の少なくとも一部を構成するリザーバ部31を有する保護基板30が接着剤35を介して接合されている。リザーバ部31は、本実施形態では、保護基板30を厚さ方向に貫通して圧力発生室12の幅方向に亘って形成されており、上述のように流路形成基板10の連通部13と連通されて各圧力発生室12の共通の液体室となるリザーバ100を構成している。また、流路形成基板10の連通部13を圧力発生室12毎に複数に分割して、リザーバ部31のみをリザーバとしてもよい。さらに、例えば、流路形成基板10に圧力発生室12のみを設け、流路形成基板10と保護基板30との間に介在する部材(例えば、弾性膜50、絶縁体膜55等)にリザーバと各圧力発生室12とを連通するインク供給路14を設けるようにしてもよい。

40

【0040】

また、保護基板30の圧電素子300に対向する領域には、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を有する圧電素子保持部32が設けられている。保護基板30は、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を有していればよく、当該空間は密封されていても、密封されていなくてもよい。

【0041】

このような保護基板30としては、流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料、例えば、ガラス、セラミック材料等を用いることが好ましく、本実施形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

50

【 0 0 4 2 】

また、保護基板 3 0 には、保護基板 3 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔 3 3 が設けられている。そして、各圧電素子 3 0 0 から引き出されたリード電極 9 0 の端部近傍は、貫通孔 3 3 内に露出するように設けられている。

【 0 0 4 3 】

さらに、保護基板 3 0 上には、並設された圧電素子 3 0 0 を駆動するための駆動回路 2 0 0 が固定されている。この駆動回路 2 0 0 としては、例えば、回路基板や半導体集積回路 (I C) 等を用いることができる。そして、駆動回路 2 0 0 とリード電極 9 0 とは、ボンディングワイヤ等の導電性ワイヤからなる接続配線 2 1 0 を介して電氣的に接続されている。

10

【 0 0 4 4 】

また、このような保護基板 3 0 上には、封止膜 4 1 及び固定板 4 2 とからなるコンプライアンス基板 4 0 が接合されている。ここで、封止膜 4 1 は、剛性が低く可撓性を有する材料 (例えば、厚さが $6 \mu\text{m}$ のポリフェニレンサルファイド (P P S) フィルム) からなり、この封止膜 4 1 によってリザーバ部 3 1 の一方向が封止されている。また、固定板 4 2 は、金属等の硬質の材料 (例えば、厚さが $30 \mu\text{m}$ のステンレス鋼 (S U S) 等) で形成される。この固定板 4 2 のリザーバ 1 0 0 に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部 4 3 となっているため、リザーバ 1 0 0 の一方向は可撓性を有する封止膜 4 1 のみで封止されている。

【 0 0 4 5 】

20

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、図示しない外部インク供給手段からインクを取り込み、リザーバ 1 0 0 からノズル開口 2 1 に至るまで内部をインクで満たした後、駆動回路 2 0 0 からの記録信号に従い、圧力発生室 1 2 に対応するそれぞれの下電極膜 6 0 と上電極膜 8 0 との間に電圧を印加し、弾性膜 5 0、絶縁体膜 5 5、下電極膜 6 0 及び圧電体層 7 0 をたわみ変形させることにより、各圧力発生室 1 2 内の圧力が高まりノズル開口 2 1 からインク滴が吐出する。

【 0 0 4 6 】

以下、このようなインクジェット式記録ヘッドの製造方法について、図 4 ~ 図 8 を参照して説明する。なお、図 4 ~ 図 8 は、インクジェット式記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

30

【 0 0 4 7 】

まず、図 4 (a) に示すように、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 を約 1100°C の拡散炉で熱酸化し、その表面に弾性膜 5 0 となる二酸化シリコン膜 5 1 を形成する。なお、本実施形態では、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 として、厚さが約 $625 \mu\text{m}$ と比較的厚く剛性の高いシリコンウェハを用いている。

【 0 0 4 8 】

次いで、図 4 (b) に示すように、弾性膜 5 0 (二酸化シリコン膜 5 1) 上に、ジルコニウム (Z r) 層を形成後、例えば、 $500 \sim 1200^\circ\text{C}$ の拡散炉で熱酸化して酸化ジルコニウム (Z r O ₂) からなる絶縁体膜 5 5 を形成する。

