

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4419458号
(P4419458)

(45) 発行日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(24) 登録日 平成21年12月11日(2009.12.11)

(51) Int. Cl.		F I			
B 4 1 J	2/16	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 H
B 4 1 J	2/045	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 A
B 4 1 J	2/055	(2006.01)			

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-196215 (P2003-196215)
(22) 出願日	平成15年7月14日 (2003.7.14)
(65) 公開番号	特開2005-28737 (P2005-28737A)
(43) 公開日	平成17年2月3日 (2005.2.3)
審査請求日	平成18年5月29日 (2006.5.29)

(73) 特許権者	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
(74) 代理人	100083552 弁理士 秋田 収喜
(72) 発明者	吉村 保廣 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内
(72) 発明者	永田 純 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日 立プリンティングソリューションズ株式会 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インク流路を形成するチャンバ基板と、
前記チャンバ基板に設けられた圧力室を加圧するダイヤフラムを含むダイヤフラム基板と、
前記ダイヤフラムによって加圧されたインクを吐出するノズル基板とを有するインクジェットヘッドの製造方法において、
前記ダイヤフラム基板を製作する工程は、
シリコン基板を熱酸化して前記シリコン基板の互いに反対側に位置する第1の面及び第2の面に二酸化シリコン膜を形成する工程と、
前記シリコン基板の第1の面の二酸化シリコン膜に、ダイヤフラムを形成するためのダイヤフラム開口部と、ダンパー板を形成するためのダンパー板開口部とを有する第1のパターンを形成する工程と、
前記二酸化シリコン膜をエッチングマスクとして使用し、前記シリコン基板の第1の面をドライエッチングによりエッチングして、ダイヤフラム開口とダンパー板開口を形成する工程と、
前記二酸化シリコン膜を除去し、その後、前記シリコン基板を再度熱酸化して前記シリコン基板の第1及び第2の面に二酸化シリコン膜を形成する工程と、
前記シリコン基板の第2の面の二酸化シリコン膜に、前記ダイヤフラムを形成するための第1のダイヤフラム溝部と、前記ダンパー板を形成するための第1のダンパー溝部とを

10

20

有する第2のパターンを形成する工程と、

前記第2のパターンを形成した面にアルミニウム膜を形成し、その後、前記アルミニウム膜に第2のダイヤフラム溝部を形成する工程と、

前記アルミニウム膜をエッチングマスクとして使用し、前記シリコン基板の第2の面をドライエッチングによりエッチングしてダイヤフラム溝を途中まで形成する工程と、

前記アルミニウム膜を除去し、その後、前記二酸化シリコン膜をエッチングマスクとして使用し、前記シリコン基板の第2の面をドライエッチングによりエッチングして前記ダイヤフラム溝を深くすると共にダンパー溝を形成することによって、前記二酸化シリコン膜からなるダイヤフラムと、シリコンと前記二酸化シリコン膜の2層からなるダンパー板とを形成する工程とを有することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

10

【請求項2】

請求項1に記載のインクジェットヘッドの製造方法において、

前記ダイヤフラム溝が形成された後もさらにオーバーエッチングを行って前記ダイヤフラム基板を製作したことを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のインクジェットヘッドの製造方法において、

前記ダイヤフラム基板の第1の面であるダイヤフラム開口側の面に、硼珪酸ガラス層を形成するか、または金属層を形成した後に硼珪酸ガラス層を形成し、その後、前記ダイヤフラム溝、前記ダンパー溝を加工することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法

20

【請求項4】

請求項2に記載のインクジェットヘッドの製造方法において、

前記ダイヤフラム溝を途中まで形成する前記アルミニウム膜に形成されたダイヤフラム溝部パターン₁の開口部外周形状の大きさが、前記ダイヤフラム溝とダンパー溝を同時に形成する前記二酸化シリコン膜に形成された前記ダイヤフラム開口部外周形状の大きさよりも大きいことを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インクジェット方式により連続的に印刷するプリンタのインクジェットヘッドにかかり、特に高速、高画質な印刷が可能なインクジェットヘッドである。

30

【0002】

【従来の技術】

インクジェット方式のプリンタは、高速、高画質な印刷が要求されている。印刷速度を上げるためには、インクジェットヘッドが印刷紙の送り方向に対して垂直な方向に移動するシリアル方式よりも、紙面に対向して多数のインクジェットヘッドを並べて固定したライン方式の方が有利である。ライン方式の画質を精細にするためには、インクジェットヘッドに設けられているインク吐出用のオリフィスの間隔を狭くすることが必要となる。

【0003】

また、ライン方式のプリンタは、プリント用紙の幅の長さ分インクジェットヘッドを多数並べて配置する必要があり、またカラー印刷の場合、ブラックとシアン、イエロー、マゼンダの3色で計4種類のインクジェットヘッド列が必要なため、多数のインクジェットヘッドが必要である。

40

【0004】

インクジェットヘッドは、インクを吐出するためのオリフィスと、インクを加圧するためのダイヤフラム、ダイヤフラムを振動させるためのピエゾ素子などの駆動手段、インクを保持し加圧するための圧力室、インクを供給するための流路から構成されている。

