

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5865019号
(P5865019)

(45) 発行日 平成28年2月17日 (2016. 2. 17)

(24) 登録日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/16 (2006. 01)

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 2/14 (2006. 01)

B 4 1 J 2/16 1 O 1

B 4 1 J 2/16 5 O 3

B 4 1 J 2/16 5 O 9

B 4 1 J 2/14

請求項の数 12 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-241415 (P2011-241415)
 (22) 出願日 平成23年11月2日 (2011. 11. 2)
 (65) 公開番号 特開2012-121320 (P2012-121320A)
 (43) 公開日 平成24年6月28日 (2012. 6. 28)
 審査請求日 平成26年10月21日 (2014. 10. 21)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-256863 (P2010-256863)
 (32) 優先日 平成22年11月17日 (2010. 11. 17)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭
 (72) 発明者 福本 能之
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 島▲崎▼ 純一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッドおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体にエネルギーを与え吐出口から液滴を吐出させ得るエネルギー発生素子が形成された基板と、前記吐出口が形成されたオリフィスプレートとが、液体が流れる領域である液体流路のパターンを形成する流路部材を介して貼り合わされた構造を有する液滴吐出ヘッドの製造方法であって、

貼り合わされる前のオリフィスプレートは、前記オリフィスプレートと前記流路部材とが貼り合わされる面に、前記吐出口とは別の貫通穴、および窪みの少なくとも一方の空隙を複数有し、

前記貼り合わされる面における、この複数の空隙の各中心とその中心が一致する長方形であって、前記複数の空隙の各中心と、隣接する他の空隙の中心との間の中点を通る辺を有する、各空隙に対応する長方形において、

前記貼り合わせによって前記流路部材と重なる領域で、かつ、前記複数の空隙の各空隙に対応する前記長方形を全て連結した領域によって画定される、このオリフィスプレートの部分について、

前記オリフィスプレートの部分の体積に対する、前記オリフィスプレートの部分に含まれる前記複数の空隙の合計体積の割合が、8 . 7 % 以上であり、

工程 1 : 前記エネルギー発生素子が形成された基板の表面上に流路部材形成用材料を塗布し、パターンニングして流路部材を形成する工程と、

工程 2 : 前記オリフィスプレートを前記流路部材上に積層する工程と、

10

20

工程 3：前記流路部材を、その流路部材のガラス転移温度以上に加熱する工程と、
工程 4：前記流路部材の温度をガラス転移温度以上に維持した状態で、前記オリフィスプレートと、前記流路部材と、前記基板とを一括して、前記基板の表面に対して加圧することで、前記流路部材を圧縮し、前記オリフィスプレートと、前記流路部材とを貼り合わせる工程と、

工程 5：加圧を停止する工程と、

をこの順に含むことを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

前記流路部材が、感光性を有する有機樹脂で構成される請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

10

【請求項 3】

前記オリフィスプレートが、無機材料で構成される請求項 1 または 2 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 4】

前記無機材料が、ニッケル、パラジウム、金、白金、鉄、タンタル、タングステン、およびステンレスからなる群から選ばれる少なくとも 1 つの金属である請求項 3 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 5】

前記工程 3 において、前記流路部材を、その流路部材のガラス転移温度（ ）の 1.2 倍以上の温度（ ）に加熱する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

20

【請求項 6】

前記液滴吐出ヘッドを構成するオリフィスプレートが、複数の前記吐出口を有し、前記複数の空隙が、前記複数の吐出口の配列方向に対して垂直な方向に配列している請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 7】

前記複数の空隙がいずれも、前記オリフィスプレートに形成された吐出口よりも小さい径を有する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 8】

液体にエネルギーを与え吐出口から液滴を吐出させ得るエネルギー発生素子が形成された基板と、前記吐出口が形成されたオリフィスプレートとが、液体が流れる領域である液体流路のパターンを形成する流路部材を介して貼り合わされた液滴吐出ヘッドであって、
前記オリフィスプレートは、貼り合わされる面に、前記吐出口とは別の貫通穴、および窪みの少なくとも一方の空隙を複数有し、

30

この複数の空隙の近傍に比べて、その他の領域での前記流路部材の厚さが厚く、かつ、前記オリフィスプレートが、前記流路部材の表面形状に沿って貼り合されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 9】

前記オリフィスプレートが、複数の前記空隙を有し、
前記貼り合わされる面における、前記複数の空隙の各中心とその中心が一致する長方形であって、前記複数の空隙の各中心と、隣接する他の空隙の中心との間の中点を通る辺を有する、各空隙に対応する長方形において、

40

前記貼り合わせによって前記流路部材と重なる領域で、かつ、前記複数の空隙の各空隙に対応する前記長方形を全て連結した領域によって画定される、このオリフィスプレートの部分について、

前記オリフィスプレートの部分の体積に対する、前記オリフィスプレートの部分に含まれる前記複数の空隙の合計体積の割合が、8.7%以上である請求項 8 に記載の液滴吐出ヘッド。

【請求項 10】

前記液滴吐出ヘッドを構成するオリフィスプレートが、複数の前記吐出口を有し、前記

50

複数の空隙が、前記複数の吐出口の配列方向に対して垂直な方向に配列している請求項 8 または 9 に記載の液滴吐出ヘッド。

【請求項 11】

前記複数の空隙がいずれも、前記オリフィスプレートに形成された吐出口よりも小さい径を有する請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の液滴吐出ヘッド。

【請求項 12】

前記複数の空隙には前記流路部材が侵入している請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の液滴吐出ヘッド。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクジェット記録ヘッドなどの液滴吐出ヘッドおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液滴吐出ヘッドはプリンタ、ディスプレイ部品の製造装置、医療用吸入器など広範囲な用途に使用され、今後も多くの産業への応用が期待されている。特にプリンタ用途の液滴吐出ヘッドとして、高密度かつ高精度に液滴を吐出することができるインクジェット記録ヘッドが用いられる。

20

【0003】

インクジェット記録ヘッドでは、シリコンなどで構成された基板上に、電気配線やインク滴を吐出する吐出口などのヘッド構造体が設けられる。ヘッド構造体として、基板上にインクが流れるインク流路と、インク流路を取り囲む、流路部材、吐出口が設けられたオリフィスプレート、インクにエネルギーを与えて吐出口からインク滴を吐出させるエネルギー発生素子などが挙げられる。以降、このようなヘッド構造体が設けられた基板をヘッド基板と称する。

【0004】

エネルギー発生素子には、液体を沸騰させる電気熱変換素子（ヒータ素子）や、体積変化により液体に圧力を与えるピエゾ素子などが用いられる。流路部材やオリフィスプレートには、有機薄膜または無機薄膜をフォトリソグラフィ工程によりパターンニングしたものが用いられる。

30

【0005】

インクジェット記録ヘッドの製造方法としては、基板上に流路部材まで形成したヘッド基板とオリフィスプレートとを、その流路部材を介して貼り合わせる製造方法が一般的である。先行技術文献として特許文献 1、特許文献 2 がある。

【0006】

オリフィスプレートと、そのヘッド基板とを貼り合わせる際には、流路部材、および、オリフィスプレートの少なくとも一方を、接着性を持つ材料で構成し、両者を圧着して接着する。図 8（a）のように、吐出口 4 が形成されたオリフィスプレート 2 と、基板 1 上に流路部材 3 およびエネルギー発生素子 7 を有するヘッド基板 30 をアライメントし、図 8（b）で熱圧着機などによってオリフィスプレート 2 と、ヘッド基板 30 とを圧着する。

40

【0007】

また流路部材 3 側、または、オリフィスプレート 2 側の接着面に接着剤を塗布し、加熱や紫外線照射によって接着剤の接着性を発現させた後、オリフィスプレート 2 と流路部材 3 とを加圧して接着させてもよい。熱圧着機の圧着部と試料（オリフィスプレート 2 およびヘッド基板 30）との間にゴムなどの弾性部材を挿入し圧着均一性を向上させてもよい。

【0008】

50

図 8 の熱圧着は、オリフィスプレート 2 と流路部材 3 とを接着させる目的で行われる。圧着時のプロセス条件として、圧着時間、圧着温度、圧着圧力が挙げられる。これらは、接着剤の接着条件などに合わせて決められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開平 11 - 334079 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 18392 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

ところがこのような製造方法によって製造されたインクジェット記録ヘッドの一部において、流路部材とオリフィスプレートとが理想的に接合されずに、局所的にオリフィスプレートが吐出方向へ突出してしまう現象が生じる場合があった。逆にオリフィスプレートが流路部材側に突出する現象が生じる場合もあった。

【0011】

オリフィスプレートにこのような撓みが発生すると、液滴の吐出方向が本来吐出すべき方向から傾いてしまうことがある。また、吐出に必要な液滴のエネルギーが変わるため、吐出速度や、吐出される液滴の体積が変わってしまう場合がある。これらはプリンタの印刷パターン不良の原因となるため重要な現象である。