【 0 0 4 9 】

40

次いで、図 4 (c) に示すように、絶縁体膜 5 5 の全面に亘って、白金 (P t) 又はイリジウム (I r) からなる下電極膜 6 0 を形成する。なお、下電極膜 6 0 の形成方法としては、例えば、スパッタリング法又は蒸着法等が挙げられる。

【 0 0 5 0 】

次に、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) からなる圧電体層 7 0 を形成する。ここで、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層 7 0 を得る、いわゆるゾル-ゲル法を用いて圧電体層 7 0 を形成している。なお、圧電体層 7 0 の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛に限定されず、例えば、リラクサ強誘電体 (例えば、 P M N - P T、 P Z N - P T、 P N N - P T 等) の他の圧電材料を用いてもよい。また、圧電体層 7 0 の製造

50

方法は、ゾル - ゲル法に限定されず、例えば、MOD (Metal-Organic Decomposition) 法やスパッタリング法等で圧電体層 70 を形成してもよい。

【0051】

圧電体層 70 の具体的な形成手順としては、まず、図 5 (a) に示すように、下電極膜 60 上に P Z T 前駆体膜である圧電体前駆体膜 71 を成膜する。すなわち、下電極膜 60 が形成された流路形成基板 10 上に金属有機化合物を含むゾル (溶液) を塗布する (塗布工程) 。次いで、この圧電体前駆体膜 71 を所定温度に加熱して一定時間乾燥させる (乾燥工程) 。例えば、本実施形態では、圧電体前駆体膜 71 を 170 ~ 180 で 8 ~ 30 分間保持することで乾燥することができる。

【0052】

次に、乾燥した圧電体前駆体膜 71 を所定温度に加熱して一定時間保持することによって脱脂する (脱脂工程) 。例えば、本実施形態では、圧電体前駆体膜 71 を 300 ~ 400 程度の温度に加熱して約 10 ~ 30 分保持することで脱脂した。なお、ここで言う脱脂とは、圧電体前駆体膜 71 に含まれる有機成分を、例えば、NO₂、CO₂、H₂O 等として離脱させることである。

【0053】

次に、図 5 (b) に示すように、圧電体前駆体膜 71 を所定温度に加熱して一定時間保持することによって結晶化させ、圧電体膜 72 を形成する (焼成工程) 。

【0054】

なお、焼成工程では、圧電体前駆体膜 71 を 650 ~ 750 に加熱するのが好ましく、本実施形態では、700 で 5 分加熱するようにした。このように焼成温度及び焼成時間を所定の範囲とすることで優れた特性の圧電体膜 72 を得ることができる。

【0055】

また、乾燥工程、脱脂工程及び焼成工程からなる圧電体膜形成工程で用いられる加熱装置としては、例えば、赤外線ランプの照射により加熱する RTP (Rapid Thermal Processing) 装置、ホットプレート又は熱拡散炉等が挙げられる。

【0056】

そして、図 5 (c) に示すように、下電極膜 60 上に圧電体膜 72 の 1 層目を形成した段階で、下電極膜 60 及び 1 層目の圧電体膜 72 を同時にパターニングする。これにより、下電極膜 60 に所定の間隔で複数の除去部 61 を形成する。このような除去部 61 は、上述したように、圧力発生室 12 が形成される領域に、所定の間隔で複数形成する。なお、下電極膜 60 及び圧電体膜 72 のパターニングは、例えば、イオンミリングや反応性ドライエッチング (RIE) 等のドライエッチングにより行うことができる。

【0057】

そして、パターニング後、上述した塗布工程、乾燥工程、脱脂工程及び焼成工程からなる圧電体膜形成工程を複数回繰り返すことで、図 5 (d) に示すように複数層の圧電体膜 72 からなる所定厚さの圧電体層 70 を形成する。このとき、図 5 (c) に示す工程で、下電極膜 60 に除去部 61 を形成した際に、1 層目の圧電体膜 72 も同時に除去されているため、圧電体層 70 の除去部 61 に相対向する領域は、その他の領域 (圧電体能動部 320 となる領域) よりも圧電体膜 72 が 1 層少なく形成される。したがって、圧電体層 70 は、除去部 61 に相対向する領域が、その他の領域 (圧電体能動部 320 となる領域) よりも薄く形成されている。

【0058】

なお、例えば、複数層の圧電体膜 72 からなる圧電体能動部 320 の圧電体層 70 の膜厚は約 1 . 1 μm 程度であり、除去部 61 に相対向する領域の圧電体層 70 の膜厚は約 1 . 0 μm 程度となる。圧電体層 70 の膜厚としては、約 1 . 0 ~ 約 5 . 0 μm 程度を用いることができる。

