(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7552708号
(P7552708)

(45)発行日　令和6年9月18日(2024.9.18)

(24)登録日　令和6年9月9日(2024.9.9)

(51)国際特許分類

		FI		
B41J 2/14 (2006.01)		B41J	2/14	607
B41J 2/16 (2006.01)		B41J	2/16	517
		B41J	2/16	503
		B41J	2/14	305
		B41J	2/14	613

請求項の数　7　（全16頁）

(21)出願番号　特願2022-553328(P2022-553328)
(86)(22)出願日　令和2年9月30日(2020.9.30)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/037226
(87)国際公開番号　WO2022/070334
(87)国際公開日　令和4年4月7日(2022.4.7)
審査請求日　令和5年8月10日(2023.8.10)

(73)特許権者　000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番２号
(74)代理人　110002952
弁理士法人鷲田国際特許事務所
(72)発明者　江口 秀幸
東京都千代田区丸の内二丁目７番２号
コニカミノルタ株式会社内
審査官　中村 博之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　インクジェットヘッドおよびその製造方法、ならびに画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１孔が形成された、単結晶シリコンを含む一の流路部材と、

前記第１孔と連通し前記第１孔と共にインク流路を成す第２孔が形成された、他の流路部材と、

前記一の流路部材と前記他の流路部材との間に配置され、前記一の流路部材と前記他の流路部材とを接合する接着剤層と、

前記一の流路部材と前記接着剤層との間に配置された、シリコン酸化物を含まない第１保護膜と、

前記第１保護膜と前記一の流路部材との間に配置された、シリコン酸化物を含む化合物を含む第２保護膜と、

を有し、

前記第２保護膜は、前記一の流路部材の、前記他の流路部材に対向する側の面、及び、前記インク流路に対向する側の面を覆い、

前記第１保護膜は、前記第２保護膜の、前記他の流路部材に対向する側の面を覆い、前記インク流路に対向する側の面を覆わない、

インクジェットヘッド。

【請求項２】

前記第１保護膜は、クロム、酸化クロム、タンタル、タンタル酸化物、チタン、酸化チタン、窒化シリコン、およびシリコンカーバイドからなる群から選択される材料を含む、

請求項１に記載のインクジェットヘッド。
【請求項３】
前記シリコン酸化物を含む化合物は、ＳｉＯ２、ＳｉＯＣ、ＳｉＯＮ、ＴａＳｉＯ、ＺｒＳｉＯ、およびＴｉＳｉＯからなる群から選択される材料を含む、請求項１に記載のインクジェットヘッド。
【請求項４】
前記他の流路部材は、単結晶シリコンを含む流路部材である、請求項１～３のいずれか１項に記載のインクジェットヘッド。
【請求項５】
前記他の流路部材と前記接着剤層との間に配置された、シリコン酸化物を含まない第３保護膜と、前記第３保護膜と前記他の流路部材との間に配置された、シリコン酸化物を含む化合物を含む第４保護膜と、を有し、
前記第４保護膜は、前記他の流路部材の、前記一の流路部材に対向する側の面、及び、前記インク流路に対向する側の面を覆い、
前記第３保護膜は、前記第４保護膜の、前記一の流路部材に対向する側の面を覆い、前記インク流路に対向する側の面を覆わない、
請求項４に記載のインクジェットヘッド。
【請求項６】
第１孔が形成された、単結晶シリコンにより形成された一の流路部材に、シリコン酸化物を含まない第１保護膜と、シリコン酸化物を含む化合物を含む第２保護膜とを形成する工程と、
前記一の流路部材と第２孔が形成された他の流路部材とを、前記第１保護膜が前記他の流路部材と対向するように、接着剤により接着して、前記第１孔と前記第２孔とが連通して成るインク流路を形成する工程と、
を有し、
前記第１保護膜および前記第２保護膜を形成する工程は、
前記第２保護膜が、前記一の流路部材の、前記他の流路部材に対向する側の面、及び、前記インク流路に対向する側の面を覆い、かつ、
前記第１保護膜が、前記第２保護膜の、前記他の流路部材に対向する側の面を覆い、前記インク流路に対向する側の面を覆わないように、
前記第１保護膜および前記第２保護膜を形成する、
インクジェットヘッドの製造方法。
【請求項７】