20

【0012】

さらに、このようなオリフィスプレートの撓みは、プリンタ以外の用途の液滴吐出ヘッドにおいても起こりうる現象である。この現象が生じた場合、例えば医療用吸入器においては、患者に吸入させるべき薬液の吐出量が変わってしまう場合がある。

【0013】

また、プリンタの高性能化の観点から、インクジェット記録ヘッドの消費電力低減は重要である。インクジェット記録ヘッドの消費電力を低減する為には、まずオリフィスプレート厚を薄くして、吐出口の流体抵抗を低減し、吐出に必要なエネルギーを下げることで有効である。しかし、オリフィスプレートが薄くなるほど剛性が低下する傾向があるために、貼り合せ時にオリフィスプレート内に局所的な撓みが生じやすくなる傾向がある。特にオリフィスプレート厚が $10\ \mu\text{m}$ 以下になると、オリフィスプレートをハンドリングすることすら難しくなる場合があり、撓みや変形が生じやすくなる傾向がある。

30

【0014】

消費電力を低減する別の手段として、エネルギー発生素子と吐出口（即ちオリフィスプレート）とのギャップを低減することも有効である。だが、エネルギー発生素子と吐出口とのギャップが小さくなるほど、オリフィスプレートの撓みによるギャップ距離の変動は、相対的に大きな影響となる。

【0015】

さらに、特許文献 1 で指摘されているように、エネルギー発生素子と吐出口とのギャップが小さくなると、オリフィスプレートが局所的に撓んでエネルギー発生素子と接触する恐れがある。オリフィスプレートがエネルギー発生素子と接触すると、ヒータによる発泡が妨げられる場合があり、それにより、インクが吐出できなくなる場合がある。

40

【0016】

従って低消費電力化を実現する上で、オリフィスプレートを薄くする、またはエネルギー発生素子とオリフィスプレートとのギャップを小さくしようとすると、オリフィスプレートの撓みの影響はより深刻となる。

【0017】

以上のようなオリフィスプレートの撓みの原因として、圧着時における加圧の不均一性、流路部材表面やオリフィスプレート表面の低い平坦性、オリフィスプレート製造時に生じた変形などが挙げられる。従来は、この撓みを、圧着時にヘッド基板内に加わる圧力均

50

一性の向上や、接着面の平坦化などによって解決してきた。また特許文献2では、オリフィスプレートと流路部材との間に接合補助部材を設けて、流路部材表面の平坦性を吸収する方法が提案されている。

【0018】

だが、圧着圧力均一性や接着面平坦性を改善しても限界があり、これらのみでヘッド歩留まりを上げていくことは難しい場合がある。従来技術のように、オリフィスプレートと流路部材とを単純に圧着するだけでは、オリフィスプレートに局所的に発生しうる撓みを抑止するような効果を与えることが難しい場合がある。

【0019】

また、特許文献2に示された、流路部材とオリフィスプレートとの間に接合補助部材を設ける方法では、接合補助部材を使用する工程分だけコスト面で不利になる。

【0020】

従って、上記の課題に鑑み、本発明の目的は、以下の通りである。簡便な構成で、確実にオリフィスプレートの撓みを防止でき、プレート厚を薄くしたり、エネルギー発生素子とプレートとのギャップを小さくしたりしても、オリフィスプレートの撓みの影響を低減できる液滴吐出ヘッド、及びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

上記目的を達成するための第一の発明は以下の特徴を有する液滴吐出ヘッドの製造方法である。

液体にエネルギーを与え吐出口から液滴を吐出させ得るエネルギー発生素子が形成された基板と、前記吐出口が形成されたオリフィスプレートとが、液体が流れる領域である液体流路のパターンを形成する流路部材を介して貼り合わされた構造を有する液滴吐出ヘッドの製造方法であって、貼り合わされる前のオリフィスプレートは、前記オリフィスプレートと前記流路部材とが貼り合わされる面に、前記吐出口とは別の貫通穴、および窪みの少なくとも一方の空隙を複数有し、前記貼り合わされる面における、この複数の空隙の各中心とその中心が一致する長方形であって、前記複数の空隙の各中心と、隣接する他の空隙の中心との間の中点を通る辺を有する、各空隙に対応する長方形において、前記貼り合わせによって前記流路部材と重なる領域で、かつ、前記複数の空隙の各空隙に対応する前記長方形を全て連結した領域によって画定される、このオリフィスプレートの部分について、前記オリフィスプレートの部分の体積に対する、前記オリフィスプレートの部分に含まれる前記複数の空隙の合計体積の割合が、8.7%以上であり、

工程1：前記エネルギー発生素子が形成された基板の表面上に流路部材形成用材料を塗布し、パターンニングして流路部材を形成する工程と、

工程2：前記オリフィスプレートを前記流路部材上に積層する工程と、

工程3：前記流路部材を、その流路部材のガラス転移温度以上に加熱する工程と、

工程4：前記流路部材の温度をガラス転移温度以上に維持した状態で、前記オリフィスプレートと、前記流路部材と、前記基板とを一括して、前記基板の表面に対して加圧することで、前記流路部材を圧縮し、前記オリフィスプレートと、前記流路部材とを貼り合わせる工程と、

工程5：加圧を停止する工程と、

をこの順に含む。

【0022】

また第二の発明は、以下の特徴を有する液滴吐出ヘッドである。

液体にエネルギーを与え吐出口から液滴を吐出させ得るエネルギー発生素子が形成された基板と、前記吐出口が形成されたオリフィスプレートとが、液体が流れる領域である液体流路のパターンを形成する流路部材を介して貼り合わされた液滴吐出ヘッドであって、前記オリフィスプレートは、貼り合わされる面に、前記吐出口とは別の貫通穴、および窪みの少なくとも一方の空隙を複数有し、この複数の空隙の近傍に比べて、その他の領域での前記流路部材の厚さが厚く、かつ、前記オリフィスプレートが、前記流路部材の表面形状

に沿って貼り合されている。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、以下のものが提供される。簡便な構成で、確実にオリフィスプレートの撓みを防止でき、プレート厚を薄くしたり、エネルギー発生素子とプレートとのギャップを小さくしたりしても、オリフィスプレートの撓みの影響を低減できる液滴吐出ヘッド、及びその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】液滴吐出ヘッドの製造方法の実施形態1により得られた液滴吐出ヘッドの平面図である。 10

【図2】図1の液滴吐出ヘッド中に示されたA - A'面の断面図である。

【図3】液滴吐出ヘッドの製造方法の実施形態1の各工程を説明するための断面図である。

【図4】オリフィスプレートに形成した貫通穴パターンの例を示す平面図であり、(a)は円形、(b)は長方形の貫通穴の平面図である。

【図5】液滴吐出ヘッドの製造に使用可能な熱圧着機の断面図である。

【図6】液滴吐出ヘッドの製造方法の実施形態1において、オリフィスプレート内に生じる力を示す図である。

【図7】液滴吐出ヘッドの製造方法の実施形態2の各工程を説明するための断面図である。 20

【図8】従来の液滴吐出ヘッドの製造工程を説明するための断面図である。

【図9】実施形態1および2以外の液体吐出ヘッドの例を示す断面図であり、(a)は、窪みをオリフィスプレートに、(b)は流路部材に、それぞれ有する液体吐出ヘッドの断面図である。

【図10】液滴吐出ヘッドの圧着温度と、流路高さとの関係を表す図である。

【図11】液滴吐出ヘッドにおける、流路高さの測定位置を示す平面図である。

【図12】作製した液滴吐出ヘッドのヘッド番号と、各ヘッド内の平均流路高さとの関係を表す図である。

【発明を実施するための形態】 30

【0025】

上述したように、従来、流路部材が形成されたヘッド基板とオリフィスプレートとをその流路部材を介して貼り合せて液体吐出ヘッドを作製する際には、オリフィスプレートに局所的な撓みや浮きが発生する場合があった。ゆえに、本発明は、オリフィスプレートと流路部材とを貼り合せて製造される液滴吐出ヘッドにおいて、オリフィスプレートの撓みや浮きを防止するための構造及びその製造方法に関するものである。より具体的には、本発明は、オリフィスプレートと流路部材とを貼り合せて液滴吐出ヘッドを製造する際に、これまでのヘッドよりも簡便な構成で、確実にオリフィスプレートの撓みを防止できる製造方法である。さらに、低消費電力化の為に、オリフィスプレート厚を薄くしたり、エネルギー発生素子とオリフィスプレートとのギャップを小さくしたりしても、オリフィスプレートの撓みの影響を低減できる液滴吐出ヘッドの製造方法である。 40

【0026】

本発明では、オリフィスプレートを流路部材に貼り合せて液滴吐出ヘッドを製造する際に、オリフィスプレートを流路部材に圧着して貼り合せた後に、流路部材が段差を持つように変形することができる。さらに、その流路部材の形状に沿って、オリフィスプレートを変形することができる。その結果、吐出口周辺のオリフィスプレート面が平面方向により引き伸ばされることで、オリフィスプレートの撓みをより低減することができる。