【0059】

このように、圧電体層 70 を形成した後は、図 6 (a) に示すように、例えば、イリジウムからなる上電極膜 80 を流路形成基板 10 の全面に形成した後、図 6 (b) に示すよ

10

20

30

40

50

うに、圧電体層 70 及び上電極膜 80 を、各圧力発生室 12 に対向する領域にパターンニングして圧電素子 300 を形成する。これにより、下電極膜 60、圧電体層 70 及び上電極膜 80 で構成されて実質的に駆動される圧電体能動部 320 と、下電極膜 60 の除去部 61 によって、圧電体層 70 及び上電極膜 80 で構成されて実質的に駆動されない圧電体非能動部 330 とが形成される。

【0060】

次に、リード電極 90 を形成する。具体的には、図 6 (c) に示すように、流路形成基板 10 の全面に亘って、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 を形成後、例えば、レジスト等からなるマスクパターン (図示なし) を介して各圧電素子 300 毎にパターンニングすることで形成される。

10

【0061】

次に、図 7 (a) に示すように、パターンニングされた複数の圧電素子 300 を保持する保護基板用ウェハ 130 を、流路形成基板 10 上に例えば接着剤 35 によって接合する。なお、保護基板用ウェハ 130 には、リザーバ部 31、圧電素子保持部 32 等が予め形成されている。また、保護基板用ウェハ 130 は、例えば、400 μ m 程度の厚さを有するシリコン単結晶基板からなり、保護基板用ウェハ 130 を接合することで流路形成基板用ウェハ 110 の剛性は著しく向上することになる。

【0062】

次いで、図 7 (b) に示すように、流路形成基板用ウェハ 110 を所定の厚みになるように薄くする。

20

【0063】

次に、図 7 (c) に示すように、流路形成基板用ウェハ 110 上にマスク膜 52 を新たに形成し、所定形状にパターンニングする。そして、図 8 に示すように、流路形成基板用ウェハ 110 をマスク膜 52 を介して KOH 等のアルカリ溶液を用いた異方性エッチング (ウェットエッチング) することにより、圧力発生室 12、連通部 13、インク供給路 14 及び連通路 15 を形成する。

【0064】

その後は、流路形成基板用ウェハ 110 の圧力発生室 12 が開口する面側のマスク膜 52 を除去し、流路形成基板用ウェハ 110 及び保護基板用ウェハ 130 の周縁部の不要部分を、例えば、ダイシング等により切断することによって除去する。そして、流路形成基板用ウェハ 110 の保護基板用ウェハ 130 とは反対側の面にノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 を接合すると共に、保護基板用ウェハ 130 にコンプライアンス基板 40 を接合し、これら流路形成基板用ウェハ 110 等を、図 1 に示すような一つのチップサイズの流路形成基板 10 等に分割することによって上述した構造のインクジェット式記録ヘッドが製造される。

30

【0065】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態 1 を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。上述した実施形態 1 では、流路形成基板 10 及び流路形成基板用ウェハ 110 として、結晶面方位が (110) 面のシリコン単結晶基板を例示したが、特にこれに限定されず、例えば、結晶面方位が (100) 面のシリコン単結晶基板を用いるようにしてもよく、また、SOI 基板、ガラス等の材料を用いるようにしてもよい。

40

【0066】

また、これら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 9 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。

【0067】

図 9 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

50

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。

【００６８】

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３に沿ってプラテン８が設けられている。このプラテン８は図示しない紙送りモータの駆動力により回転できるようになっており、給紙ローラなどにより給紙された紙等の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。

10

【００６９】

なお、上述した実施形態１では、液体噴射ヘッドの一例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、液晶ディスプレイ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ディスプレイ、ＦＥＤ（電界放出ディスプレイ）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。

【図面の簡単な説明】

20

【００７０】

【図１】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの概略構成を示す分解斜視図である。

【図２】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図３】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの要部拡大断面図である。

【図４】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【図５】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【図６】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【図７】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【図８】本発明の実施形態１に係る記録ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【図９】一実施形態に係るインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

