

(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2006-272948  
(P2006-272948A)

(43) 公開日 平成18年10月12日(2006.10.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 4 1 J 2/045 (2006.01)</b>	B 4 1 J 3/04 1 O 3 A	2 C O 5 7
<b>B 4 1 J 2/055 (2006.01)</b>	B 4 1 J 3/04 1 O 3 H	
<b>B 4 1 J 2/16 (2006.01)</b>		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-328686 (P2005-328686)	(71) 出願人	302057199 リコープリンティングシステムズ株式会社 東京都港区港南二丁目15番1号
(22) 出願日	平成17年11月14日(2005.11.14)	(72) 発明者	飛田 悟 茨城県ひたちなか市武田1060番地 リ コープリンティングシステムズ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2005-60176 (P2005-60176)	(72) 発明者	松藤 良太 茨城県ひたちなか市武田1060番地 リ コープリンティングシステムズ株式会社内
(32) 優先日	平成17年3月4日(2005.3.4)	(72) 発明者	甲田 智彦 茨城県ひたちなか市武田1060番地 リ コープリンティングシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	F ターム(参考)	2C057 AF23 AF40 AF93 AG12 AG33 AG44 AG68 AP02 AP22 AP25 AP28 AP31 AP32 AP34 AP56 AP60 AQ02 BA04 BA14

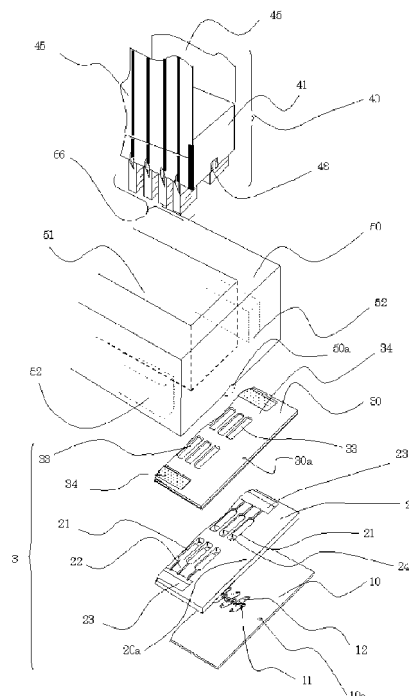
(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 ノズル開口の高密度実装配列、記録ヘッドを構成する部品の加工性と組立性の容易化、及びインク滴の噴射特性の向上を図る。

【解決手段】 複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端がノズル開口へ個別に連通し、かつノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、個々の流路がノズル開口列の垂直方向に対して所定の角度をもって傾斜して配列され、更にノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、連通路の他端が個々に接続されるノズル開口列を介して相対するよう2列に配置された圧力発生室と、この圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートにてインク流路を形成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、個々の流路が前記ノズル開口列の垂直方向に対して所定の角度をもって傾斜して配列され、更に前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記連通路の他端が個々に接続され、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置された圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、該リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

10

## 【請求項 2】

インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記連通路の中心線に対して所定距離離れた位置にその中心線を有し、前記連通路の他端に個々に連通するべくその端部が屈曲している圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、該リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

20

## 【請求項 3】

インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記連通路の他端に個々に連通するべくその端部が先細形状となっている圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、該リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

30

## 【請求項 4】

前記第1のプレートの連通路の幅は、前記第2のプレートの圧力発生室の幅よりも狭く形成されていることを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

40

## 【請求項 5】

前記第2のプレートの圧力発生室は、前記第1のプレートの連通路に接続する領域を貫通穴とし、前記圧電素子のほぼ直下の領域部においては前記第2のプレートの厚さの1/3以下の深さに形成されていることを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

## 【請求項 6】

前記ノズル開口と前記連通路を有する前記第1のプレートは、シリコン単結晶基板をドライエッチングで形成したことを特徴とする請求項1ないし5いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

## 【請求項 7】

50

前記第2のプレートに形成されたインク流路は、面方位(110)を表面とするシリコン単結晶基板を異方性のウェットエッチングし、その外周の辺がシリコン単結晶基板の表面に対して垂直な2つの格子方向<111>をそれぞれ辺とするようにするよう形成したことを特徴とする請求項1ないし6いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項8】

前記圧力発生室及び前記共通のインク流路を有する第2のプレートは、シリコン単結晶基板にドライエッチングにより形成したことを特徴とする請求項1ないし6いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

インク滴を吐出するノズル開口と、それに連通する圧力発生室と、それを封止する振動板とで構成し、該振動板を圧電素子によって変形させて圧力発生室を膨張収縮させてノズル開口からインク滴を吐出させる記録ヘッドは周知の事実としてある。このような記録ヘッドを用いた記録装置では、近年、ノズル開口を更に高密度化して、さらなる高速印刷及び高品質印刷の実現が望まれている。

【0002】

それを実現するために、互いに対向した細長い圧力発生室の先端部に細い流路を設け、それが交差する様に構成された記録ヘッドがある(例えば、参考文献1参照)。また、圧力発生室からノズル開口穴までの連通路を徐々に小さくしたプレートを積層して、実装密度の向上が図れるように構成された記録ヘッドもある(例えば、参考文献2参照)。しかし、これらの圧力発生室からノズル開口への流路部は、複数枚のプレートが積層されて形成されている。そのため、積層接着の際にプレート間のズレが発生し、個々の圧力発生室などの流路の体積が異なり、各ノズル開口からのインク滴の噴射特性にバラツキが発生し易い。