【0027】

さらに、本発明では、オリフィスプレートの撓みを防止しつつ、オリフィスプレートとエネルギー発生素子とのギャップを安定して小さくすることが可能となる。 50

またこれらの効果を、製造工程や特別な構造を新たに増やすことなく、簡便に実現することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、本発明により製造された液滴吐出ヘッドは、プリンタ、ディスプレイ部品の製造装置、医療用吸入器などに使用することができる。

以下の本発明に関する説明には、参考となる液滴吐出ヘッドおよびその製造方法に関する説明も含まれている。

【 0 0 2 9 】

(実施形態 1)

本発明の製造方法の実施形態について図面を参照して説明する。その際、液体吐出ヘッドのうちのインクジェットヘッドを例に挙げて説明する。まず、本発明の製造方法の実施形態 1 によって作製したインクジェット記録ヘッドチップの平面図を図 1 に示す。また、図 1 の A - A ' 断面図を図 2 に示す。図 1 において、破線は、表面から見えない部分を表す。また、斜線部は、後述する変形誘導領域 20 を表す。この実施形態では、変形誘導領域 20 がオリフィスプレートの一部に形成された例を説明する。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、実施形態 1 により得られたインクジェット記録ヘッドは、エネルギー発生素子としてヒータ 7 を用いている。ヒータ 7 は、シリコン、ガラスなどの基板 1 上に形成される。ヒータ 7 としては、金属よりも一桁以上比抵抗が高い窒化タンタルなどの導電材料が好適である。またヒータ以外に、圧電体をエネルギー発生素子として用いてもよい。

【 0 0 3 1 】

図示していないが、基板 1 の表面には、シフトレジスタなどの回路を構成するトランジスタや配線などを形成することができ、ヒータ 7 上には酸化シリコンや窒化シリコンなどのインクに対する保護層を形成することができる。

【 0 0 3 2 】

さらに、インクが流れる領域であるインク流路 9 の壁に相当し、インク流路パターンを形成する流路部材 3 が基板 1 上に形成される。なお、液体流路であるインク流路 9 は、液体を吐出するための吐出口 4 に連通する。吐出口 4 は、オリフィスプレート 2 を貫通する貫通穴である。また、本発明に用いる流路部材は、ガラス転移温度を有する。そして、流路部材 3 の上にオリフィスプレート 2 が貼り合わされる。オリフィスプレート 2 は、ヒータ 7 の直上部位に吐出口 4 が開けられる。ヒータ 7 に通電し、ヒータ 7 上のインクを沸騰させた時の圧力によって、吐出口 4 からインクが吐出する。

【 0 0 3 3 】

基板 1 には、インク供給口 15 が開けられており、インク供給口 15 は、インク流路 9 と連通している。基板裏面よりインク供給口 15 を介してインクが供給される。また、符号 5 は、インク供給口外周部を表す。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示す、実施形態 1 により得られるインクジェット記録ヘッドでは、同一の材料から形成される流路部材 3 が二段形状を持ち、インク流路 9 外周部の流路部材が一段低くなっている。インク流路 9 周辺の流路部材の上面（オリフィスプレート側の面）は平坦面となっているが、インク流路 9 より離れていくとスロープ状に流路部材 3 が厚くなっていき、やがて一段高い平坦面に達する。

【 0 0 3 5 】

オリフィスプレート 2 は、上記二段形状の流路部材 3 の表面形状に沿って貼り合わされているので、同様に二段形状を有しており、オリフィスプレート 2 と基板 1 との距離は吐出口 4 近傍が最も小さくなる。

【 0 0 3 6 】

図 3 (a) ~ (e) に、図 1 の液滴吐出ヘッドの製造工程図を示す。

まず図3(a)に示されるように、ヘッド基板30とオリフィスプレート2を用意する。ヘッド基板30は、ヒータ7を有する基板1上に流路部材3を有する。ここで流路部材3の材料として有機樹脂が好適である。なぜなら、本発明の液滴吐出ヘッドの製造方法では、流路部材3として弾性率が小さく塑性変形し得る材料を用いることが好ましく、有機材料はそのような特性を有しているためである。さらに、工程数削減のために、有機材料は、感光性を有することが好ましく、特に感光性を有する永久レジストであることが好ましい。

【0037】

具体的には、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂を材料にした感光性のネガ型永久レジストが好ましい。具体的な市販のレジストとしては、TMMR（商品名、東京応化工業株式会社製）、SU8（商品名、化薬マイクロケム株式会社製）、EHPE-3150（商品名、ダイセル化学工業社製）などが挙げられる。流路部材3の好適な膜厚は1μm以上100μm以下である。

10

【0038】

例えば、永久レジストを用いて流路部材3は以下のように作製される。スピン塗布法やラミネート法によって基板1上に感光性を有する永久レジストを塗布する。露光、現像を行い、その永久レジスト膜をパターンニングする。その後、その基板1をオープンやホットプレートなどで熱処理して永久レジスト膜を硬化させ、適度な弾性率を発現させ、流路部材3を形成する（工程1）。この際の熱処理条件としては、永久レジスト膜を完全に硬化させる必要はなく、所望の弾性率に合せて時間や温度を最適化することができる。

20

【0039】

塗布する有機樹脂が感光性を持たない場合は、その有機樹脂をスピン塗布法やラミネート法によって塗布後、塗布した有機樹脂上に感光性を有するレジストを塗布し、露光、現像する。その後、レジストパターンをマスクとして有機樹脂をエッチングして、流路部材3を形成しても良い。流路部材3と基板1との間に両部材の接合性を高める、例えばポリエーテルアミドなどの薄層（1～3μm程度）を設けることが可能である。

【0040】

オリフィスプレート2には吐出口4が形成される。さらに、貼り合わされる前のオリフィスプレート2には、オリフィスプレート2と流路部材3とが貼り合わされる面、即ち、貼り合わされる前のオリフィスプレートの対向する2つの面のうちの流路部材側の面に、吐出口4とは別に変形誘導領域20が設けられる。なお、変形誘導領域は、この貼り合わされる面の液体流路であるインク流路の外周部近傍、即ち流路部材外周部8近傍、且つ、インク流路外周部よりも流路部材側に設けることができる。

30

【0041】

なお、インク流路外周部（液体流路外周部）とは、流路部材3とインク流路9（液体流路）との境界を意味する。

【0042】

オリフィスプレート2における貼り合わされる面の液体流路外周部近傍、且つ、液体流路外周部よりも流路部材側の部分とは、貼り合せた際に流路部材上に位置し、且つ、インク流路外周部に近いオリフィスプレートの領域を意味する。

40

【0043】

図3における変形誘導領域20は、その領域内に吐出口とは別の貫通穴および窪み（有底穴）の少なくとも一方の空隙（empty space）を含む、後述するオリフィスプレートの一部分を意味する。この変形誘導領域20は貫通穴や窪みを含んでいるので、他部位よりも空間的にオリフィスプレート2の密度が疎である特徴を持つ。

【0044】

オリフィスプレート2に空隙を形成する際は、液体流路外周部近傍、且つ、液体流路外周部よりも流路部材側の部分として、例えば、インク流路外周部から5～500μm流路部材側に進んだ所までの領域に相当する位置に空隙を形成することができる。

【0045】

50

図 1 および 2 に示す実施形態 1 では、変形誘導領域 20 は多数（複数）の貫通穴 21 を含む。図 1 に示されるように、変形誘導領域 20 は、インク流路 9 外周部近傍にある幅を持って形成される。

【0046】

オリフィスプレート 2 に形成された変形誘導領域 20 の平面図の例を図 4 に示す。図 4 (a) は、変形誘導領域 20 が円形の貫通穴 21 を含む例である。貫通穴 21 は、それぞれ正三角形の頂点に配置されている。この構成は、変形誘導領域 20 内で貫通穴 21 を高密度で均一に配置できる利点がある。変形誘導領域 20 に含まれる貫通穴 21 の形状は、円形に限らず、図 4 (b) のように、長方形であっても良い。

【0047】

典型的には、オリフィスプレートおよび流路部材の少なくとも一方の、オリフィスプレートと流路部材とが貼り合わされる面に、多数の同一形状の空隙が等間隔に配置される。図 4 に示すように、オリフィスプレートに上記空隙が形成された場合の変形誘導領域 20 は以下のように定義することができる。

【0048】

まず、オリフィスプレートの空隙（図 4 では、貫通穴 21）が形成された貼り合わされる面において、以下により定義される長方形を考える。

まず、全ての空隙の各中心と、隣接する他の空隙の中心との中点を取る。続いて、上記全ての空隙の各中心とその中心が一致する長方形であって、上記中点を通る辺を有する、各空隙に対応する長方形を定義する。

【0049】

その際、図 4 に示すように、上記貼り合わされる面において各空隙は対応する長方形の領域に含まれる。また、長方形の各辺は、図 1 に示すヘッドチップの長辺方向（Y 方向）または短辺方向（X 方向）に対して平行となるようにする。