請求項１～５のいずれか１項に記載のインクジェットヘッドを有する、画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、インクジェットヘッドおよびその製造方法、ならびに画像形成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
インクジェットプリンタなどに用いられるインクジェットヘッドとして、微細加工により細孔や溝などを形成した複数の流路部材を、上記細孔や溝などによりインク流路が形成されるように位置合わせして接着させてなるインクジェットヘッドが知られている。
【０００３】
引用文献１では、複数の流路部材を接着させてなるインクジェットヘッドにおいて、流路部材の、他の流路部材との接着面に、不働態膜を形成する遷移金属と、Ｓｉを含む酸化物と、を含む表面処理膜を形成している。引用文献１によれば、上記表面処理膜は、上記遷移金属によってインクによる腐食を抑制することができ、かつ、上記Ｓｉを含む酸化物によって表面処理膜と接着剤との接着性を向上させることができる、とされている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００４】
【文献】特開２０１４－１９８４６０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１に記載のように、インクによる腐食を抑制するために流路部材に形成する表面処理膜として、Ｓｉを含む酸化物を含む表面処理膜が公知である。しかし、本発明者らの知見によると、引用文献１に記載の表面処理膜を形成してもなお、接着した流路部材のはがれが生じやすかったりすることがあった。
【０００６】
本発明は、上記知見に基づいてなされたものであり、接着した流路部材のはがれが生じにくいインクジェットヘッドおよびその製造方法、ならびに当該インクジェットヘッドを備える画像形成装置を提供することを、その目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記課題は、本発明に係るインクジェットヘッドの一態様によって解決される。
本発明に係るインクジェットヘッドの一態様は、
第１孔が形成された、単結晶シリコンを含む一の流路部材と、
前記第１孔と連通し前記第１孔と共にインク流路を成す第２孔が形成された、他の流路部材と、
前記一の流路部材と前記他の流路部材との間に配置され、前記一の流路部材と前記他の流路部材とを接合する接着剤層と、
前記一の流路部材と前記接着剤層との間に配置された、シリコン酸化物を含まない第１保護膜と、
前記第１保護膜と前記一の流路部材との間に配置された、シリコン酸化物を含む化合物を含む第２保護膜と、
を有し、
前記第２保護膜は、前記一の流路部材の、前記他の流路部材に対向する側の面、及び、前記インク流路に対向する側の面を覆い、
前記第１保護膜は、前記第２保護膜の、前記他の流路部材に対向する側の面を覆い、前記インク流路に対向する側の面を覆わない、
インクジェットヘッドである。
【０００８】
また、上記課題は、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の一態様により解決される。
本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の一態様は、
第１孔が形成された、単結晶シリコンにより形成された一の流路部材に、シリコン酸化物を含まない第１保護膜と、シリコン酸化物を含む化合物を含む第２保護膜とを形成する工程と、
前記一の流路部材と第２孔が形成された他の流路部材とを、前記第１保護膜が前記他の流路部材と対向するように、接着剤により接着して、前記第１孔と前記第２孔とが連通して成るインク流路を形成する工程と、
を有し、
前記第１保護膜および前記第２保護膜を形成する工程は、
前記第２保護膜が、前記一の流路部材の、前記他の流路部材に対向する側の面、及び、前記インク流路に対向する側の面を覆い、かつ、
前記第１保護膜が、前記第２保護膜の、前記他の流路部材に対向する側の面を覆い、前記インク流路に対向する側の面を覆わないように、
前記第１保護膜および前記第２保護膜を形成する、

インクジェットヘッドの製造方法である。

【０００９】

また、上記課題は、上記インクジェットヘッドを有する画像形成装置によって解決される。

【発明の効果】

【００１０】

本発明により、接着した流路部材のはがれが生じにくいインクジェットヘッドおよびその製造方法、ならびに当該インクジェットヘッドを備える画像形成装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】図１は、インクジェット法による画像形成装置の構成を示す模式図である。