20

【0003】

また、プレート間を接着剤で固着する場合は、積層枚数が多いほど接着剤のはみ出しが多くなり、流路部のインクの流れを乱す原因となる。場合によっては、キャピテーション現象を誘発し気泡を発生させ、インク滴が噴射できなくなるという現象を引き起こすことになる。

30

【0004】

さらに、細長い圧力発生室の一端を幅狭として、その圧力発生室を千鳥状に形成し、その幅狭部が交差するように配置して、ノズル開口を高密度に配列することが開示されている(例えば、参考文献3参照)。開示された技術のアクチュエータは、薄膜の圧電素子を具備しているが、圧電材料と導電材料を交互に積層して形成された圧電素子を使用する場合、千鳥状に配置された圧力発生室に対向する圧電素子も千鳥状に配置しなければならない。つまり、個々の圧電素子に分割した圧電素子群を夫々1/2ピッチずらして配置する必要があり、高精度の位置合わせが必要とされる。また、2本のバルク状の圧電素子を1つの基台に並列に並べ、圧力発生室の1/2のピッチで分割した圧電素子を交互に使用する方法があるが、圧電素子の分割ピッチが多くなれば加工時間を要し、かつ高ピッチになればなるほど分割するダイシングソーの加工精度も高精度が要求される。

40

【0005】

この改善策として、互いに対向する圧力発生室の先端部を幅狭として交差するように配置することでノズル開口の実装密度を高める手段が開示されている(例えば、参考文献4参照)。幅狭部はノズル開口の実装密度が高くなるほど狭くなる。その幅狭部に別部品で形成されたノズル開口を有するノズルプレートを張り合わせることになる。このため、前記幅狭部とノズル開口部との位置ズレの裕度は小さく、非常に高精度な位置決めが必要となる。隣接ノズル駆動に伴うクロストーク防止のために隣接ノズルの同時駆動を避けて、所定の遅れ時間を設けて駆動する場合、ノズル位置をその分シフトする必要がある場合、ノズルプレートばかりでなくチャンバプレートもシフト量に応じて、再度、製作しなけ

50

ればならないという課題が生じる。

【0006】

【特許文献1】特開昭62-111758号公報

【0007】

【特許文献2】特開平7-195685号公報

【特許文献3】特開2002-205394号公報

【特許文献4】特開2004-181798号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上に述べたインクジェット式記録ヘッドでは、複数枚のプレートが積層されて形成されているため、積層接着の際にプレート間のズレが発生し、個々の圧力発生室毎に流路の体積が異なり、各ノズル開口からのインク滴の噴射特性にバラツキが発生し易い。また、プレート間を接着剤で固着する場合は、積層枚数が多いほど接着剤のはみ出しが多くなり、流路部のインクの流れを乱す原因となる。また、千鳥状に形成した圧力発生室のノズル開口側部を交差するように配置してノズル開口の実装密度を高めても、圧力発生室に対応した夫々の圧電素子も千鳥状に配置したり、対向したバルク状の圧電素子を1/2ピッチで分割し交互に使用する必要がある。しかし、圧電素子の分割ピッチが多くなれば加工時間を要し、かつ高ピッチになればなるほど分割するダシングソーの加工精度も高精度が要求される。更に、互いに対向する圧力発生室の先端部を幅狭として交差するように配置してノズル開口の実装密度を高めても、その幅狭部に別部品で形成されたノズル開口を有するノズルプレートを張り合わせるため、前記幅狭部とノズル開口部を高精度の位置決めする必要がありという課題がある。

10

20

【0009】

また、従来のようにノズルと圧力発生室とが直接的に連通している構成、特にヘッドを複数のプレートの積層により形成するものにおいては、液滴吐出後のインクがノズル開口から溢れ出るといった問題があった。このような従来型ヘッドでは、ヘッドの有するイナータンスや流体抵抗のコントロールをノズル開口とリストラクタの設計変更のみで対応していた。しかし、ノズル開口の設計変更は吐出量を左右するため、大きな変更を行うことは難しい。一方、リストラクタ側で流体抵抗を大きくしてインクの溢れ出しを防止することは比較的容易であるが、高い周波数で連続的にインクを吐出したときに圧力発生室へのインク供給が間に合わなくなり、高速記録の実現には結びつかない。

30

【0010】

本発明はこれらの問題を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、記録ヘッドを構成する部品の加工性・組立性を容易化し、インク滴の噴射特性のバラツキを低減し、クロストークの低減を図り、さらに、ノズルの高密度実装化とともに高品質印刷を実現できるプレート積層型のインクジェット式記録ヘッドを提供することである。

【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請求項1に記載の発明は、インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、個々の流路が前記ノズル開口列の垂直方向に対して所定の角度をもって傾斜して配列され、更に前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記連通路の他端が個々に接続され、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置された圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストラクタと、該リストラクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とする。

40

50

## 【0012】

上記課題を解決する本発明の請求項2に記載の発明は、インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記連通路の中心線に対して所定距離離れた位置にその中心線を有し、前記連通路の他端に個々に連通するべくその端部が屈曲している圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、該リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とする。

10

## 【0013】

上記課題を解決する本発明の請求項3に記載の発明は、インク滴が吐出する複数のノズル開口が配列されたノズル開口列と、その一端が前記ノズル開口へ個別に連通する流路であって、かつ前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記ノズル開口側で双方の列の流路が互いに交差するように形成された連通路とを有する第1のプレートと、前記ノズル開口列を介して相対するよう2列に配置され、前記連通路の他端に個々に連通するべくその端部が先細形状となっている圧力発生室と、該圧力発生室に個々にインクを供給するリストリクタと、該リストリクタに連通する共通のインク流路とが形成された第2のプレートと、前記圧力発生室を封止する振動板を有する第3のプレートと、前記圧力発生室の振動板に個々に当接する駆動素子を有する圧力発生手段と、前記第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートを保持する支持部材を有することを特徴とする。