【0050】

なお、隣接する空隙（空隙 B）が 1 つしかない空隙（空隙 A）が存在する場合、空隙 A に対応する長方形は以下のように定義することができる。まず、オリフィスプレートの貼り合わされる面において、空隙 A の中心 C_A と、空隙 B の中心 C_B との中点 M を取る。そして、長方形を構成する 4 つの辺の各辺と空隙 A の縁との距離が、中点 M と空隙 A の縁との距離と一致するように、長方形を定義する。その際、長方形の各辺は、上記 X 方向、または Y 方向に対して平行とする。なお、この面における空隙 A の形状が円の場合、上記長方形は正方形となる。

【0051】

続いて、オリフィスプレート 2 と流路部材 3 とを貼り合わせたときに、全ての上記長方形領域を連結させた領域のうちで流路部材 3 と重なっている領域 R によって画定される、オリフィスプレート 2 の部分を、変形誘導領域 20 として定義することができる。即ち、変形誘導領域 20 は、上記領域 R を底面、オリフィスプレートの厚みを高さとする直柱体として定義することができる。

【0052】

図 4 (a)、(b) で、太線で示されるのがそれぞれの貫通穴 21 を中心とした前記長方形領域であり、これらの長方形領域を連結した斜線で示される領域により画定されるオリフィスプレート 2 の部分が、変形誘導領域 20 である。なお、図 4 (a)、(b) では、貼り合わせの際、上記長方形領域は全て流路部材と重なる。

【0053】

オリフィスプレート 2 を構成する材料は、耐熱性が高い材料が好ましく、さらに熱によって弾性率が大きく低下しない無機材料が好ましい。オリフィスプレートの好適な例としては、電鍍法で作製したニッケル薄膜、白金薄膜、金薄膜、パラジウム薄膜、スパッタ法、化学気相成長法などによって形成したシリコン薄膜や酸化シリコン薄膜、打ち抜き加工で作製した鉄薄板、タンタル薄板、タングステン薄板、ステンレス薄板が挙げられる。また、有機樹脂を、オリフィスプレートの材料に使用する場合は、ポリイミドのようなガラ

10

20

30

40

50

ス転移温度が高い材料が好適である。オリフィスプレート2の好適な膜厚は1 μm 以上50 μm 以下である。

【0054】

また、オリフィスプレート2とヘッド基板30とを流路部材3を介して貼り合わせる場合において、流路部材3、およびオリフィスプレート2のいずれかは接着性を有していることが好ましい。両者とも接着性が低い場合は、図3(a)には図示されていないが、流路部材3、または、オリフィスプレート2の接着面に接着剤を転写させておいてもよい。

【0055】

図3(b)に示されるように、オリフィスプレート2を流路部材3上に積層し(工程2)、両者をアライメントしてオリフィスプレート2と流路部材3とが強固に固着されない程度の低い温度と低い圧力で圧着し、仮固定する。具体的な温度と圧力は、流路部材の材料に依存して必要に応じて決めることができる。その際、オリフィスプレートの変形誘導領域20は、流路部材上に配置する。

【0056】

仮固定後、図3(c)に示されるように、固定部材10をオリフィスプレート2の上に設置する。固定部材10は、圧着中にオリフィスプレート2の表面(吐出方向側の面)を固定するために用いる。なお、仮固定が要らない場合は、図3(b)の工程は不要である。

【0057】

固定部材10は、硬いことが望ましく、少なくともオリフィスプレート2や流路部材3よりも弾性率が高いことが好適である。なぜなら、本発明の製造方法では、高い圧力を加えて流路部材3を圧縮変形させることが好ましく、圧着によって固定部材10も圧縮してしまうと、オリフィスプレート表面の平坦性を維持しながら固定できなくなる場合がある。

【0058】

また同様な理由から、固定部材10の表面は平滑であることが好ましく、オリフィスプレート表面よりも平滑であることが望ましい。以上より、固定部材10に適した材料として、表面研磨されたバルクの基板を用いることが好ましい。また、固定部材10の具体的な例として単結晶シリコン基板、ガラス基板、ステンレス基板が挙げられる。また、固定部材10を予めオリフィスプレート2と接着しておき、固定部材10およびオリフィスプレート2と一緒にヘッド基板30に仮固定してもよい。

【0059】

仮固定後、図5に示したような熱圧着機を用いて、試料(積層された、固定部材10、オリフィスプレート2、流路部材3および基板1)を本格的に圧着する。図5は試料圧着部を拡大したものである。試料ステージ13を圧着温度まで加熱した後に、試料の固定部材10側を熱圧着機の試料ステージ13側にして、試料を試料ステージ13の上に置き、試料固定治具11により固定し、流路部材をそのガラス転移温度以上に加熱する(工程3)。この際、流路部材をそのガラス転移温度()の1.25倍以上の温度()に加熱することが好ましい。そして、流路部材の温度をガラス転移温度以上に維持した状態で、ヘッド基板30の裏面側より、熱圧着機の圧着ロッド14を近づけていき、圧着を開始する。この結果、ヘッド基板30の裏面より試料が一括して、基板面に対して垂直方向に加圧され、オリフィスプレートと流路部材とが貼り合わされる(図3(d)、工程4)。なお、流路部材などのヘッド構造体が設けられたヘッド基板面を表面とし、もう一方の面を裏面とする。

【0060】

このときの圧着圧力は、流路部材3を圧縮して歪ませることのできる大きさ以上であることが好ましい。より具体的には、流路部材として、エポキシ樹脂を用いた場合、ガラス転移点以上に加熱されたこの樹脂の弾性率は、約10 MPa以下であるので、0.1 MPa以上の圧着圧力であれば、元々の樹脂厚に対して1%以上という大きな変位で歪ませることができるため、好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

なお、圧着圧力とは、熱圧着時に試料を加圧する圧力を意味する。また圧着温度は、流路部材 3 のガラス転移温度以上が好ましい。これにより、流路部材 3 の弾性率が大幅に減少し、その結果、熱圧着機の圧力によって流路部材 3 を容易に圧縮することができる。その圧着温度において、圧着圧力が十分に高くなると（好適には降伏点近くまで高くなると）、流路部材 3 は圧縮されつつ塑性変形を起こすようになる。そのような状況になると、オリフィスプレート 2 の変形誘導領域 2 0 の貫通穴 2 1 とインク流路 9 に向かって、変形誘導領域 2 0 近傍の流路部材 3 は塑性変形しながら膨張する。変形誘導領域 2 0 の貫通穴 2 1 内には流路部材 3 が侵入する。その際、流路部材は、貫通穴内全体に充填されても良いし、貫通穴内の一部分に充填されても良い。

10

【 0 0 6 2 】

なお、圧着温度とは、熱圧着時に加熱されている試料の温度を意味する。圧着時間としては、このような流路部材 3 の塑性変形が容易に進行する時間が好ましく、5 秒以上 9 0 分以下が好適である。なお、圧着時間とは、熱圧着時に試料を加圧する時間を意味する。

【 0 0 6 3 】

流路部材 3 には面直方向（基板面に対して垂直方向）からの圧縮応力が加わり、流路部材 3 は歪んでいる。変形誘導領域 2 0 近傍の流路部材 3 では、前記のような塑性変形が生じているため、圧縮応力が緩和している。その結果、流路部材 3 中に圧縮応力の分布が生じる。具体的には、流路部材 3 の変形誘導領域 2 0 近傍では圧縮応力が低く、それ以外の部分では圧縮応力が高い。それらの境界部では、場所が遷移するに従って応力の大きさは滑らかに変化する。また、図 3（d）の工程において、流路部材 3 が圧縮されると同時にオリフィスプレート 2 と流路部材 3 は接着される。

20

【 0 0 6 4 】

続いて、加圧を停止するために、図 5 に示す圧着ロッド 1 4 を試料から離していくと、圧縮応力に比例した復元力が働いて歪みは解消され、流路部材 3 の膜厚は元の厚さに戻ろうとする（工程 5）。しかし、空隙に近い（空隙近傍）、より具体的には変形誘導領域 2 0 近傍の流路部材は他の部位と比較して圧縮応力が小さく、復元力も小さいため、加圧停止後における変形誘導領域に接合された流路部材の膜厚は他の部位よりも薄くなる。例えば、オリフィスプレート内の変形誘導領域および変形誘導領域より約 1 0 0 μm 以内の近傍領域に接合している流路部材に比べて、その他の領域での流路部材の厚さを厚くすることができる。

30

その結果、流路部材 3 は滑らかな段差を持つように変形して、図 3（e）に示すインクジェット記録ヘッドが完成する。

【 0 0 6 5 】

なお、加圧停止（工程 5）の際の温度は、復元力の観点から加圧時と同じ温度であることが好ましいが、本発明の効果を得られる範囲で適宜設定することができる。

【 0 0 6 6 】

なお、流路部材 3 の変形に伴い、その上に密着しているオリフィスプレート 2 も、流路部材 3 の表面形状に沿うように変形する。即ち、変形誘導領域 2 0 及びインク流路 9 近傍のオリフィスプレート領域が下に窪む。このオリフィスプレート 2 の変形に伴い、図 6 に示されるような力がオリフィスプレート内に発生し、インク流路 9 上のオリフィスプレートがその力の方向へ引き伸ばされ、撓みが解消される。特に、吐出口 4 近傍の撓みは、インク流路 9 外周の全方向へ引っ張られるため、より効果的に解消される。オリフィスプレート 2 及び、流路部材 3 の変形は、圧着ロッド 1 4 で、ある程度の圧力が加えられた状態で行うことが好ましい。これにより、流路部材内の圧力均一性が容易に維持され、その結果、これらの段差平坦部の平坦性も容易に維持される。