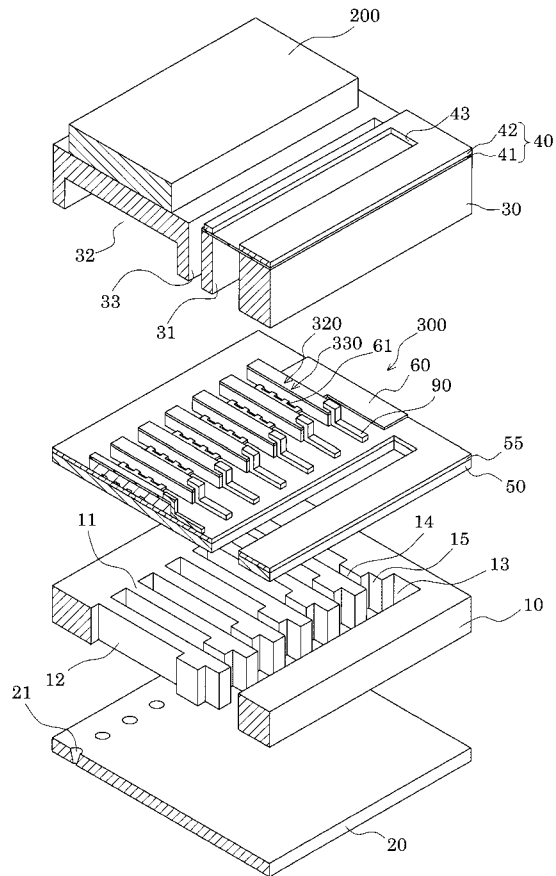
30

【符号の説明】

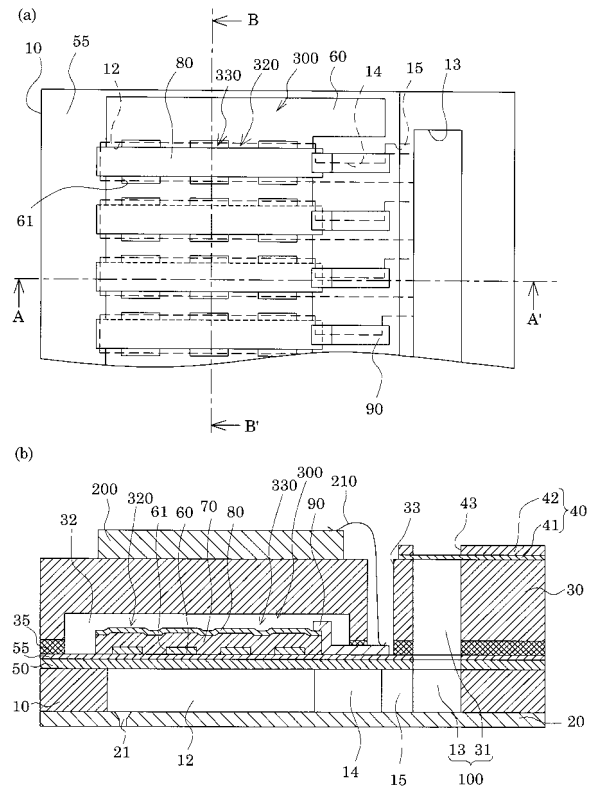
【００７１】

１０ 流路形成基板、 １２ 圧力発生室、 １３ 連通部、 １４ インク供給路、
 ２０ ノズルプレート、 ２１ ノズル開口、 ３０ 保護基板、 ３１ リザーバ部、
 ３２ 圧電素子保持部、 ４０ コンプライアンス基板、 ６０ 下電極膜、 ６１
 除去部、 ７０ 圧電体層、 ７１ 圧電体前駆体膜、 ７２ 圧電体膜、 ８０ 上電
 極膜、 ９０ リード電極、 １００ リザーバ、 １１０ 流路形成基板用ウェハ、
 １３０ 保護基板用ウェハ、 ２００ 駆動回路、 ２１０ 接続配線、 ３００ 圧電
 素子、 ３２０ 圧電体能動部、 ３３０ 圧電体非能動部