20

## 【0014】

本発明の請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記第1のプレートの連通路の幅が、前記第2のプレートの圧力発生室の幅よりも狭く形成されていることを特徴とする。

## 【0015】

本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記第2のプレートに形成された前記圧力発生室が、前記第1のプレートの連通路に接続する領域を貫通穴とし、前記圧電素子のほぼ直下の領域部においては前記第2のプレートの厚さの1/3以下の深さに形成されていることを特徴とする。

30

## 【0016】

本発明の請求項6に記載の発明は、請求項1ないし5いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記ノズル開口と前記連通路を有する前記第1のプレートが、シリコン単結晶基板のドライエッチングで形成されていることを特徴とする。

## 【0017】

本発明の請求項7に記載の発明は、請求項1ないし6いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記第2のプレートに形成されたインク流路が、面方位(110)を表面とするシリコン単結晶基板を異方性のウェットエッチングし、その外周の辺がシリコン単結晶基板の表面に対して垂直な2つの格子方向<111>をそれぞれ辺とするようにするよう形成されていることを特徴とする。

40

## 【0018】

本発明の請求項8に記載の発明は、請求項1ないし6いずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室及び前記共通のインク流路を有する第2のプレートが、シリコン単結晶基板のドライエッチングで形成されていることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0019】

本発明の請求項1ないし請求項3に記載の発明によれば、記録ヘッドのインク流路を形

50

成する基板を複数のノズル開口と千鳥状に形成された連通路を有する第1のプレート、連通路に対応し互いに対向した圧力発生室を有する第2のプレート及び前記圧力発生室を封止する第3のノズルプレートで構成したので、プレート間のズレの累積を少なくできるとともに第1のプレートに形成された連通路の幅を圧力発生室の幅より狭く形成したのでプレート間のズレの許容幅を大きく取れるようにしたのでインク滴の噴射特性のバラツキ低減できる。

【0020】

また、ノズル開口と圧力発生室との間に連通路を設けたので、ノズル開口と連通路のイナータンスや流体抵抗を直列(ひとつの流体系の範疇)で考えることができ、ノズル開口からリストラクタまでの流路形状で決まるヘルムホルツ振動の周期及び減衰を決定する時

10

【0021】

更に、第2のプレートに形成された圧力室は、互いに対向するように配置されているので、ノズル開口のピッチの2倍で製作可能であり、流路の加工が容易となる。また、それに対応した圧電素子も互いに対向するように一体で構成することが可能となり、記録ヘッドを構成する部品の加工性・組立性の容易化できる。

20

【0022】

特に本発明の請求項2に記載の発明によれば、第2のプレートに形成された圧力発生室の連通路との連通領域が屈曲するように構成されているので、連通路を傾斜させて形成する場合の微細加工に比べ加工性が向上するという効果がある。

【0023】

また、本発明の請求項3に記載の発明によれば、圧力発生室が連通路に接続される部位を前記連通路に向かって先細形状となるように構成したので、気泡の排除性が高まり、記録ヘッドの吐出信頼性の向上が図れるうえ、ノズル開口の実装密度を高めることができるという効果も得られる。

30

【0024】

本発明の請求項4に記載の発明によれば、第1のプレートの連通路の幅を圧力発生室の幅よりも狭く形成したので、ノズル開口へ向かうインクの流速が高くすることができるので、気泡の排除性を高めることができる。

【0025】

本発明の請求項5に記載の発明によれば、第2のプレートに形成された前記圧力発生室は、前記第1のプレートの連通路に接続する領域を貫通穴とし、前記圧電素子のほぼ直下の領域部においては前記第2のプレートの厚さの1/3以下の深さに形成されているので、圧電素子の変位する際の発生力を剛性の高い第2のプレートにより支持することができるので、構造的なクロストークの低減を図ることができる。

40

【0026】

本発明の請求項6に記載の発明によれば、ノズル開口と連通路を有する第1のプレートをシリコンウエハーのドライエッチング法で一体形成するようにしたので、ノズル開口と連通路との位置精度の向上を図れる。

【0027】

本発明の請求項7あるいは請求項8に記載の発明によれば、更に、チャンパープレートもシリコンウエハーを有する第2のプレートをドライエッチングまたはウェットエッチングにより形成することにより、各部位の寸法精度を1~数 $\mu\text{m}$ で管理することができ、共通のインク室からノズル開口までを高精度に製造することができる。

【0028】

50

以上の通り、本発明により構成された記録ヘッドを使用することでノズルの高密度化と高品質印刷を実現する記録ヘッドの提供が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

インクジェット式記録ヘッドのノズル開口の高密度化に伴う加工性・組立性の容易化して噴射特性を向上するという課題を、ノズル開口を有するノズルプレート上に形成した連通路を千鳥状に配置形成することで容易に実現できた。

【実施例1】

【0030】

図1は、本発明の一例を示す分解斜視図であり、図2はその断面図である。図3はノズルプレート10と、チャンパープレート20を重ねた時の流路形状を示す平面図である。 10