【0005】

印刷精度からオリフィスの間隔としては100マイクロメートル～400マイクロメートル程度を要求されており、同じく、前記の圧力室や流路を微細に機械加工することは技術

50

的に難しい寸法である。

【0006】

そこで、シリコン単結晶の異方性エッチング技術を使用して、微細な流路や圧力室を基板ウエハに加工し、そのウエハにオリフィスを設けたオリフィスプレートやダイヤフラムとピエゾ素子を接着して、ヘッドを製作する手法がある。シリコン単結晶の異方性エッチング技術を使用してインクだめとインク圧力室を備えた基板を形成したことが特許第3168713号(特許文献1)に記載されている。シリコン単結晶の異方性ウエットエッチングは、エッチングレートが結晶方位に依存することを利用して、溝や穴を形成することができるが、逆に、加工方向がシリコン単結晶の結晶方位に制限されるため、加工形状の自由度が少なく、流路形状などの点で最適設計が困難となる場合がある。そこで、最近では、シリコン単結晶の異方性ウエットエッチングに代わる加工方法として、高周波プラズマなどを用いたドライエッチングが使用されるようになってきている。

10

【0007】

特開平5-50601号公報(特許文献2)には、複数のノズル孔と、該ノズル孔の各々に連通する複数の独立の吐出室と、該吐出室の少なくとも一方の壁の一部が機械的変形を起こすようになっている振動板と、該振動板を駆動する駆動手段と、前記複数の吐出室にインクを供給する共通のインクキャビティとを有するインクジェットヘッドで、シリコン単結晶基板に異方性エッチングを施すことにより振動板やオリフィス、インクキャビティを形成し、ノズル基板を作製することが記載されている。

20

【0008】

また、特許第3108954号(特許文献3)には、インク圧力室、インクだまりを形成したシリコン基板に、あらかじめインクを供給するための孔を明けたガラス振動板を陽極接合することにより製作したインクジェットヘッドについて記載されている。

【0009】

【特許文献1】

特許第3168713号

【特許文献2】

特開平5-50601号公報

【特許文献3】

特許第3108954号

30

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

特開平5-50601号公報(特許文献2)は、シリコン単結晶の異方性ウエットエッチングで振動板を形成し、振動板の端部は傾斜面となっているため、傾斜面の部分がデッドスペースとなり、狭いピッチで振動板すなわちインクを吐出するノズルを配置することが困難である。

【0011】

特許第3108954号(特許文献3)では、ガラス振動板を陽極接合しているが、ガラス振動板を単独で取り扱うためには、割れ破損を防止するためある程度の厚みが必要となっていて、吐出速度の高速化は困難である。

40

【0012】

本発明は、上記のようなインクジェットヘッドのシリコン製ダイヤフラム基板において、ダイヤフラムの材質を二酸化シリコン膜とし、ダイヤフラムをダイヤフラム基板の内部に形成する方法を提案し、この方法で製作したインクジェットヘッドを提供する。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明によるインクジェットヘッドの製造方法は、インク流路を形成するチャンバ基板と、チャンバ基板に設けられた圧力室を加圧するダイヤフラムを有するダイヤフラム基板と、ダイヤフラムによって加圧されたインクを吐出するノズル基板からなるインクジェットヘッドの製造方法で、シリコンウエハの両面からドライエッチングすることによってシ

50

リコンウエハに二酸化シリコン膜のダイヤフラムを形成するものである。

【0014】

具体的には、シリコンウエハを熱酸化して表面に二酸化シリコン膜を形成し、シリコンウエハの片面の二酸化シリコン膜にフォトリソグラフィー法により、ダイヤフラムとダンパー板を形成するためのダイヤフラム開口部とダンパー板開口部のパターンを形成し、次に、二酸化シリコン膜をエッチングマスクとして、ドライエッチングによりダイヤフラム開口とダンパー板開口を形成し、次に、二酸化シリコン膜を除去して、再度熱酸化により二酸化シリコン膜を形成し、シリコンウエハの他方の面の二酸化シリコン膜にフォトリソグラフィーにより、ダイヤフラムとダンパー板を形成するためのダイヤフラム溝部とダンパー溝部のパターンを形成し、次に、前記パターンを形成した面にアルミニウム膜を形成し、アルミニウム膜にフォトリソグラフィーによりダイヤフラム溝部を形成し、次に、前記アルミニウム膜をエッチングマスクとして、ドライエッチングにより前記ダイヤフラム溝を途中まで形成し、次に、アルミニウム膜を除去し、二酸化シリコン膜をエッチングマスクとして、ドライエッチングによりダイヤフラム溝とダンパー板を同時に形成し、二酸化シリコン膜からなるダイヤフラムと、シリコンと二酸化シリコン膜の2層からなるダンパー板を形成して、ダイヤフラム基板を製作したインクジェットヘッドである。

10

【0015】

また、ダイヤフラム溝が形成された後もさらにオーバーエッチングを行ってダイヤフラム基板を製作し、ダイヤフラム溝のバリを完全に除去するものである。

【0016】

また、ダイヤフラム基板の第1の面であるダイヤフラム開口側の面に、硼珪酸ガラス層を形成するか、または金属層を形成した後に硼珪酸ガラス層を形成し、その後、ダイヤフラム溝、ダンパー溝を加工する。金属膜により、ダイヤフラムが補強されて割れにくくなる。硼珪酸ガラスは、チャンバ基板と陽極接合するために形成する。

20

【0017】

また、ダイヤフラム溝を途中まで形成するアルミニウム膜に形成されたダイヤフラム溝部パターンの開口部外周形状の大きさが、前記のダイヤフラム溝とダンパー溝を同時に形成する二酸化シリコン膜に形成されたダイヤフラム開口部外周形状の大きさよりも大きい。

【0018】

また、上記の方法で製作したインクジェットヘッドである。本発明のインクジェットヘッドは、ダイヤフラム基板の材質がシリコンで、ダイヤフラムの材質が二酸化シリコン膜または金属膜である。さらに、ダイヤフラムが、ダイヤフラム基板の内部に形成されているインクジェットヘッドである。