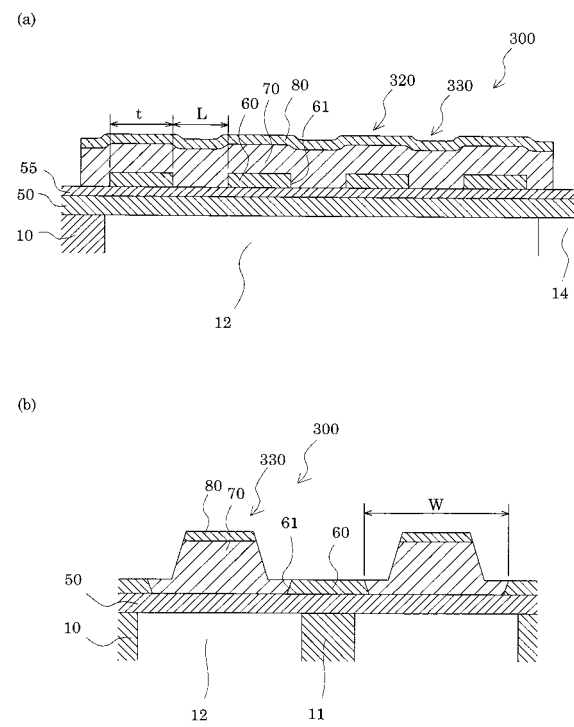
【図 1】



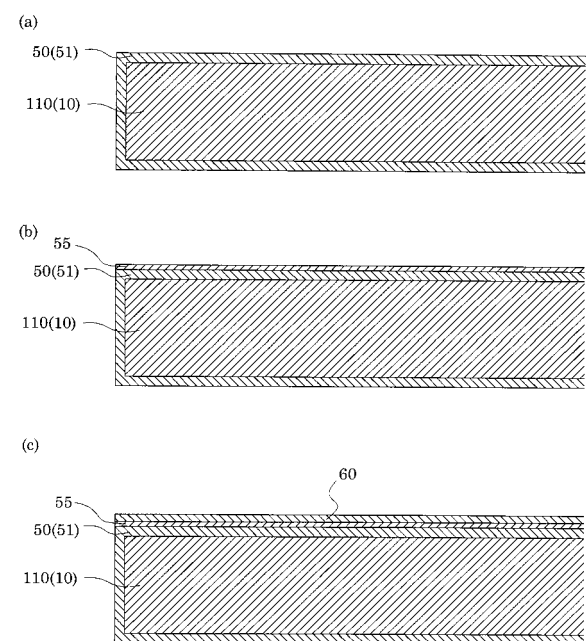
【図 2】



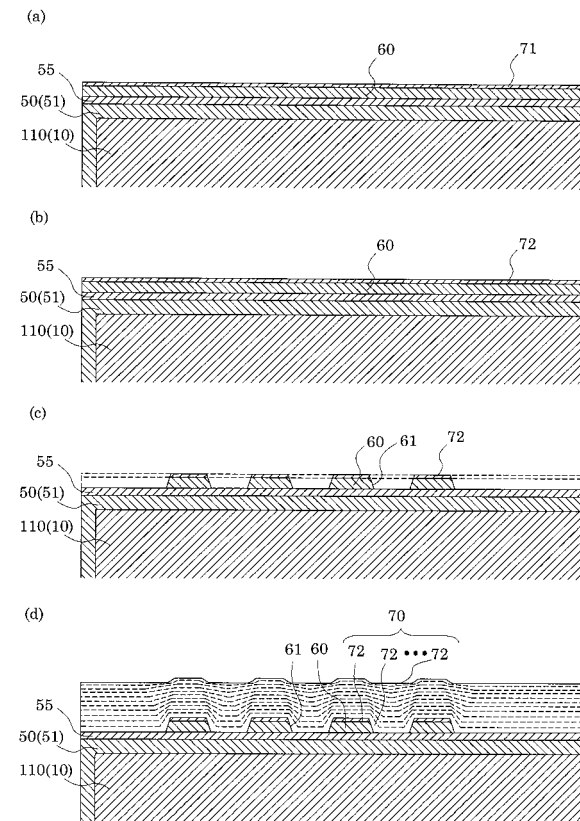
【図 3】



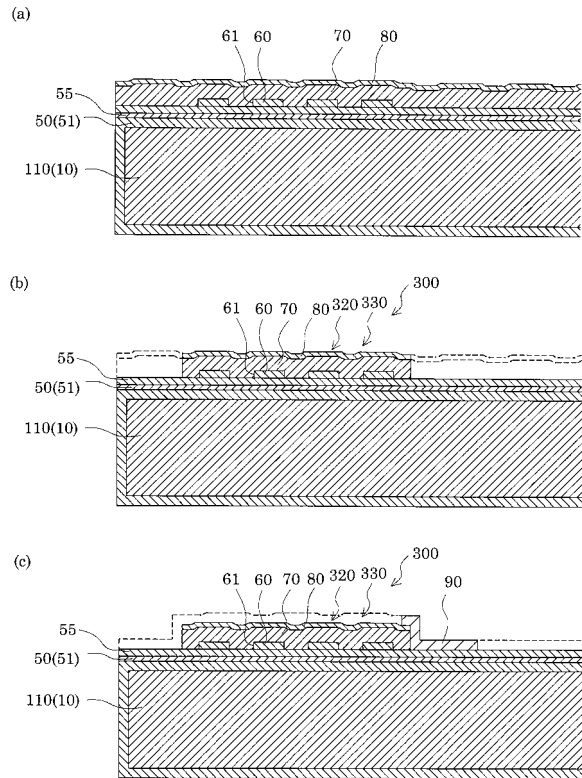
【図 4】



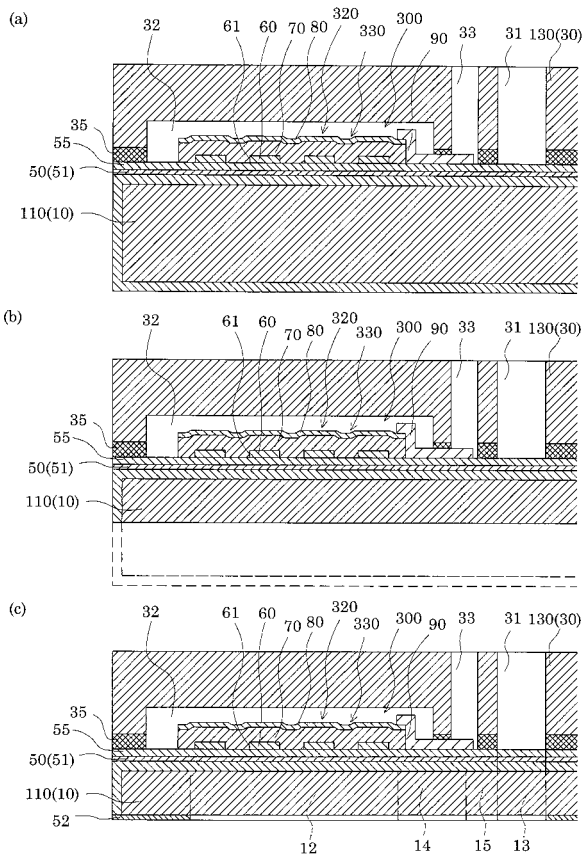
【図 5】