【0031】

図において、記録ヘッド1は、インク滴が吐出される複数のノズル開口穴11と圧力発生室21に連通する連通路12を有する第1のプレートであるノズルプレート10と、圧力発生室21、リストラクタ22及び共通インク室23が形成された第2のプレートとなるチャンパープレート20と、圧力発生室21を封止する薄板の振動領域となる振動板31とフィルタ34を有する第3のプレートであるダイアフラムプレート30とを積層固着した流路基板3と、ダイアフラムプレート30に当接固着し、振動板31を介して圧力発生室の容積を膨張収縮させる圧電アクチュエータ40と、流路基板3を保持固定し、圧電アクチュエータ40を挿入する開口穴51を有するハウジング50で構成されている。 20

【0032】

ノズルプレート10は、面方位(110)のシリコン単結晶基板を用い、ドライエッチングによりノズル開口11と圧力発生室21に連通する連通路12とを形成する。ノズル開口11は、一列に等ピッチで配置されていて、本例の場合、1/200インチで形成されている。さらにノズルプレート10には、細長い連通路12が形成され、その長手方向の一端にはノズル開口11が連通し、他端は圧力発生室21に連通する。また、連通路21はほぼ1列に並んだ複数のノズル開口11の列を介して相対するように2列に配置され、ノズル開口11の配列方向と垂直方向の方向に対して所定角度の傾きをもって千鳥状に配置されている。このときの連通路12の幅は、圧力発生室21の流路幅よりも狭く、また、ノズル開口11の形状は段差を設け、徐々にインクの流路が狭くなるように形成することが望ましい。流路を徐々に狭くしていくことで、インクの流れによるキャビテーションによる気泡の発生及び気泡の滞留を防止でき、より安定したインク滴の吐出を確保できる。また、どんなに精度よく加工できても僅かに部品公差が存在する。従来構成のように、チャンパープレート20側にこの連通路12に相当する流路を設けると、最も微細な開口部分であるノズル開口11と連通路12の位置合わせ精度が厳しくなる。これに対して、本発明によれば、最も位置合わせ精度を要求されるノズル開口11と連通路12とを予め第1のプレート上に形成し、これにチャンパープレート20が形成されている第2のプレートと接合するようにしたので、連通路12と圧力発生室21との流路幅の差がノズル開口11の最大径と連通路12の幅との関係よりは十分大きくとれてズレの影響を解消することができ、ズレに対するマージンの向上が図れる。更に、ノズル開口11は円筒形状で、連通路12はある程度の流路長さをもっているものの縦横のアスペクト比は圧力発生室21に比較し十分に小さいので、より高精度に加工することができる。 30 40

【0033】

図4は、第1のプレートとなるオリフィスプレート10の製造方法を示す。まずシリコンの単結晶基板であるシリコンウエハー10の表面に熱酸化法などで酸化シリコン膜15を形成し、ノズル開口11への入り口の段差部となる領域の形状に合わせてフォトリソグラフィ法によりパターンニングを行い、段差部領域の酸化シリコン膜を完全に除去する。なお酸化シリコン膜15のエッチングは、フッ素とフッ化アンモニウムとの混合液によって行う。また、ノズル開口11の表面となる側の酸化シリコン膜を保護するために、酸化シリコン膜のエッチングの際にはレジスト材を全面に塗布しておく。そして、ノズル開口 50

11の入り口となる段差部のシリコンを必要な深さまでのドライエッチングを行う(図4(a))。次に、連通路12となる領域の酸化膜の除去を行う(図4(b))。そして、ドライエッチングにより必要な深さまでエッチングを行う(図4(c))。エッチングを実施した面を酸化膜にてマスクし(図4(d))、ノズル開口11へノズル側となる面にノズル開口11となる形状に合わせて酸化シリコン膜を完全に除去する(図4(e))。ノズル開口部が貫通するまでエッチングを行い(図4(f))、最後に酸化膜を全て除去し、ノズルプレート10が完成する。完成されたノズルプレート10のインク滴が吐出する側の面にインクの濡れ性を改善する目的で撥インク処理を施しても良い。

#### 【0034】

第2のプレートとなるチャンバプレート20も同様に面方位(110)のシリコン単結晶基板をドライエッチングにより製作し、細長い圧力発生室21、リストラクタ22及び共通のインク室23を形成する。圧力発生室21は2列に配置され、夫々の列の圧力発生室21は長手方向の中心延長線上でノズル開口11の列を介して対向している。大きな容積を必要とする圧力発生室21のピッチはノズル開口11のピッチの倍ピッチで形成することができ、加工性の容易化及び精度向上が図れる。

10

#### 【0035】

また、第2のプレートの圧力発生室21が互いに対向する側は、連通路12と接続されるように貫通穴24が開いており、他端側にはリストラクタ22が連通されている。リストラクタ22は、圧力発生室21の容積が膨張するとき共通のインク室23からのインクの流入する量、及び圧力発生室21の容積を縮小してインク滴を吐出するとき圧力発生室21から逆流する量を最適化するために、圧力発生室21の流路断面積よりも流路を狭く形成することが良い。また、リストラクタ22は、最適な流体抵抗を得るために細い溝を少なくとも2本以上形成したりしても良い。

20

#### 【0036】

第1のプレート、第2のプレート及び第3のプレートで形成される流路基板3は、圧電アクチュエータ40の伸縮時の変位によって発生する圧力によって変形するので、流路基板3全体としてはある程度の剛性を要する。流路基板3を形成する第2のプレートとなるチャンバプレート20の厚みも厚いほうが良い。この場合、圧力発生室22の全体を貫通させる構造とすると流路基板3の剛性が低下し、構造的なクロストークを引き起こす。従って、チャンバプレート20の板厚を厚くして、板厚の1/3程度で、リストラクタ22の深さと同等の深さの圧力発生室21を形成すると共に、ノズル開口11とは細長い貫通穴24で連通路12に接続すると良い。このような複雑な構成でもシリコンの単結晶基板をドライエッチングで加工することにより高精度に形成することは容易である。