30

【0019】

また、ダイヤフラムは、インク流路面内に設けられた膜と主成分が同じであり、ダイヤフラムは、インク流路面からはなれた部分に形成されており、ダイヤフラム基板の表面から内部に入り込んでおり、内部の壁面にもダイヤフラムと同じ材質の膜が形成されている。

【0020】

さらに、ダイヤフラムのチャンバ基板接合側に硼珪酸ガラス膜、または金属膜とその上に硼珪酸ガラス膜を形成しているインクジェットヘッドである。

40

あるいは、ダイヤフラムの材質が二酸化シリコンの場合、二酸化シリコン膜の両面に金属膜が形成されているインクジェットヘッドである。

【0021】

また、ダイヤフラムは、上面から見て、その輪郭の一部が曲線であるインクジェットヘッド。さらに、上記のインクジェットヘッドを搭載したインクジェットプリンタである。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面に示した実施例を参照して詳細に説明する。

50

図 1 は、本発明の一実施例であるインクジェットヘッドを用いたインクジェット式記録装置の斜視図である。

【 0 0 2 3 】

図 1 において、筐体 1 の上部にヘッドベース 2 が配置され、その上には、4 本のヘッド列 3 が設けられている。筐体 1 の内部にはロール紙搬送装置や制御装置が収納されているが図示を省略してある。4 本のヘッド列 3 には 4 本のインク供給管 5 から、カラーの印刷をするためにシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックのインクが供給される。各ヘッド列 3 には、印刷用紙の長手方向と直角の方向（印刷用紙の長手方向と同一平面内における直角方向）に、例えば 2 0 個のインクジェットヘッド 3 0（図 2）が配列され、各インクジェットヘッド 3 0 には図 6 に示したノズル 1 0 1 が例えば 1 2 8 個設けられている。ノズル 1 0 1（図 6）と対向するように印刷用紙 4 が搬送される。この図では矢印の方向にロール紙が搬送され、その上流にロール紙供給装置が配置されるが図面では省略してある。筐体 1 の上部のフレーム 1 0 と 1 1 との間にロッド 8, 9 が設けられ、そのロッド 8, 9 を支持体 6, 7 が摺動できるように支持されている。この支持体 6, 7 に前記ヘッドベース 2 が取付けられているので、各ヘッド列 3 は印刷用紙 4 の長手方向と直角の方向に移動してヘッドクリーニング機構 1 2 の位置まで移動することができる。

10

【 0 0 2 4 】

図 2 は、図 1 に示したヘッド列 3 に配列されたインクジェットヘッド 3 0 の概略構成を示す図である。

インクジェットヘッド 3 0 は、インクの吐出口であるオリフィス、インクを加圧するための圧力室およびダイヤフラム、インク流路、インク溜まり、圧力吸収のためのダンパー板がそれぞれ複数設けられたヘッドプレート 3 1 と前記ダイヤフラムに接続された圧電素子 4 0 0（図 3）、圧電素子を固定するバックプレート 3 4 と、バックプレート 3 4 と圧電素子 4 0 0 を収納して固定するハウジング 3 3 からなり、ヘッドプレート 3 1 は、ハウジング 3 3 の先端面に取り付けられた構造である。圧電素子 4 0 0 に駆動電流を流すためのフレキシブル基板 3 2 は、圧電素子 4 0 0 に接続されているバックプレート 3 4 上に設けられた配線 4 0 と接続されている。フレキシブル基板 3 2 は、制御用回路基板 3 8 に接続されている。印字用インク（図示せず）はインクタンクユニット 3 7 に保持されており、インクの流量や圧力を調節するための送液ユニット 3 6 を介して、インク中のゴミ等を除去するフィルタ 3 5 を通って、インクジェットヘッド 3 0 に供給される。インクタンクユニット 3 7 はカートリッジとなっておりインクがなくなった場合に交換する。また、制御用回路基板 3 8、送液ユニット 3 6、インクタンクユニット 3 7 は、コントローラパソコン 3 9 に接続されており、入力された印字情報に従って圧電素子 4 0 0 の駆動やインクの供給をコントロールする。また、コントローラパソコン 3 9 は、インクタンクユニット 3 7 のインクの残量を検知して、インクの不足を警告する。さらに、図 1、図 2 には図示していないが、コントローラパソコン 3 9 は、インクの安定吐出のために、インクジェットヘッド 3 0 が、常に定温となるように、ヒータで温度管理している。

20

30

【 0 0 2 5 】

図 3 は、インクジェットヘッド 3 0 の分解構造図である。また、図 4 は、インクジェットヘッド 3 0 の断面構造図である。また、図 1 4 は、インクジェットヘッド 3 0 の内部構造を示す断面図である。

40

【 0 0 2 6 】

ヘッドプレート 3 1 は、ノズル基板 1 0 0、インクチャンバ基板 2 0 0、ダイヤフラム基板 3 0 0 を積層した構造である。ヘッドプレート 3 1 は、ハウジング 3 3 の端部に接合されている。ダイヤフラムプレート 3 0 0 に圧電素子 4 0 0 が接合され、圧電素子 4 0 0 にはバックプレート 3 4 が固着され、バックプレート 3 4 は、ハウジング 3 3 に固着された構造である。また、ハウジング 3 3 にはインク供給管 5 に連通するインクチューブ 4 1 が取り付けられている。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、ヘッドプレート 3 1 の一部を切り取った内部構造を示す図である。

50

インクチャンバ基板 200 には、インクを加圧する圧力室部分と流路部分、およびインク溜まり部分が設けられており、ノズル基板 100 とダイヤフラム基板 300 がチャンバ基板 200 を挟んで密着することによりインク流路が形成された構造である。