40

【 0 0 6 7 】

本発明の製造方法では、流路部材をそのガラス転移温度以上に加熱し、流路部材のガラス転移温度以上の温度のまま、圧着する。オリフィスプレート 2 の材料は無機材料が好ましく、無機材料であれば、ガラス転移温度以上の温度で圧着した際も、オリフィスプレ-

50

ト 2 が、適度な剛性を容易に保つことができ、撓みを容易に防ぐことができる。なぜなら、殆どの無機材料は、有機樹脂のガラス転移温度程度に加熱されても、弾性率は殆ど変化しない為である。さらにオリフィスプレート 2 が金属であることが好ましい。なぜなら金属は延性に優れるため、オリフィスプレート 2 が二段に塑性変形しても、脆性破壊がより起こりにくいためである。特にインクに対する安定性と、材料としての脆性破壊耐性とを考慮すると、無機材料のうち、ニッケル、パラジウム、金、白金、鉄、タンタル、タングステンおよびステンレスからなる群から選ばれる少なくとも 1 つの金属または合金が好適である。

【 0 0 6 8 】

本発明の製造方法の圧着温度は、流路部材 3 のガラス転移温度以上であることが好ましいが、流路部材 3 のガラス転移温度 () の 1 . 2 5 倍以上の温度 () であることがより好ましい。その理由は次のように説明される。

【 0 0 6 9 】

流路部材 3 を加圧して適度な段差を容易に発生させる為には、流路部材 3 を大幅に歪ませることが好ましい。後述する実施例に示されるように、大概の有機樹脂では、そのガラス転移温度 () の 1 . 2 5 倍以上の温度 () に加熱すると、その弾性率は室温での値に対して 10^{-3} 倍近くまで低下し、流路部材 3 は容易に軟化する。

【 0 0 7 0 】

例えば、室温における有機樹脂の圧縮弾性率を 10 GPa とすると、ガラス転移温度 () の 1 . 2 5 倍以上の温度 () に加熱した場合、その弾性率は 10 MPa まで減少する。そのとき、通常の圧着機で印加しうる圧力 (約 1 MPa 以下) を加えた場合は、有機樹脂の圧縮歪 (圧縮により生じた膜厚変化量を元の膜厚で割った比率) は 10% となる。圧縮歪が 10% 以上の大きな歪み領域では (即ち降伏点近傍では)、有機樹脂は容易に塑性変形を起こしうる。その結果、前述のようなメカニズムによって流路部材 3 に適度な圧縮応力の分布を容易に発生させることが可能となり、流路部材 3 とオリフィスプレート 2 に良好な段差を容易に形成することができる。

【 0 0 7 1 】

例えば、流路部材 3 にエポキシ樹脂 (ガラス転移温度 : 約 180) を使用する場合は、圧着温度は 225 以上で行うことが好適である。流路部材 3 にポリイミド樹脂 (ガラス転移温度 : 約 250) を使用する場合は、圧着温度は 313 以上で行うことが好適である。

【 0 0 7 2 】

なお、圧着時の温度は、流路部材 3 の流動点未満であることが好ましい。加熱温度が、流動点未満であると、流路部材 3 の液状化が顕著になることを容易に防ぎ、流路部材 3 が広範囲に流動し、エネルギー発生素子やコンタクトパッド 6 などの部位にまで広がることを容易に防ぐことができる。従って、圧着温度は、流路部材 3 のガラス転移温度以上、流路部材 3 の流動点未満であることが好ましい。

【 0 0 7 3 】

図 8 に示す従来の製造方法、および図 3 に示す本発明の製造方法は、両者とも熱圧着工程が一度で済み、液滴吐出ヘッドに使用される部材の数も同じである。従って、製造条件を最適化すれば、本発明の製造方法は、従来の製造方法と同等のスループットを達成可能であり、コスト的にも同等とすることができる。

【 0 0 7 4 】

図 1、図 2 に示された実施形態 1 により得られる液滴吐出ヘッドの構造は、オリフィスプレート 2 に二段の段差構造が形成される。このような段差構造は、ヘッド表面をワイピングする際に、吐出口 4 を傷つけない利点がある。本発明では、このような段差構造が、従来の製造方法よりも少ない工程で実現できる。例えば特許文献 1 では、2 段の流路部材を形成するためには、少なくとも流路部材のパターニングが 2 回必要となる。これに対して、本発明の製造方法では、流路部材 3 のパターニングが 1 回で済む。

【 0 0 7 5 】

従来、このような段差構造を持つオリフィスプレートは、流路部材 3 のうちの窪んでいる部位がオリフィスプレート圧着時に十分に加圧し難い傾向があり、その部位でのオリフィスプレートと流路部材 3 との密着性が低い場合があった。そのために、一部でオリフィスプレート最下面（流路部材側の面）が流路部材 3 上面（プレート側の面）の高さよりも浮いてしまう場合があるなど、局所的な撓みが発生しやすい場合があった。ところが、本発明により作製されるヘッドでは、圧着時には、オリフィスプレート 2 の全ての面に十分な圧力を加えることができ、なおかつ変形誘導領域 20 の貫通穴 21 に流路部材 3 を充填し、硬化することができる。このことにより、インク流路 9 外周部のオリフィスプレート 2 と流路部材 3 との密着性がより向上し、かつ、オリフィスプレート 2 が強固に固定され、局所的な撓みの発生を特に抑制することができる。

10

【0076】

また従来技術では、オリフィスプレート 2 が軟化しないと、このような段差のある流路部材 3 に沿って、オリフィスプレート 2 を貼り合わせることは難しい。これに対して本発明では、流路部材 3 に段差がない状態で、オリフィスプレート 2 と流路部材 3 とを貼り合わせた後に、流路部材 3 とオリフィスプレート 2 に段差を形成する。従って、金属のような軟化しないオリフィスプレートであっても、段差を持った流路部材 3 表面に沿って、オリフィスプレート 2 をきれいに貼り合わせる事ができる。

【0077】

（実施形態 2）

本発明の製造方法の実施形態 2 として、流路部材 3 側に変形誘導領域 20 が設けられる例を説明する。図 7 に、実施形態 2 の液滴吐出ヘッドの製造工程を示す。図 7（a）では、チップ基板上の流路部材 3 において、オリフィスプレートと流路部材とが貼り合わされる面、即ち、貼り合わされる前の流路部材の対向する 2 つの面のうちのオリフィスプレート側の面に貫通穴、即ち溝 22 が設けられており、変形誘導領域 20 は、溝 22 を含む。なお、変形誘導領域 20 は、この貼り合わされる面のインク流路 9 外周部近傍、即ち流路部材外周部 8 近傍、且つ、インク流路外周部よりも流路部材側に設けることができる。

20

【0078】

流路部材 3 における貼り合わされる面の液体流路の外周部近傍、且つ、液体流路外周部よりも流路部材側の部分とは、貼り合せた際にインク流路外周部に近い流路部材 3 の領域を意味する。

30

【0079】

流路部材 3 に空隙を形成する際は、液体流路外周部近傍、且つ、液体流路外周部よりも流路部材側の部分として、例えば、インク流路外周部から 5 ~ 500 μm 流路部材側に進んだ所までの領域に相当する位置に空隙を形成することができる。

【0080】

流路部材 3 側に空隙が形成された場合の変形誘導領域 20 は、実施形態 1 と同様に、次のように定義することができる。まず、流路部材の空隙（図 7 では、溝 22）が形成された貼り合わされる面において、実施の形態 1 のときと同様に、各空隙に対応する長方形を定義する。

【0081】

そして、流路部材 3 の中で、全ての前記長方形領域を連結させた領域により画定される部分を、変形誘導領域 20 として定義することができる。

40

【0082】

この実施形態では、溝 22 は、流路部材 3 中に、図 4（b）のように、不連続に形成された溝である。オリフィスプレート 2 には、吐出口 4 のみが設けられており、その材料は実施形態 1 と同様である。また、実施形態 2 で製造された液滴吐出ヘッドの平面図は図 1 と同等である。

【0083】

図 7（b）で、実施の形態 1 と同様に、熱圧着によってオリフィスプレート 2 をヘッド基板 30 に対してアライメントして仮固定する。その後、固定部材 10 をオリフィスプレ

50

ート2の上に設置する。圧着機の試料ステージ13に、試料（積層された、固定部材10、オリフィスプレート2、流路部材3、および基板1）をセットする（図7（c））。この試料を流路部材3のガラス転移温度以上に加熱する。ついで、ヘッド基板30の裏面に圧着ロッド14を当てて、圧着を開始する。