30

#### 【0037】

第3のプレートとなるダイアフラムプレート30は、本例では薄板のポリイミド31に薄板のステンレス32を積層密着したプレートを、振動板33となる領域と共通のインク室23及び共通インク室52となる領域の薄板ステンレス32をエッチングして、ポリイミド31部を露出させる。そして、共通インク室の領域は複数の開口穴を形成し、フィルタ34として使用する。フィルタ34の穴径は、ノズル開口11の穴径よりも小さくすることが望ましく、例えば、ノズル開口11の穴径が、30 $\mu\text{m}$ であれば20 $\mu\text{m}$ 程度以下の穴径であることが望ましい。このフィルタ34により上位のインク流路から、例えばハウジング50内に配設された共通のインク流路52などから流れてくる異物をトラップすることができ、ノズル開口11までの微細な流路を詰まらせることを防止でき、インク滴噴射の信頼性を高められる。また、フィルタ34は、ダイアフラムプレート30と一体化しなくても、新たにフィルタプレートなるものを準備して、ダイアフラムプレート30とハウジング50との間に設けても良い。

40

#### 【0038】

振動板33となるポリイミド31の板厚は5~20 $\mu\text{m}$ と薄く、圧電アクチュエータ40の伸縮に十分変位可能なものとなっている。また、ステンレス32の板厚は20~30 $\mu\text{m}$ と比較的高剛性を有する厚さとなっている。この剛性により共通インク室23からイ

50



ンクが供給される通路となるリストラクタ 22 を封止保持できるようにしている。また、ダイアフラムプレート 30 は、ポリイミドプレート 31 とステンレスプレート 32 を密着させた状態で使用しているが、夫々を別々の部品とし、例えば前記ポリイミドプレート 31 の代わりに、例えば 10  $\mu\text{m}$  以下の薄板のステンレスプレートやニッケルエレクトロフォォーミングにより薄板を形成したものをを用いてもよい。ダイアフラムプレート 30 は、インク流路を決定するものではないから、振動板 33 となるポリイミドプレート 31 とステンレスプレート 32 を別々の部品として扱っても同じ効果を得ることができる。更には、ノズルプレート 10 やチャンパープレート 20 と同様にシリコン基板をエッチングして形成しても良い。

#### 【0039】

前述したように、第 1 のプレートであるノズルプレート 10 と、第 2 のプレートであるチャンパープレート 20 と、第 3 のプレートであるダイアフラムプレート 30 を積層、固着して流路基板 3 を形成する。各プレートの固着方法は接着剤を用いても良い。また、ノズルプレート 10 とチャンパープレート 20 はシリコン単結晶基板であることから陽極接合にて固着も可能であり、更にダイアフラムプレート 30 も同材料で形成すれば、第 1 ないし第 3 のプレートを一体で陽極接合できる。

#### 【0040】

このように、インク流路を形成する部材を高精度の加工が容易な方法で形成し、かつ積層する枚数を少なくすることは、インク流路の累積バラツキを小さくすることができる。

#### 【0041】

次に圧電アクチュエータ 40 の製造方法について、図 5 を用いて説明する。導電材料 62 と圧電材料 63 を交互に積層した棒状の 2 本の圧電体 60 を平行に支持基板 41 の一端面に固着する。圧電体 60 の側面には圧電体 60 の内部の導電材料 62 層と導通する様に外部電極 64 が対向する面に形成されている。支持基板 41 はその中央部に溝 48 が形成されており、圧電体 60 の共通電極となる電極 42 が導電性接着剤 65 a で接続され、個別電極となる電極 43 が圧電体 60 の外部電極 64 と導電性接着剤 65 b にて接続される(図 5 (a))。本例の場合は、共通電極 42 と個別電極 43 が予めスクリーン印刷法等によって印刷されている。次に、ダシングソーやワイヤーソウなどのスライサーを用いてこれら 2 本の圧電体 60 を等ピッチに櫛歯状にして、個別電極 43 側を個別に分離し、共通電極 42 側を支持基板 41 の溝 68 内の導電性接着剤 65 a 接続した状態にする。これにより、夫々に分離された圧電素子 66 が個別のアクチュエータとして動作出来るようになる(図 5 (b))。櫛歯状に分離された圧電素子 66 は、圧力発生室 21 に対応するように同一ピッチで加工されている。最後に、夫々の個別電極 43 と及び共通電極 42 をフレキシブルケーブル 45 に接続し、圧電アクチュエータ 40 が完成する(図 5 (c))。

#### 【0042】

本例では、1 つの支持基板 41 に 2 つの圧電体を取り付けたが、図 9 に示すように 1 つの支持基板 41 a と 1 列の圧電体 60 とで形成した圧電アクチュエータ 40 a を、中間支持部材 48 を介して抱き合わせるようにしても良い。このようにすることで、互いに対向した圧力発生室 21 に対応した圧電素子 66 を同時に加工することが可能となり、安価な圧電アクチュエータ 40 a を提供することができる。

#### 【0043】

ハウジング 50 は、圧電アクチュエータ 40 を挿入する開口穴 51 と、チャンパープレート 20 に形成された共通のインク室 23 に接続される共通のインク流路 52 が形成されている。インクは、外部の図示していないインクボトルより図示していない供給路を經由して共通のインク流路 52 に貯留され、前記フィルタ - 34 を經由して共通のインク室 23 にも貯留される。