【0028】

図 6 は、ヘッドプレート 31 の組み立て分解図である。

ノズル基板 100 には多数のノズル 101 と組み立て用の位置決め孔 102 が設けられている。チャンバ基板 200 には、ノズルと連通する貫通孔 203、インクを加圧する圧力室 201、加圧したときのインクの逆流を防止するためのリストラクタ 202、インク溜まり 204 および、組み立て用の位置決め孔 205 が形成されている。ダイヤフラム基板 300 には、ダイヤフラム 301、インク吸入孔 304、および組み立て用の位置決め孔 303 が形成されている。圧電素子 400 には、ノズル数に対応してスリット 402 が設けられており、凸部 401 が、ダイヤフラム基板 300 のダイヤフラム 301 と接続する。また、図 6 には、組み立て用の位置決めピン 500 も示した。この位置決めピンを位置決め孔 102、205、303 に通して位置決めする。

10

【0029】

図 7 は、本発明の一実施例であるダイヤフラム基板 300 を加工するプロセスを示し、図 6 の A - A 断面図であり、断面はハッチングで示した。順にプロセスを説明する。

【0030】

まず、厚さ 200 μm の (100) シリコンウエハ (シリコン基板) 310 を酸素雰囲気のもと 1100 に加熱し、シリコンウエハ 310 の互いに反対側に位置する両面 (第 1 の面及び第 2 の面) に、例えば 1.4 μm 程度の厚さの二酸化シリコン膜 311 を形成する (図 7 (a))。

20

【0031】

次に、フォトリソグラフィ法でシリコンウエハ 310 の片側面 (第 1 の面、図中、下面) の二酸化シリコン膜 311 に、ダイヤフラム 301 を形成するためのダイヤフラム開口部 312 とダンパー板 305 を形成するためのダンパー開口部 313 を有するパターンを形成する (図 7 (b))。

【0032】

次に、二酸化シリコン膜 311 をエッチングマスクとして使用し、シリコンウエハ 310 の第 1 の面をドライエッチングで例えば 20 μm 程度エッチングして、ダイヤフラム開口 314 とダンパー開口 315 を形成する (図 7 (c))。この工程において、ドライエッチングは、例えば ICP - RIE (ICP - Reactive Ion Etching) ドライエッチング装置で行う。

30

【0033】

次に、シリコンウエハ 310 の両面の二酸化シリコン膜 311 を、フッ酸とフッ化アンモンの混酸で除去する (図 7 (d))。

これで、片面 (第 1 の面) の加工は完了した。次にシリコンウエハのもう一方の面 (第 2 の面) を加工する。

【0034】

前記の片面加工後のシリコンウエハ 310 を再度熱酸化し、シリコンウエハ 310 の両面 (第 1 及び第 2 の面) に、例えば 2 μm 程度の膜厚の二酸化シリコン膜 316 を形成する (図 7 (e))。

40

【0035】

次に、シリコンウエハ 310 の第 2 の面の二酸化シリコン膜 316 (シリコンウエハ 310 のもう一方の面) に、ダイヤフラムとダンパー板を形成するためのダイヤフラム溝部 317 とダンパー溝部 318 のパターンをフォトリソグラフィ法により形成し、1 層目のエッチングマスクとする (図 7 (f))。

【0036】

次に、スパッタ法により、例えば 0.5 μm 程度の膜厚のアルミニウム膜 319 を形成する (図 6 (g))。

50

次に、フォトリソグラフィ法で、2層目のエッチングマスクとなるアルミニウム膜319にダイヤフラム溝部320をパターンニングする(図7(h))。このとき、二酸化シリコン膜316に形成したダイヤフラム溝部317のパターンの大きさよりもアルミニウム膜319に形成したダイヤフラム溝部320のパターンの方が大きくなるように、フォトリソグラフィに使用するフォトマスク(図示なし)を設計する。

【0037】

次に、アルミニウム膜319をエッチングマスクとし使用し、シリコンウエハ310の第2の面をドライエッチングで例えば50 μ m程度エッチングして、ダイヤフラム溝321を途中まで形成する(図7(i))。この工程において、ドライエッチングは、例えばICP-RIEドライエッチング装置で行う。

10

【0038】

次に、アルミニウム膜319を1%のフッ酸で除去する(図7(j))。その後、二酸化シリコン膜316をエッチングマスクとして使用し、シリコンウエハ310の第2の面を例えば130 μ m程度エッチングして、ダイヤフラム溝321とダンパー溝323を同時に形成する(図7(k))。

【0039】

この後、さらにオーバーエッチングを施して、ダイヤフラム溝のエッチング底面付近の壁面に残留しているシリコンを完全に除去するとともに、ダンパー板の厚みが20 μ mとなるように調節する。

【0040】

20

以上が、シリコンウエハ310から、二酸化シリコン製ダイヤフラム301を設けたダイヤフラム基板300を作製するためのプロセスである。二酸化シリコン製のダイヤフラム301は、強度的が低いいため、後工程として、チタン、クロム、金などの金属膜を薄く積層形成して、補強することが好ましい。また、補強膜の製作プロセス手順としては、図7(i)の工程のドライエッチングの前に実施しても良い。また、上記で、ダイヤフラム溝部317のパターンの大きさよりも、ダイヤフラム溝部320のパターン大きさの方が大きいいため、ドライエッチングによるダイヤフラム溝の加工後寸法は、ダイヤフラム部317の小さい方のパターンで決まる。そのため、二酸化シリコン膜316とアルミニウム膜319の2回のフォトリソグラフィで相対的に位置ずれが発生しても、位置ずれ量は吸収できる。上記のそれぞれのエッチング深さは、インクジェットヘッドの性能特性による設計にあわせて適宜変更する。