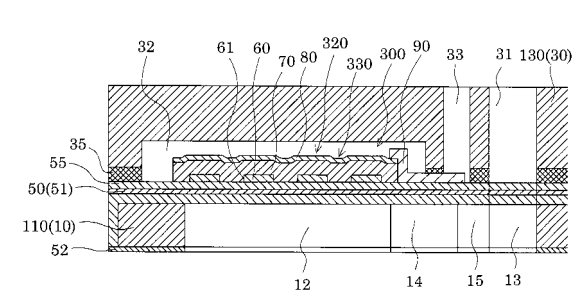
【図 6】



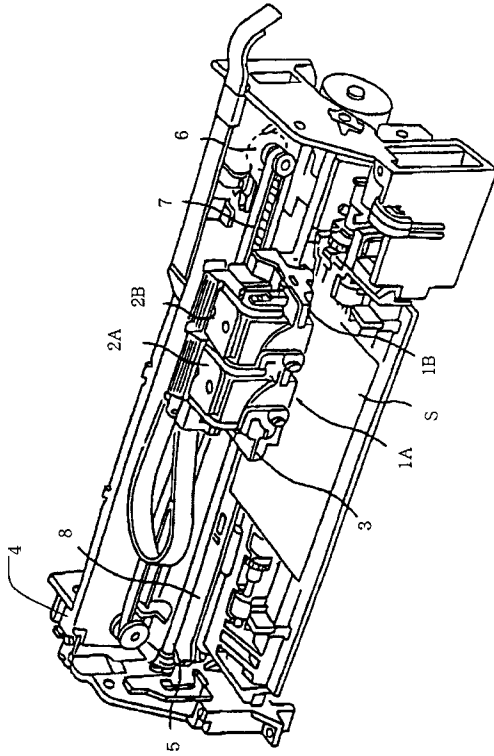
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-008091(JP,A)
国際公開第2005/028207(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J 2/045
B41J 2/055