【図２】図２は、図１に示す画像形成装置に用いられる、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドの概要を示す分解斜視図である。

【図３】図３は、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドが有するヘッドチップの概要を示す、図２における線Ａ－Ａに沿った断面図である。

【図４】図４は、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドが有するヘッドチップの概要を示す、図２における線Ｂ－Ｂに沿った断面図である。

【図５】図５は、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドにおいて、単結晶シリコンを含む一の流路部材と他の流路部材とが接着剤層により接合している様子を示す、模式部分断面図である。

【図６】図６Ａ～図６Ｃは、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドを製造する工程を示す第１の工程図である。

【図７】図７Ａ～図７Ｃは、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドを製造する工程を示す第２の工程図である。

【図８】図８は、本発明の第１の実施形態におけるインクジェットヘッドを製造する工程を示す第３の工程図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において共通の部材には、同一の符号を付している。また、本発明は、以下の形態に限定されるものではない。

【００１３】

［第１の実施形態］

（画像形成装置およびインクジェットヘッド）

本発明の第１の実施形態における画像形成装置は、後述の本実施形態に係るインクジェットヘッドを有する以外は公知のインクジェット法による画像形成装置と同様に構成することができる。

【００１４】

画像形成装置１００は、図１に示すように、インクジェットヘッド１と、インク供給装置１２０と、搬送装置１３０と、メインタンク１４０とを有している。

【００１５】

インクジェットヘッド１は、インク滴を被印刷物である用紙などの記録媒体１５０に吐出するための複数のノズルを有する。たとえば、インクジェットヘッド１には、色の異なる複数種のインクがそれぞれ特定のノズルに供給されるように構成される。インクジェットヘッド１は、例えば、画像を形成すべき記録媒体１５０の搬送方向Ｘを横切る方向に走査自在に配置されている。インクジェットヘッド１の構成については後述する。

【００１６】

搬送装置１３０は、インクジェットヘッド１に対して記録媒体１５０を搬送するための装置である。搬送装置１３０は、例えば、ベルトコンベア１３１と、回転自在な送りローラー１３２とを備える。ベルトコンベア１３１は、回転自在なプーリー１３３ａ、１３３

ｂと、これらのプーリー１３３ａ、１３３ｂに張設されている無端状のベルト１３４と、から構成される。送りローラー１３２は、記録媒体１５０の搬送方向Ｘにおける上流側のプーリー１３３ａに対向する位置に、ベルト１３４と記録媒体１５０を挟持してベルト１３４上に記録媒体１５０を送り出すように配置されている。

【００１７】

インク供給装置１２０は、インクジェットヘッド１と一体的に配置されている。インク供給装置１２０は、インクの種類ごとに配置されている。たとえば、Ｙ（イエロー）、Ｍ（マゼンタ）、Ｃ（シアン）およびＫ（ブラック）の４色のインクを用いるときは、インク供給装置１２０は、インクジェットヘッド１に四つ配置される。

【００１８】

各インク供給装置１２０は、メインタンク１４０に接続された管１６１および弁１６４を介して、メインタンク１４０内のインクを供給される。また、各インク供給装置１２０は、管１６２を介してインクジェットヘッド１の後述する共通インク室２と連通し、各色のインクを所望の共通インク室２のインク供給口２ａへ供給可能に接続されている。

【００１９】

インクジェットヘッド１は、上記の管１６１から分岐するバイパス管１６３によってメインタンク１４０にも接続されている。管１６１とバイパス管１６３との分岐点には、これら管１６１およびバイパス管１６３の一方または両方にインクの流路を切換、設定可能な弁１６４が配置されている。管１６１、管１６２、およびバイパス管１６３は、例えばいずれも可撓性を有するチューブである。弁１６４は、例えば三方弁である。

【００２０】

メインタンク１４０は、インクジェットヘッド１に供給されるべきインクを収容するためのタンクである。メインタンク１４０は、インクジェットヘッド１とは分離して配置されている。メインタンク１４０は、例えば、不図示の撹拌装置を有している。メインタンク１４０は、画像形成装置１００の画像形成性能や大きさなどに応じて適宜に決めることが可能である。