30

【0041】

ここで、ドライエッチングについて説明すると、ドライエッチングは、ウエットエッチングとは異なり、任意のエッチングパターンを加工することができるが、エッチング深さに関しては、面内分布がウエットエッチングより大きい。そのため、シリコンウエハをドライエッチングした孔を空け、底面にシリコンを残して、振動部となるように、シリコンで作製すると、ダイヤフラムの厚みばらつきが生じるため、高精度なダイヤフラムとならず、インクの吐出ばらつきが発生する。そのため、ダイヤフラムを二酸化シリコン膜にすると、膜厚がシリコン膜の厚みで規定され、均一なダイヤフラムが形成できる。

【0042】

40

図8は、ダイヤフラム基板300の一つのダイヤフラム部分のB-B断面を示す図である。図8(a)のダイヤフラム部分は、ダイヤフラム301とダイヤフラム開口314、ダイヤフラム溝321からなり、ダイヤフラム301は、ダイヤフラム開口314側の二酸化シリコン膜316と連続したダイヤフラム膜323である。したがって、ダイヤフラム開口314の壁面にも同じ素材として、二酸化シリコン膜が形成されている。

【0043】

図8(b)は、ダイヤフラム基板300とインクチャンバ基板200を陽極接合によって組み立てる場合の、ダイヤフラム301の構成を示す図である。ダイヤフラム開口側の面がインクチャンバ200との接合面である。ダイヤフラム301のダイヤフラム開口側の面に硼珪酸ガラス膜324を1 μ m以上形成する。

50

【 0 0 4 4 】

図 8 (c) は、ダイヤフラム膜 3 2 3 を補強するために、図 8 (b) で示した硼珪酸ガラス膜 3 2 4 とダイヤフラム膜 3 2 3 を含む二酸化シリコン膜 3 1 6 との間に、チタン 3 2 5 を形成する構造を示している。また、陽極接合はしないが、二酸化シリコン膜 3 1 6 を補強する場合は、ダイヤフラム膜 3 2 3 とチタン膜 3 2 5 の 2 層膜となる。

【 0 0 4 5 】

図 9 (a) は、陽極接合はしない場合で、チタンやクロムよりも弾性の高い金を補強層として構成した例であり、ダイヤフラム 3 0 1 を補強したい場合の構成で、ダイヤフラム膜 3 2 3 を含む二酸化シリコン膜 3 1 6 にチタン膜 3 2 6、金膜 3 2 7、チタン膜 3 2 8 の順で積層する。金はチタンよりも弾性に富むため、ダイヤフラム 3 0 1 が破れにくくなる。また、金膜は二酸化シリコン膜や硼珪酸ガラス膜との密着性が低い。密着性を高めるためにチタン膜を間に設けた構造とする。

図 9 (b) は、図 9 (a) の積層ダイヤフラム 3 0 1 で、陽極接合する場合の構造で、チタン膜 3 2 8 の外側にさらに硼珪酸ガラス膜 3 2 9 を形成している。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 は、ダイヤフラム膜 3 2 3 をダイヤフラム開口 3 1 4 とダイヤフラム溝 3 2 1 の両側から補強したときの構造を示しており、ダイヤフラム開口 3 1 4 側は、二酸化シリコン 3 1 6 とチタン膜 3 2 5、硼珪酸ガラス膜 3 2 4 を順に積層した構造である。インクチャンバ 2 0 0 と陽極接合しない場合は、硼珪酸ガラス膜 3 2 4 はなくても良い。

【 0 0 4 7 】

上記、図 8、図 9、図 1 0 で示したチタン膜 3 2 5、3 2 6、3 2 8 の代替としてクロム膜や窒化ケイ素膜でもよい。また、二酸化シリコンと密着性がよければその他の金属やセラミック膜でもよい。硼珪酸ガラス膜も強度増加となる。

【 0 0 4 8 】

また、チタン膜やその他の代替膜の厚みは 0 . 1 μ m から 0 . 5 μ m で十分である。また、金膜を補強膜とする場合のチタン膜やクロム膜の厚みは、0 . 0 5 μ m 程度で良い。

【 0 0 4 9 】

図 1 1 は、ダイヤフラム 3 0 1 の一つのダイヤフラム部分の上面図である。図 1 1 (a) は、ダイヤフラム 3 0 1 が矩形のタイプである。図 1 1 (b) は、ダイヤフラム 3 0 1 が長丸状となったタイプで角部がない。ダイヤフラム 3 0 1 を振動させた場合、角部に応力が集中し強度が低下するが、図 1 1 (b) のタイプの場合、応力集中がないため、ダイヤフラムの厚みを薄く設定でき、ダイヤフラム駆動時の振幅を大きくでき、吐出量をより多く確保できる。さらに、割れにくいため、組み立て時のハンドリングがよく歩留まりも向上する。