#### 【0044】

ハウジング 50 と流路基板 3 とは、図 1 に示すように、夫々に設けられた位置決め穴 10 a、20 a、30 a、50 a を基準に固着する。そして、ハウジング 50 の開口穴 51

10

20

30

40

50

より圧電アクチュエータ40が挿入され、振動板33に当接固着される。この様に構成された記録ヘッド1は、ノズルを高密度に配置することができる。また、ノズル開口11のピッチに対して圧力発生室21及び圧電素子66のピッチはその倍ピッチで構成できるので製造加工が容易となる。

#### 【0045】

以上のように構成された記録ヘッド1における連通路12は、圧力発生室21とは独立しているので流路形状に影響されにくく、連通路12の深さ、幅、長さなど流路形状に自由度もてる。ノズル開口11は一般的にテーパ状を有したり、噴射口に向かって徐々に径が小さくなるように構成されている。

#### 【0046】

例えば、ノズル開口11のピッチが200dpi(ドット/インチ)で配列された板厚50~100 $\mu$ mのノズルプレート10において、インク吐出面側の径が25 $\mu$ mとすると、連通路12側の開口径は約2倍以上の50~70 $\mu$ mで形成されている。つまり、連通路12の幅は連通路側の開口径とほぼ同等の50~70 $\mu$ mの幅まで狭めることができる。一方、ノズル圧力発生室21は約2倍の100dpiピッチで形成されているので、圧力発生室21の幅を少なくとも0.15mmは確保できるので、連通路12の幅とのずれ許容値を大きくとることができる。つまり、組立て精度を緩めることができる。

#### 【0047】

また、ノズル開口11と連通路12のイナータンスや流体抵抗を直列として考えたとき連通路12の寸法に幅もてるので、ノズル開口11からリストリクタ22までの流路形状で決まるいわゆるヘルムホルツ振動の周期及び減衰を決定する時定数パラメータ数を多く付与することが可能となり、インク滴の噴射特性の微調整にも有効に活用できる。

#### 【実施例2】

#### 【0048】

図6は、本発明の別の実施例を示す各流路基板の平面図である。オリフィスプレート10内に形成された連通路12aは、ノズル開口11の配列に対して相対するように2列に配置され、ノズル開口11の中心線上に細長く形成されている。かつ、夫々の連通路12aの列はノズル開口11近傍でオーバーラップするように千鳥配置されている。また、チャンパプレート20に形成された圧力発生室21aは、ノズル開口11の配列に対して相対するように2列に配置されている。このとき、圧力発生室21aの長手方向の中心線と連通路12aの長手方向の中心線とはほぼノズル開口11の配列ピッチの1/2程度ずれて配列されている。従って、圧力発生室21aの夫々の列の互いに対向する側の先端部(本例では貫通穴24aに相当)は連通路12a側に向かって屈曲している。これにより連通路12aは、チャンパプレート20に形成された互いに対向する圧力発生室21aの傾斜部先端で連通される。このように連通路12aへの導入路を緩やかなカーブとすることでインクの流れをスムーズにすることができる。このときの圧力発生室21aの流路幅は、インク充填の際に気泡除去性を上げるため千鳥に配列された1対の連通路12aの幅と同等以上であることが望ましい。以上のような構成においても得られる効果は実施例1と同じである。

#### 【0049】

また、連通路12aに接続する圧力発生室21aは、連通路12aに向かって流路幅が狭くなるように構成することで、さらに気泡の排除性を高めることができる。

#### 【0050】

以上の説明におけるノズルプレート10及びチャンパプレート20は、シリコン基板を用いているが、夫々をセラミックでの成形やモールド樹脂による微細成形が可能であれば、それでも良い。また、ステンレスプレートをエッチングして形成することも可能であるが、いずれも精度の面で難しさがありシリコン基板を用いることが望ましい。また、アクチュエータは、積層タイプの圧電体を用いているが、圧電体の内部に形成された電極の方向に伸縮するものであっても、電極に対し垂直に伸縮する圧電体であっても良い。

#### 【実施例3】

## 【 0 0 5 1 】

図 7 は、本発明の更に別の実施例を示す各流路基板の平面図である。本例では、チャンパープレート 20 の流路を形成する手段として、面方位 ( 1 1 0 ) を表面とするシリコン単結晶基板を異方性のウェットエッチングを行って形成した。図 8 に示すように、面方位 ( 1 1 0 ) を表面とするシリコン単結晶基板を異方性のウェットエッチングを行なった場合に現れる面 A、B、C のうち、( 1 1 0 ) 面に対して垂直となる格子方向 < 1 1 1 > ( 図中、線 A 及び B により示す面 ) で、図 7 に示したように線 A が辺 1 6、1 7、線 B が辺 1 8、1 9 とするよう異方性のウェットエッチングを行なうと、平行四辺形の凹部が形成される。その凹部外周の辺がシリコン単結晶基板の表面に対して垂直な 2 つの格子方向 < 1 1 1 > として夫々の辺とするようにすると、圧力発生室 2 1 a は平行四辺形の流路として形成される。この方法での成形も非常に高精度に加工することが出来る。