【0084】

その際に、流路部材3の弾性率に対して、流路部材を十分に歪ませ（好適には圧縮歪みが10%以上）、降伏点付近まで歪ませられることができる圧力で圧着を行うと、溝22近傍の流路部材は圧縮されつつ塑性変形を起こし、溝22を埋めるように平面方向に膨張する。溝22近傍の流路部材は塑性変形を起こしているため圧縮応力が緩和している。その結果、溝22近傍の流路部材はその他の部位と比較して圧縮応力が低くなり、流路部材3中に圧縮応力の分布が生じる。この状態で、圧着ロッド14を試料から離して圧着を停止すると、流路部材3中で圧縮応力が弱い部位での復元力は、他部位のそれよりも小さいため、その高さが他よりも低くなるような段差が形成される。流路部材3の段差にあわせてオリフィスプレート2のインク流路9近傍が窪むように変形するため、オリフィスプレート2の撓みが解消される。最終的に図7（e）に示すような液滴吐出ヘッドが完成する。

【0085】

以上に示した実施の形態では、オリフィスプレート2または流路部材3に設けられた変形誘導領域20は、流路部材3を貫通した空間、即ち貫通穴21または溝22を含んでいた。しかし、変形誘導領域20は、図9（a）（b）に示すように、部材を貫通していない窪み、即ちオリフィスプレートの窪み23および流路部材の窪み24の少なくとも一方を含んでいてもよい。さらに、変形誘導領域20は、貫通穴および窪みを両者とも含んでいても良い。

【0086】

本発明の製造方法では、オリフィスプレート2、および、流路部材3の少なくとも一方に設けられた変形誘導領域20の大きさと位置、変形誘導領域の疎である部分（貫通穴内部および窪み内部）の体積によって、圧縮応力の空間分布を容易に制御できる。そして、最終的に出来上がる流路部材3とオリフィスプレート2内の段差の大きさや、窪ませるべき領域の大きさを容易に制御することができる。疎である部位の体積が大きいほどより高い段差を形成することができる。

【0087】

実施の形態1または実施の形態2に示されたように、変形誘導領域20がオリフィスプレート2、および、流路部材3の少なくとも一方に空隙を含む場合に、オリフィスプレート内に段差を発生させるために必要な空隙の体積について説明する。変形誘導領域の全体積に対する、変形誘導領域の疎である部分（貫通穴および窪み内部（空隙内部））の合計体積の比率（空隙率）を n とする。 n が大きいほど、変形誘導領域の流路部材は、より空隙を充填するため塑性変形を起こしやすくなる。その結果、圧縮応力が緩和し変形誘導領域とそうでない部分との復元力の差が大きくなり、発生する段差が高くなる。

【0088】

例えば、後述の発明者らの実験（実施例）では、変形誘導領域が図4（a）に示されたような円形の貫通穴の集合から構成されている。この時、貫通穴の直径は $5\mu\text{m}$ で、一辺 $15\mu\text{m}$ の正三角形の頂点の位置にそれぞれ配置されている。このとき n は0.087であり、百分率で表せば8.7%である。

発明者らの実験によれば、この n が0.087の条件で、実際にオリフィスプレートが容易に変形し、撓みが容易に解消される効果が確認されているので、少なくとも n が0.087以上、百分率で8.7%以上であれば、このような効果を容易に得て、段差を発生しやすくなることが期待できる。

【0089】

熱圧着時の温度、圧力、時間によっても段差の高さを制御できる。圧着時の温度が高い

10

20

30

40

50

ほど、また、圧力が高いほど、段差が高くなる。また、圧着時の時間が長いほど、流路部材 3 の塑性変形が促進されていくため、同様に段差が高くなる。

【 0 0 9 0 】

実施の形態 1、実施の形態 2 では、貼り合わせる前のオリフィスプレート 2 に吐出口 4 が形成されていたが、貼り合わせる前に吐出口 4 を形成せずに、張り合わせた後に吐出口 4 を形成しても良い。その場合、図 3 (e)、または、図 7 (e) の工程の後に、オリフィスプレートにフォトリソグラフィとエッチングによって吐出口 4 を形成してもよく、レーザ加工によって吐出口 4 を形成してもよい。

【 0 0 9 1 】

なお、本発明を実施するに当って、以上に示した実施の形態のいずれかを複数組み合わせても良い。また、インクジェット記録ヘッドの例を説明したが、本発明は、同様に液体を吐出させ得る液滴吐出ヘッドについて使用可能であり、他分野に用いられる液滴吐出ヘッドにも適用可能である。吐出させる液体としてインク、薬液などのタンパク質溶液、精製水、銀やはんだなどの配線材料溶液などが挙げられる。

【実施例】

【 0 0 9 2 】

〔実施例 1〕

フォトリソグラフィ工程により、6 インチシリコン基板上にアルミの配線、酸化シリコン薄膜の層間絶縁膜、窒化タンタルのヒータ薄膜パターン、外部の制御部と導通させるコンタクトパッド 6 を形成した。これらを作製したシリコン基板上に、流路部材形成用材料として、ネガ型の感光性を有する液状のエポキシ樹脂溶液をスピン塗布法によって塗布し、露光および現像を行った。塗布したエポキシ樹脂膜（流路部材 3）の膜厚は $5.5 \mu\text{m}$ であり、エポキシ樹脂溶液の具体的組成を以下に示す。

・ E H P E - 3 1 5 0 (商品名、ダイセル化学工業社製)	1 0 0	質量部
・ H F A B (商品名、セントラル硝子社製)	2 0	質量部
・ A - 1 8 7 (商品名、日本ユニカー社製)	5	質量部
・ S P 1 7 0 (商品名、旭電化工業社製)	2	質量部
・ キシレン	8 0	質量部

エポキシ樹脂膜をパターニング後、200 で熱処理し、流路部材 3 を形成した。この熱処理によりエポキシ樹脂膜は熱硬化して高い弾性率を発現し、同時に下地との密着性が向上した。なお、この流路部材の材料であるエポキシ樹脂の一般的なガラス転移温度は 180 であることが文献よりわかっている。従ってこの流路部材のガラス転移温度は 180 であると推測される。

【 0 0 9 3 】

前記シリコン基板上に流路部材 3 を形成後、流路部材 3 を保護する保護膜を基板表面に塗布し、シリコン基板裏面にインク供給口 15 のレジスト膜を形成した。その後、アルカリ系のエッチング溶液であるテトラメチルアンモニウムハイドロオキシサイドの水溶液からなるエッチング液によって、加温しながらウエットエッチングを行って、基板裏面から表面まで貫通するインク供給口 15 を形成した。その後、基板表面の保護膜を洗浄液により除去し、ウエハをダイシングし、ヘッドごとのチップに切り出した。

【 0 0 9 4 】

オリフィスプレート 2 は電鍍法によって作製した。詳しくは、基板上に吐出口 4 及び変形誘導領域 20 の貫通穴 21 に対応するレジスト膜を形成した後、メッキ装置によって基板上にニッケル薄膜をメッキ成長させた。その後、そのレジスト膜を除去し、ニッケル薄膜を基板より剥離し、そのニッケル薄膜を、オリフィスプレート 2 のサイズに切断し、オリフィスプレート 2 を作製した。オリフィスプレート 2 の膜厚は $3 \mu\text{m}$ であった。

【 0 0 9 5 】

オリフィスプレート 2 の変形誘導領域 20 の貫通穴 21 は、図 4 (a) に示す形状にて作製した。即ち、各貫通穴の平面形状は円であり、互いに正三角形の頂点に配置された多数の貫通穴パターンを作製した。このとき、貫通穴を結んで形成される正三角形の一辺は

15 μm であり、貫通穴21の直径は全て5 μm であった。変形誘導領域20の空孔率nは0.087であり、変形誘導領域20は、インク流路9最外周から200 μm 流路部材側まで形成された。オリフィスプレート2の形状は図1とほぼ同じである。

【0096】

固定部材10として、チップと同一形状に切り出されたシリコン基板（鏡面研磨処理あり）を用意した。熱圧着機の試料ステージ13及び圧着ロッド14の部材内部にはヒータと熱電対12が備えつけてあり、試料ステージ13と圧着ロッド14の温度は、予め圧着温度に維持された。

【0097】

図3(a)のように、作製した、流路部材3が形成されたヘッド基板30と、オリフィスプレート2とを用意し、図3(c)に示すように、試料ステージ13上に、固定部材10、オリフィスプレート2、ヘッド基板30の順番で積層させた。その際、熱圧着機のアライメント機構によって、熱圧着機上で、これらの相対位置がアライメントされつつ積層された。試料（固定部材10、オリフィスプレート2およびヘッド基板30）と、熱圧着機との配置は、図5に示されるとおりである。