【 0 0 5 0 】

図 1 2 は、ダイヤフラム基板 3 0 0 とインクチャンバ基板 2 0 0 との接合状態を示し、ダイヤフラム 3 0 1 を拡大した図である。また、図 1 3 は、ダイヤフラム膜 3 2 3 の駆動状況を示した図である。図 1 2 (b)、図 1 3 (b) は従来例を示し、ダイヤフラム 3 0 1 がダイヤフラム基板 3 0 0 の表面に形成されている。ダイヤフラムは熱酸化シリコンであるため、熱応力により図 1 2 (b) に示すように反っており、インクチャンバ基板との接合時の位置合わせで接触して破損しやすく、また、加工後のハンドリング時も接触のため破損しやすく、歩留まりが良くない。図 1 2 (a)、図 1 3 (a) は、本発明の実施例で、ダイヤフラム 3 0 1 をダイヤフラム基板 3 0 0 の内面に形成することにより、接触による破損がなくなり、歩留まりが向上する。また、インクチャンバ 2 0 0 の内面には、インクの濡れ性を高めるために薄い二酸化シリコン膜 2 1 0 が形成されており、ダイヤフラム 3 0 1 が二酸化シリコンであるため、同様にインクに対して濡れ性がよく、インクの充填時に気泡の巻き込みなどがなくなる。このことは、陽極接合のために硼珪酸ガラス膜 3 2 4、3 2 8 を形成した場合も主成分が二酸化シリコン膜と同じで、濡れ性がよくなる。さらに、図 1 2 (a) の場合は、二酸化シリコン膜が熱酸化により形成されたため、ダイヤフラム 3 0 1 の角部 3 3 0、3 3 1 は丸みがあり、応力集中しにくい構造となり好まし

10

20

30

40

50

い。さらに、インクチャンバ基板 200 の接合部の角部 332 がダイヤフラム 301 の振動部となるダイヤフラム膜 323 に当接しない構造であるため応力集中がなく、図 13 (a) に示すようにダイヤフラム膜 323 が振動しても、応力集中部の繰り返し疲労の問題がない。しかし、図 12 (b) の従来例の場合は、インクチャンバ基板 200 の角部 332 が、ダイヤフラム膜に当接するため応力集中が起こり、図 13 (b) に示すようにダイヤフラム膜 332 の振動による繰り返し疲労強度が低下し、寿命が短くなり好ましくない。したがって、上記のように、ダイヤフラムをダイヤフラム基板の内部に設けた構造とすることによって、長期にわたる稼働の信頼性が確保できる。

【0051】

以上の発明を纏めると、シリコンのドライエッチングでダイヤフラム基板を製作することにより、ダイヤフラムの配置のピッチを小さくすることができ、さらに、二酸化シリコンのダイヤフラムとすることで、振動部の膜厚が均一となり、さらに、ダイヤフラムのシリコンウエハの内面に設けることで、長期信頼性と歩留まりが向上する。

【0052】

【発明の効果】

上述のように、本発明のインクジェットヘッドのダイヤフラム基板の製造方法によれば、ダイヤフラム膜をダイヤフラム基板の内面に形成できるため、インクチャンバ基板の接合面角部とダイヤフラム膜との接触がなくなり、繰り返し疲労によるダイヤフラム膜の破損がなくなって、信頼性の高いインクジェットヘッドが提供できる。また、ダイヤフラム膜が反った場合にも、ダイヤフラム基板面からはみ出すことがないため、ダイヤフラム基板加工後のハンドリングや、ダイヤフラム基板とインクチャンバ基板とを接合または接着するときに接触して破損するといった事がなくなり、歩留まりが向上する。

【0053】

また、本発明のダイヤフラム基板の製造方法によれば、ドライエッチングを使用しているため、垂直にダイヤフラム部の孔加工ができ、ダイヤフラムのピッチを狭くできる。したがって、ノズルの配列ピッチも狭くでき、高精細な印字が可能となる。

【0054】

また、インクジェットヘッドの加工にドライエッチングを使用するため、曲線形状なども加工できて、最適形状に近いインクジェットヘッドを製造することができる。

【0055】

また、本発明のダイヤフラム基板によれば、二酸化シリコン製のダイヤフラム膜であるため、ダイヤフラムの膜厚が均一であり、インクジェットヘッドに配置されたそれぞれのノズルから吐出される液滴速度、液滴量のばらつきが小さく、高精度の印刷が可能となる。

【0056】

また、本発明のダイヤフラム基板によれば、二酸化シリコン製のダイヤフラム膜に、弾性のあるチタン膜またはクロム膜または金膜、またはその他の金属を形成しているため、ダイヤフラム膜が破損しにくく、ダイヤフラム膜の膜厚を薄く設定することができる。ダイヤフラム膜はさらに柔軟となって、ダイヤフラム膜の振幅が大きくとれ、吐出量を高めることができ、さらに、振動の追従性が高まるため、インクを高速吐出することができ、ひいては、高速印字が可能となる。

【0057】

また、本発明のインクジェットヘッドによれば、ノズル基板とチャンバ基板と、ダイヤフラム基板を耐食性の高いシリコンで製作しているため、耐食性のある液体も使用することができ、試薬や有機 EL 用強酸性液体や医療用の液体に対しても使用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドを用いたインクジェット式記録装置の一例を示す斜視図である。

【図 2】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドの概略構成を示す図である。

【図 3】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドの分解構造図である。

10

20

30

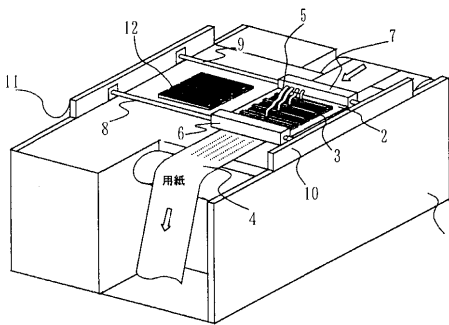
40

50

- 【図4】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドの断面構造図である。
- 【図5】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドの一部を切り取った図である。
- 【図6】 本発明の一実施例であるヘッドプレートの組み立て分解図である。
- 【図7】 本発明の一実施例であるダイヤフラム基板を加工するプロセスを示す断面図である。
- 【図8】 本発明のダイヤフラム基板の一つのダイヤフラム部分の断面図である。
- 【図9】 本発明のダイヤフラム基板の一つのダイヤフラム部分の断面図である。
- 【図10】 本発明のダイヤフラム基板の一部の上面図である。
- 【図11】 本発明のダイヤフラムの一つのダイヤフラム部分の上面図である。
- 【図12】 本発明のダイヤフラム基板とインクチャンバ基板との接合状態を示す図である。
- 【図13】 本発明のダイヤフラム膜の駆動状況を示した図である。
- 【図14】 本発明の一実施例であるインクジェットヘッドの内部構造を示す断面図である。