10

## 【 0 0 5 2 】

チャンパープレート 20 に形成された互いに対向する圧力発生室 2 1 b は、平行四辺形として形成された貫通穴 2 4 b の鋭角部がノズルプレート 10 に形成された連通路 1 2 b に接続される。このように、ドライエッチングで成形した第 1 のプレートと異方性のウェットエッチングで成形された第 2 のプレートにて流路を構成することで、お互いの位置精度の向上も図れ、かつ圧力発生室 2 4 b が前記連通路 1 2 b に向かうに従って流路が狭くなるように構成できるので気泡の排除性を高めることが可能となり、インク滴を吐出するヘッドの信頼性向上を図ることが可能となる。

## 【 産業上の利用可能性 】

20

## 【 0 0 5 3 】

本発明のインクジェット式記録ヘッドによれば、ノズル開口が高密度化することができコンパクトなヘッド構成が可能となるので高速印刷が可能で、かつ微小インク滴の噴射が可能となり高精細な印刷品質を得ることができ、オフィスユースの印刷装置から産業用の印刷分野への用途拡大が可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 4 】

【 図 1 】本発明のインクジェット式記録ヘッドを示した斜視図である。

【 図 2 】本発明のインクジェット式記録ヘッドの流路部の部分断面図である。

【 図 3 】本発明のノズルプレートとチャンパープレートの組み合わせ平面図である。

30

【 図 4 】本発明のノズルプレートの製造方法を示す図である。

【 図 5 】本発明のインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータ製造方法を示す図である

【 図 6 】本発明の他の例となる記録ヘッド流路部を示す平面図である。

【 図 7 】本発明の他の例となる記録ヘッド流路部を示す平面図である。

【 図 8 】( 1 1 0 ) 立方晶のシリコン単結晶基板を異方性のウェットエッチングしたときに現れる面を示す模式図である。

【 図 9 】本発明で使用される圧電アクチュエータを中間支持部材に取り付けた場合の斜視図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 5 】

40

1	記録ヘッド
3	流路基板
10	ノズルプレート
10 a、20 a、30 a、50 a	位置決め穴
11	ノズル開口
12、12 a、12 b	連通路
15	シリコン膜
16、17、18、19	辺
20	チャンパープレート
21、21 a、21 b	圧力発生室

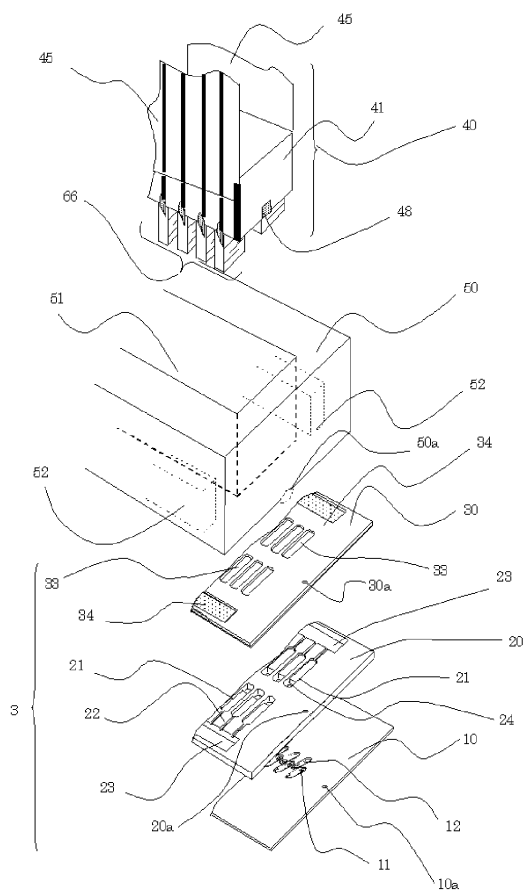
50

- 2 2 リストリクタ
- 2 3 共通のインク室
- 2 4、2 4 a、2 4 b 貫通穴
- 3 0 ダイアフラムプレート
- 3 1 ポリイミドプレート
- 3 2 ステンレスプレート
- 3 3 振動板
- 3 4 フィルタ
- 4 0、4 0 a 圧電アクチュエータ
- 4 1、4 1 a 支持基板
- 4 2 共通電極
- 4 3 個別電極
- 4 5 フレキシブルケーブル
- 4 8 溝
- 5 0ハウジング
- 5 1 開口穴
- 5 2 共通のインク流路
- 6 0 圧電体
- 6 2 導電材料
- 6 3 圧電材料
- 6 4 外部電極
- 6 5 a、6 5 b 導電性接着材
- 6 6 圧電素子