【0098】

その後、図3(d)に示されるように、圧着ロッド14によってヘッド基板30裏面から加圧を行った。圧着圧力は0.2 MPa、圧着温度は200、圧着時間は60 minであった。この段階において、流路部材3はガラス転移温度（180）以上に加熱され、かつ、圧着圧力が高いため、図3(d)のように流路部材3は圧縮され、且つ、変形誘導領域20の貫通穴21と接触している部位の流路部材3が、貫通穴形状に沿って突起状に変形していた。なお圧着温度は圧着ロッド14と基板ステージ13に設置された熱電対によって測定した。加圧を行った後に、図3(e)に示されるように、圧着ロッド14をヘッド基板30から離して、圧着を終了し、液滴吐出ヘッドを作製した。以降、この製造方法で作製した液滴吐出ヘッドを、ヘッドA-1と称する。

【0099】

〔実施例2～5〕

圧着温度を、225、238、250 および300 に変更した以外は、実施例1とそれぞれ同様にして実施例2～5の液滴吐出ヘッドを作製した。以降、実施例2～5で作製したヘッドを、それぞれヘッドA-2～A-5と称する。なお、これらの実施例において、流路部材3はガラス転移温度（180）以上に加熱され、かつ、圧着圧力が高いため、図3(d)のように流路部材3は圧縮され、且つ、変形誘導領域20の貫通穴21に流路部材3が充填された。

【0100】

〔比較例1〕

比較例として、図8に示される従来プロセスにより、液滴吐出ヘッドを作製した（ヘッドB-1）。ヘッドB-1は、図5と同様な熱圧着機によって貼り合わされた。180まで加熱された試料ステージ13上に、固定部材10としてシリコン基板、吐出口4のみが形成されたオリフィスプレート2、ならびにヘッドA-1を作製するのに用いたものと同様のヘッド基板30が積層された。なお、比較例1では、オリフィスプレート2および流路部材3いずれにも変形誘導領域は形成されていない。その際、熱圧着機のアライメント機構によって、固定部材10、オリフィスプレート2およびヘッド基板30はアライメントされた（図8(a)）。その後、図5に示す圧着ロッド14でこれらを加圧して圧着した。圧着圧力は0.015 MPa、圧着温度は180、圧着時間は10 minであった。しかし、上述したようにオリフィスプレートおよび流路部材には、貫通穴および窪みが形成されていないため、この圧着条件において、流路部材3に塑性変形は生じなかった。また、圧着後に流路部材3には何の変形も見られなかった。

【0101】

〔比較例2〕

ヘッドB-1を作製する際に用いたものと同様のオリフィスプレート2を使用した以外

10

20

30

40

50

は、実施例 1 と同様な方法で液滴吐出ヘッドを作製した（ヘッド B - 2）。なお、比較例 1 と同様に、比較例 2 では、オリフィスプレート 2 および流路部材 3 いずれにも、変形誘導領域は形成されていない。ヘッド B - 2 は、実施例 1 と同様に圧着圧力は 0.2 MPa 、圧着温度は 200°C 、圧着時間は 60 min で圧着させ作製しているが、上述したようにオリフィスプレート 2 および流路部材 3 には変形誘導領域が形成されていない。このため、ヘッド B - 2 の流路部材 3 には変形が見られなかった。

【0102】

〔評価〕

図 10 は、実施例のヘッド A - 1 ~ A - 5 および比較例のヘッド B - 1 の吐出口 4 近傍における流路高さ、圧着温度との関係を示したものである。なお、流路高さとは、図 3 に示すように、オリフィスプレート 2 下面（流路部材側の面）と基板 1 表面との距離を意味する。比較例のヘッド B - 1 を三角のシンボル、実施例のヘッド A - 1 ~ A - 5 のデータを円のシンボルで図中にプロットした。

10

【0103】

ここで流路高さは以下のようにして測定した。図 11 は、ヘッド基板 30 の平面図であり、流路高さを測定した箇所を示したものである。作製したヘッドは、図 11 に示すように、長細い長方形のインク供給口 15 が平行に 2 列開口されている。符号 41 ~ 52 で表される箇所の流路高さを顕微鏡によって測定し、平均値を算出した。なおインク供給口 15 の短手方向の両側には、ヒータ列（不図示）が設けられている。

【0104】

20

図 10 より、実施例で作製したヘッドは、圧着温度が高いほど流路高さが低くなっている。圧着温度が 200°C のヘッド A - 1 では、流路高さは $5.1 \mu\text{m}$ であり、流路部材 3 の膜厚 $5.5 \mu\text{m}$ に対して、若干低くなっており、流路部材に変形が生じている。圧着温度が 225°C 以上で作製したヘッド A - 2 ~ A - 5 は、流路高さが $5 \mu\text{m}$ 以下になり、ヘッドを上部から顕微鏡で観察したときに、インク流路 9 上のオリフィスプレート領域が陥没していることが明確に確認された。

【0105】

これらの圧着温度に対する流路高さの挙動は次のように説明される。なお、ガラス転移温度が 180°C である標準的なエポキシ樹脂の弾性率のデータを元に説明する。室温から 160°C 未満の温度では、エポキシ樹脂は硬く、その弾性率は 1 GPa 以上である。このため、 0.2 MPa で圧着すると、流路部材 3 の圧縮歪み量は $0.001 \mu\text{m}$ であり、殆ど歪まない。なお、圧縮前の流路部材 3 の厚みは、 $5.5 \mu\text{m}$ である。

30

【0106】

しかし、エポキシ樹脂は、 160°C 以上から大幅な弾性率の減少が始まり、ガラス転移温度（ 180°C ）付近になると、弾性率は 1 ~ 2 桁下がり、弾性率は 0.1 GPa まで減少する。本発明では、オリフィスプレートおよび流路部材の少なくとも一方に変形誘導領域を有するため、流路部材をガラス転移温度以上に加熱して、弾性率を減少させた状態で圧縮することにより、上記領域に流路部材を入り込ませ塑性変形させることができる。その結果、図 3（e）に示すような段差を流路部材に形成することができる。

【0107】

40

また、ガラス転移温度（ 180°C ）の 1.25 倍の温度（ 225°C ）における弾性率は 0.7 MPa であり、 0.2 MPa の圧着圧力を加えたときには、流路部材 3 の圧縮歪み量は $1.5 \mu\text{m}$ とより大きくなる。この場合、流路部材膜厚に対する歪み量の割合は 27% となる。このように流路部材 3 がより大きく歪む結果、流路部材 3 は容易に塑性変形を起こし、変形誘導領域 20 の貫通穴 21 へ流路部材 3 が容易に充填される。そして、流路部材 3 の圧縮応力が緩和し、流路部材 3 に 2 段の段差が容易に形成される。

【0108】

従って、圧着温度を 225°C 以上にする、即ちガラス転移温度（ 180°C ）の 1.25 倍以上の温度（ 225°C ）にすることは、流路部材 3 に段差を形成するためにより有効であると考えられる。

50

【0109】

次に、比較例のヘッドB - 1と、圧着温度250 で作製したヘッドA - 4の流路高さの再現性を調べた。このヘッドA - 4の流路高さは2.4 μm であり、流路部材3の最も厚い部位の厚さは5.5 μm であった。結果として流路部材3中に3.1 μm の段差が形成された。図12は、上述した製造方法（実施例4および比較例1）により作製したヘッドA - 4およびB - 1のヘッド番号と、平均値で規格化された流路高さ（％）との関係をプロットしたものである。従来方法によるヘッドB - 1は、合計65個製造し、その65個のヘッドの流路高さの平均が6 μm 、そのばらつき（標準偏差／平均値）が22％であった。この65個のヘッドB - 1を、ヘッド番号1～65（ヘッドB - 1 - 1～B - 1 - 65）で表し、三角のシンボルで図中にプロットした。ヘッドB - 1は、流路高さが流路部材の厚さよりも2 μm 程度高くなるヘッドが作製されることがあった。そのような不良ヘッドの一つとして、図12中に示すヘッド番号10番（ヘッドB - 1 - 10、流路高さ7.4 μm ）のヘッドのチップ内各点における流路高さを調べたところ、図11の符号48と49の部位が他の場所に比べて2 μm 以上浮いており、局所的な撓みが発生していることがわかった。この原因として、3 μm と非常に薄いオリフィスプレートを圧着させていることから、製造時における変形、静電気による撓み、圧着均一性の不備などが考えられる。

10

【0110】

一方、本発明のヘッドA - 4は、合計で22個製造し、その22個のヘッドの流路高さの平均値が2.4 μm 、そのばらつきが7％であった。この22個のヘッドA - 4を、ヘッド番号1～22（ヘッドA - 4 - 1～A - 4 - 22）で表し、円のシンボルで図中にプロットした。ヘッドA - 4では、流路高さが低いにも関わらず局所的にオリフィスプレートが浮いてしまうようなヘッドは見られず、流路高さのばらつきも小さかった。この結果は、本発明の製造方法によって、薄いオリフィスプレート内に発生する局所的な撓みを効果的に抑制していることを示しているものと考えられる。