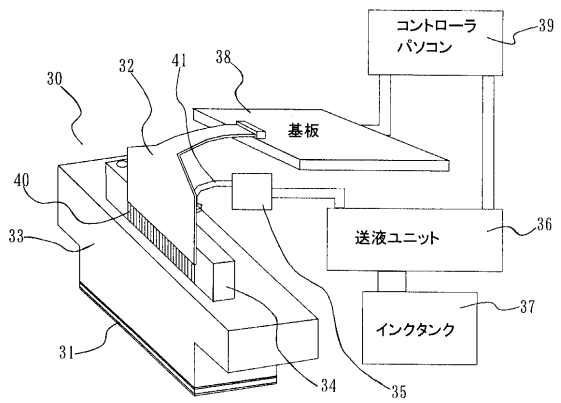
【図1】

図1



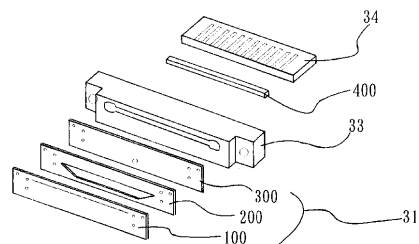
【図2】

図2

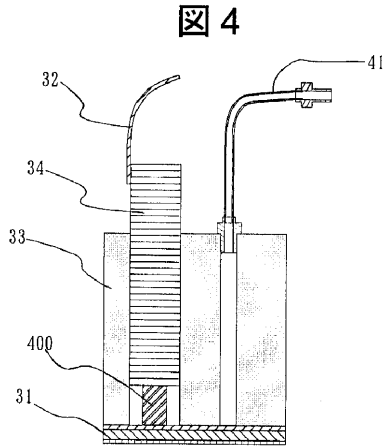


【図3】

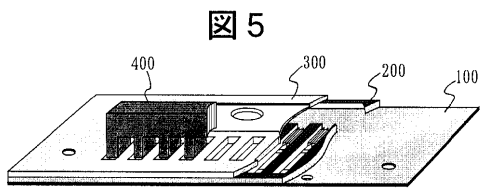
図3



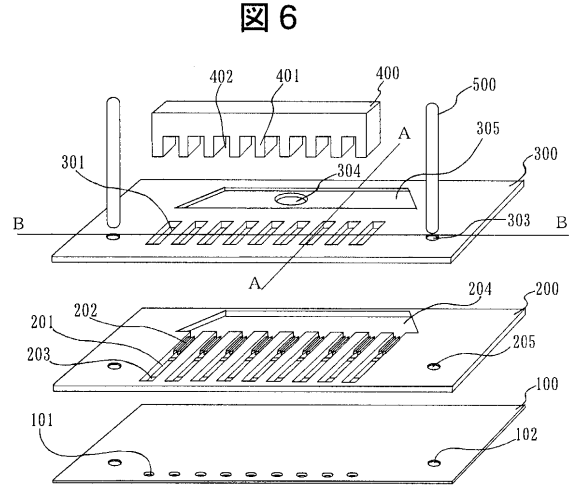
【 図 4 】



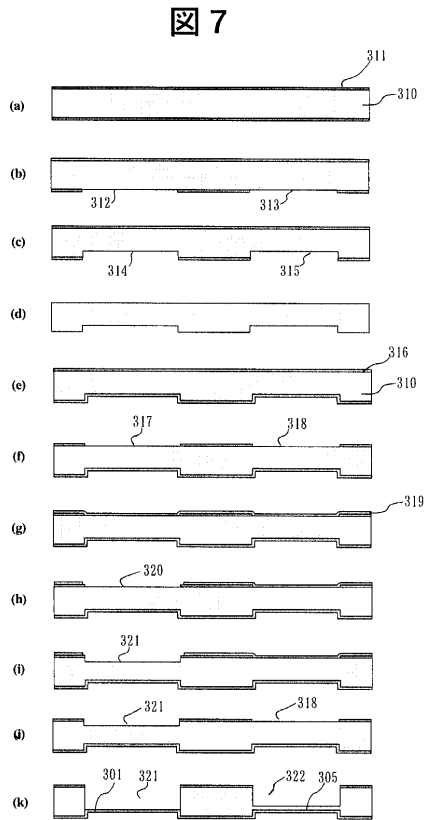
【 図 5 】



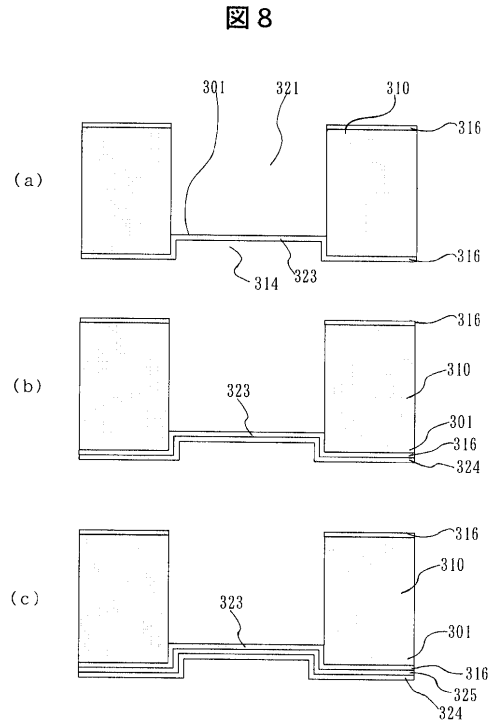
【 図 6 】



【 図 7 】

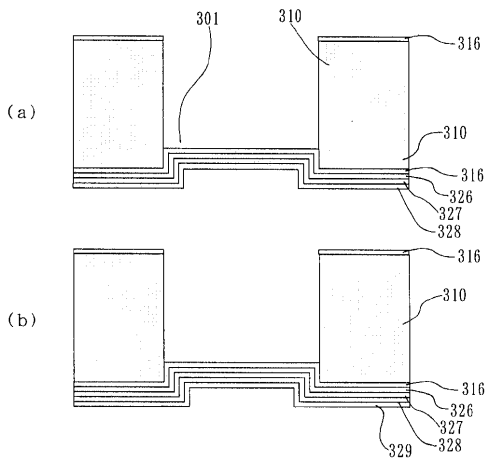


【 図 8 】



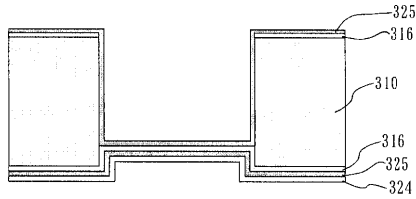
【図9】

図9



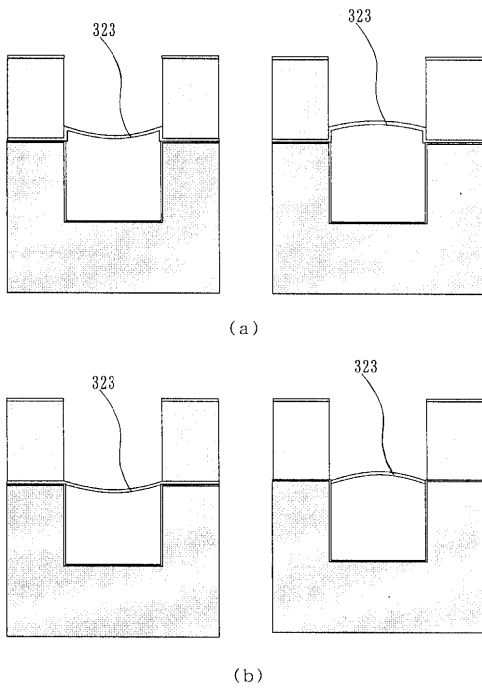
【図10】