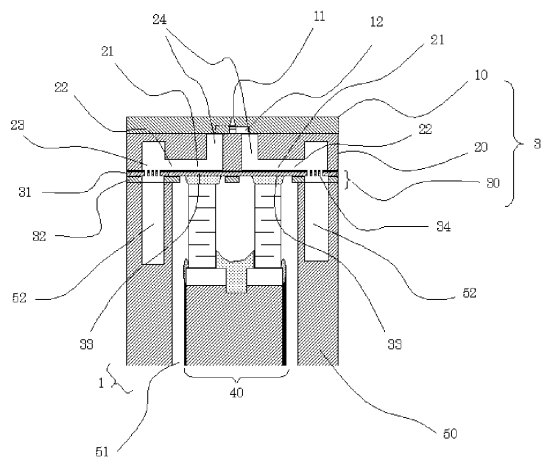
10

20

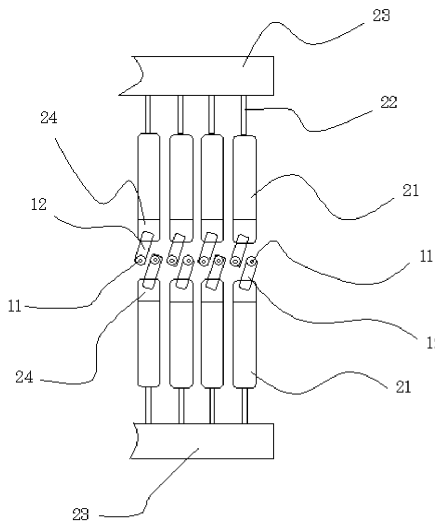
【図 1】



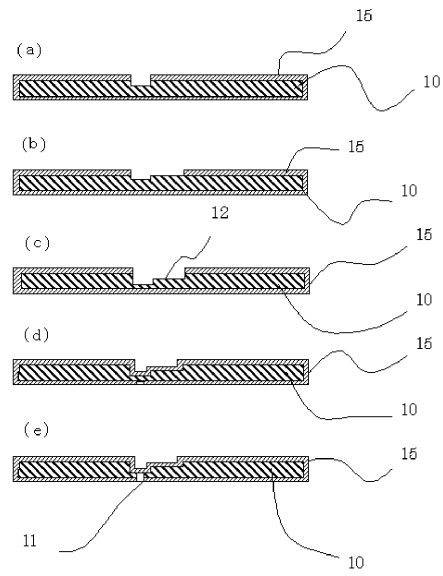
【図 2】



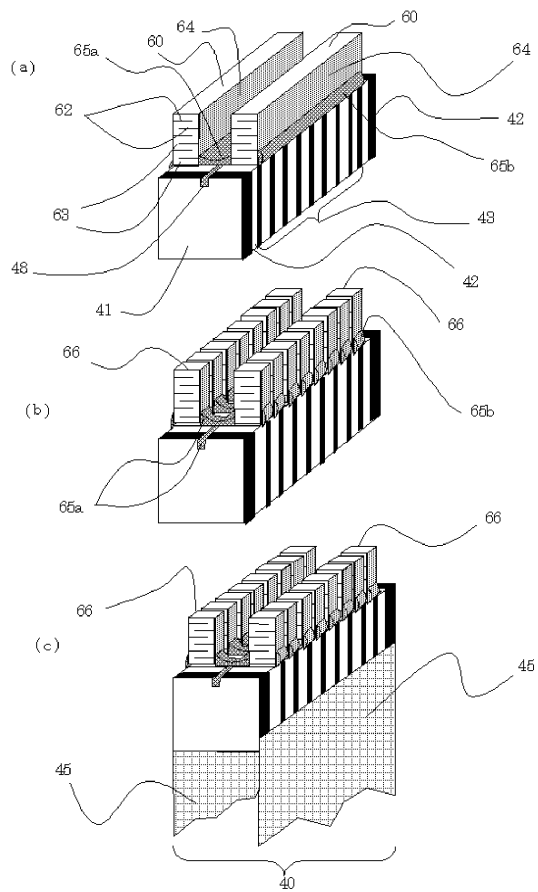
【 図 3 】



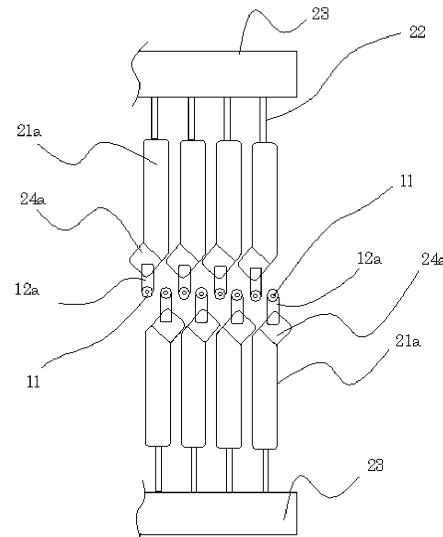
【 図 4 】



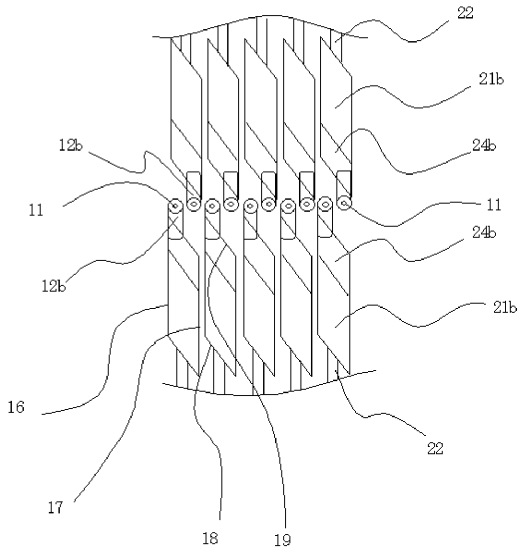
【 図 5 】



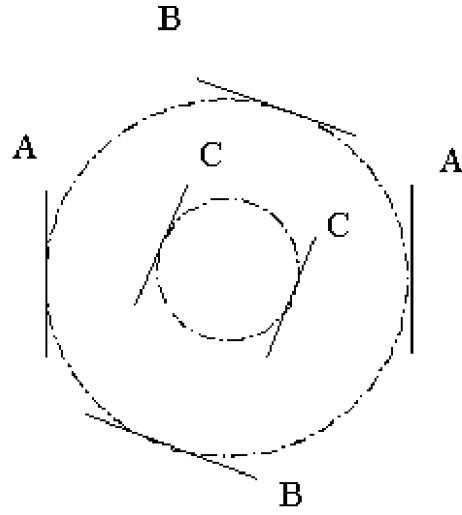
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