20

【0111】

続いて、ヘッドB - 1と、ヘッドA - 4を用いて精製水を吐出させ、吐出に必要な最小のヒータ電力を調べた。電圧パルスのパルス幅を1.2 μsec としたときの最小ヒータ電力は、ヘッドB - 1に比べてヘッドA - 4は0.75倍であった。これは、ヘッドA - 4の吐出口4とヒータとの距離が、ヘッドB - 1のそれに対して約半分になり、発泡のエネルギーが吐出口4側へより伝わるようになった為である。このように、本発明のヘッドは流路高さを安定的に低減できるため、低消費電力化に対しても有利である。

30

【0112】

また、流路高さが3 μm 程度の変動でも、吐出に必要なエネルギーが0.75倍も変化することは、吐出するインク滴の速度や体積も大きく変動していることを意味する。図12のヘッドB - 1のデータに示されたような、最大で10 μm 以上の流路高さの差（すなわち流路高さの変動）は、吐出するインク滴の速度や体積のチップ内における大きなばらつきを引き起こしていることを意味していると思われる。さらに、このように撓んでいるオリフィスプレート領域近くの吐出口から吐出される液滴の方向が揃ってしまっていた。

40

【0113】

以上の結果より本発明による製造方法は、オリフィスプレートが3 μm と非常に薄くなっても、オリフィスプレートの撓みの発生を防止し、かつ、吐出口とエネルギー発生素子とのギャップ距離を安定に低減できることが示された。

【0114】

本発明の製造方法の好ましい形態をまとめると、以下の通りである。まず、液体流路外周部近傍、且つ、液体流路外周部よりも流路部材側の流路部材、および、その流路部材上に位置するオリフィスプレートの少なくとも一方に、貫通穴および窪みの少なくとも一方を含む変形誘導領域を設ける。流路部材のガラス転移温度以上の特定の温度に加熱して、オリフィスプレートと流路部材とを圧着することにより前記貫通穴および窪みの少なくとも一方に流路部材を充填する。その際に流路部材の液体流路外周部近傍の圧縮応力が緩和

50

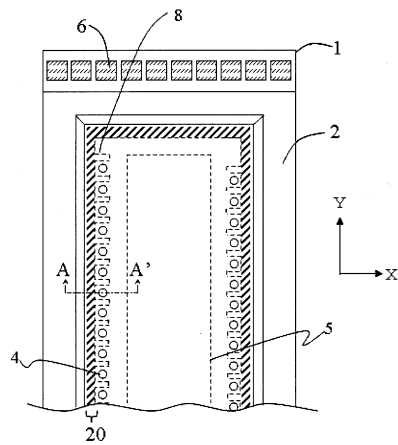
する。加圧を停止することで復元力により流路部材が膨張し、貫通穴および窪み近傍の流路部材とオリフィスプレートが二段に変形する。その結果、オリフィスプレート面内により引き伸ばされることにより、オリフィスプレートの撓みが容易に解消される。

【産業上の利用可能性】

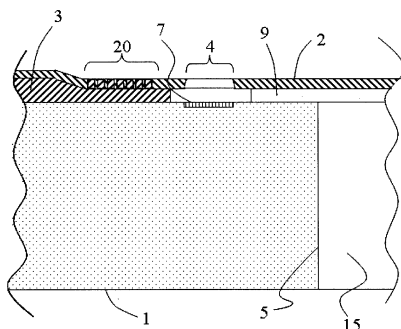
【0115】

本発明の液滴吐出ヘッドは、プリンタや、薬液吐出装置などの医療用機器など、大気圧下において、所定の空気の流れを発生させる機器中において利用される吐出機構において、その利用形態に応じた広範な適用が可能である。

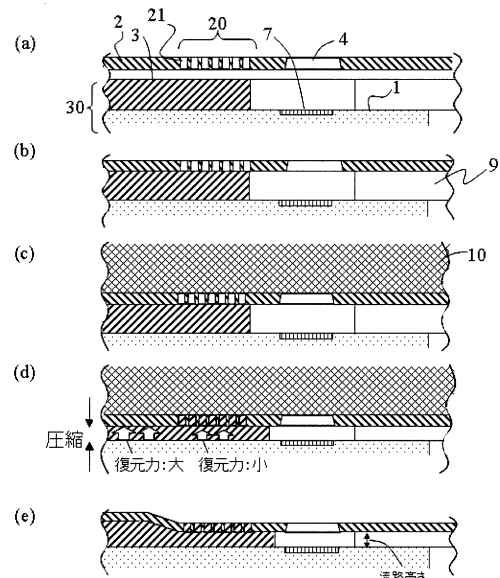
【図1】



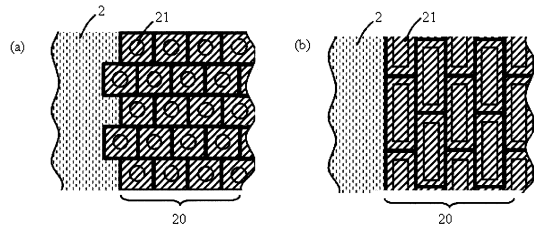
【図2】



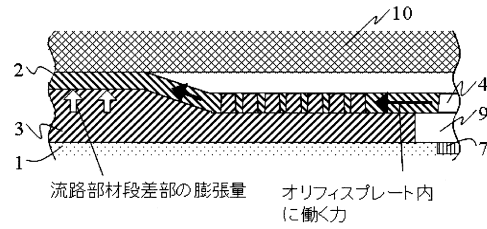
【図3】



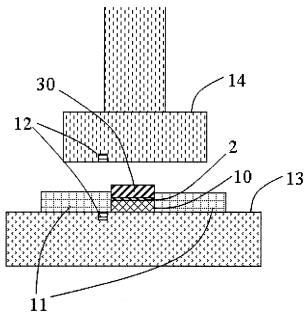
【図 4】



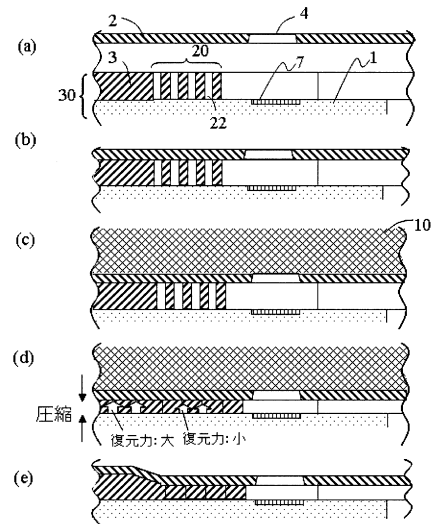
【図 6】



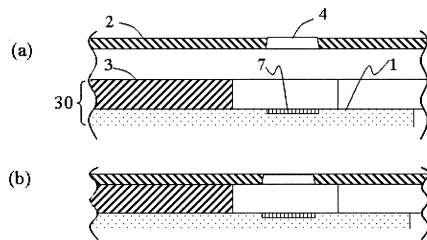
【図 5】



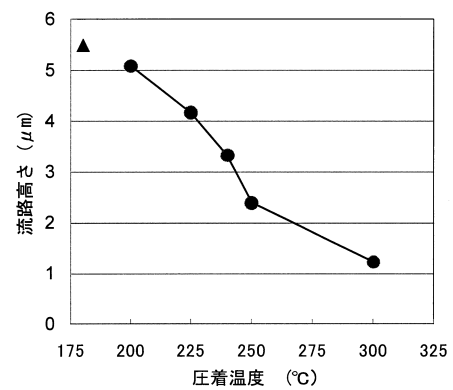
【図 7】



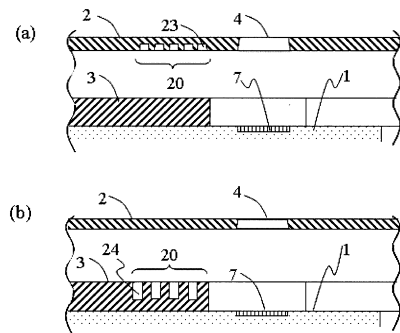
【図 8】



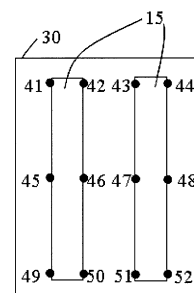
【図 10】



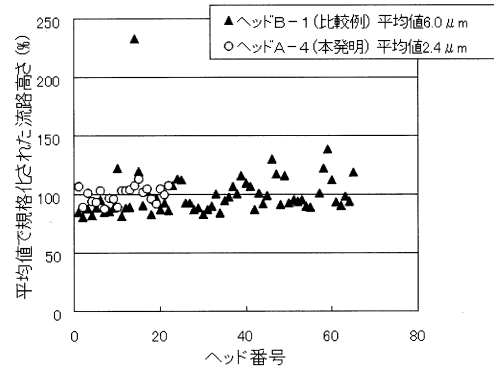
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	B 4 1 J	2/14	2 0 1
	B 4 1 J	2/14	5 0 1
	B 4 1 J	2/14	6 1 3

(56)参考文献 特開2009-029043(JP,A)
特開2003-080717(JP,A)
特開2009-172871(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 4 1 J 2 / 0 1 - 2 / 2 1 5