図10



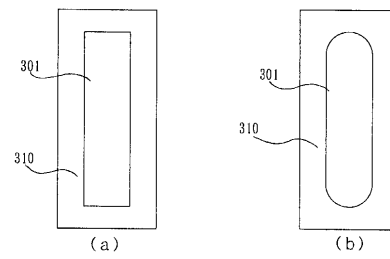
【図13】

図13



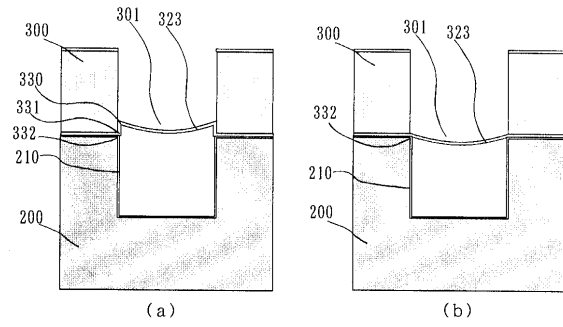
【図11】

図11



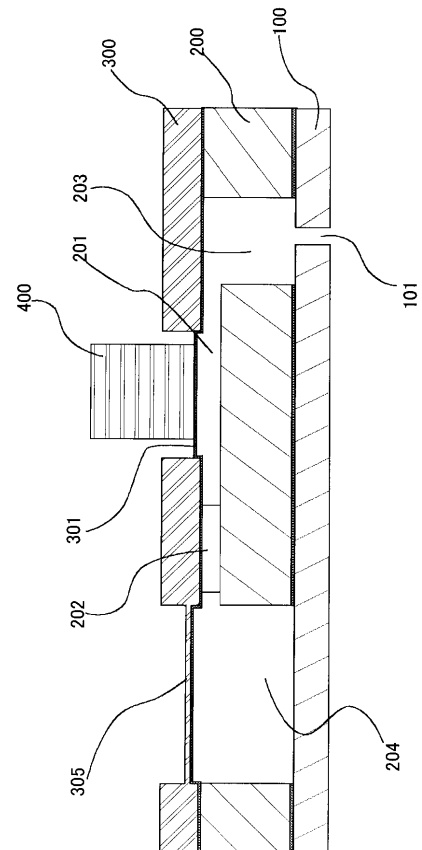
【図12】

図12



【図14】

図14



フロントページの続き

(72)発明者 町田 治

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立プリンティングソリューションズ株式会社内

(72)発明者 永田 達也

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所 機械研究所内

審査官 門 良成

(56)参考文献 特開平10-181010(JP,A)

特開2002-210961(JP,A)

特開2003-039656(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/16

B41J 2/045

B41J 2/055