【００２１】

図２は、上述した画像形成装置１００に用いられるインクジェットヘッド１の概要を示す分解斜視図である。図２に示すように、インクジェットヘッド１は、共通インク室２と、保持部３と、ヘッドチップ４と、フレキシブル配線基板５と、を有している。

【００２２】

共通インク室２は、中空の略直方体状に形成されており、保持部３と対向する一面が開口している。共通インク室２の上記開口と対向する一面には、インク供給装置１２０のインクを供給するためのインク供給口２ａと、インクをインク供給装置１２０に排出するためのインク排出口２ｂが設けられている。共通インク室２は、内部にフィルタを備え、上記フィルタによりインク供給口２ａから供給されたインクから異物を取り除くと共に、インク内に含有する気泡を細かく破砕する。

【００２３】

保持部３は、略中央に開口部３ａを有する略平板状に形成されており、共通インク室２の上記開口を覆うように配置されている。これにより、保持部３の一方の面には、開口部３ａを覆うようにして共通インク室２が接続される。また、保持部３の他方の面には、開口部３ａを覆うようにしてヘッドチップ４が接続される。保持部３は、開口部３ａを介して、共通インク室２とヘッドチップ４とを連通させる。

【００２４】

保持部３の外周部には、挿通孔３ｂが設けられている。挿通孔３ｂには、フレキシブル配線基板５が挿通される。フレキシブル配線基板５は、その一方の端部が、後述するヘッドチップ４の配線基板５０に接続される。また、フレキシブル配線基板５は、その他方の端部が、保持部３に設けた挿通孔３ｂを保持部３の他方の面から挿通して、共通インク室２側に引き出される。

【００２５】

図３は、上述したインクジェットヘッド１が有するヘッドチップ４の概要を示す、図２における線Ａ－Ａに沿った断面図であり、図４は、上述したインクジェットヘッド１が有するヘッドチップ４の概要を示す、図２における線Ｂ－Ｂに沿った断面図である。

【００２６】

ヘッドチップ４は、ノズルプレート１０と、中間プレート２０と、圧力室形成プレート３０と、駆動プレート４０と、配線基板５０とを有している。また、ヘッドチップ４は、インクの吐出面側から、ノズルプレート１０、中間プレート２０、圧力室形成プレート３０、駆動プレート４０、配線基板５０の順に積層されている。

【００２７】

ノズルプレート１０には、複数のノズル孔１１が形成されている。ノズル孔１１は、ノズルプレート１０の一面から他面にかけて貫通している。このノズル孔１１は、吐出口となる先端側が小径となるように絞り込まれた断面形状を有し、共通インク室２から供給されたインクを吐出口から外部に吐出する。また、ノズル孔１１は、ノズルプレート１０に複数設けられ、マトリックス状に配置されている。このノズル孔１１は、ノズルプレート１０に積層される中間プレート２０を介して圧力室形成プレート３０に形成された圧力室３１と連通する。

【００２８】

中間プレート２０は、ノズルプレート１０と、圧力室形成プレート３０との間に配置される。中間プレート２０には、ノズル孔１１と後述する圧力室形成プレート３０に設けた圧力室３１とを連通する第１連通孔２１が設けられている。この第１連通孔２１は、ノズルプレート１０のノズル孔１１と対応する位置に設けられ、中間プレート２０の一面から他面にかけて貫通している。

【００２９】

圧力室形成プレート３０は、複数の圧力室３１と、振動板３２とを有している。圧力室３１は、ノズルプレート１０のノズル孔１１および中間プレート２０の第１連通孔２１と対応する位置に設けられている。また、圧力室３１は、圧力室形成プレート３０の一面から他面にかけて貫通している。圧力室３１は、その体積変動によって、ノズル孔１１から吐出されるインクに吐出圧力を付与する。また、圧力室３１は、ノズルプレート１０のノズル孔１１及び中間プレート２０の第１連通孔２１と対応する位置に設けられている。

【００３０】

振動板３２は、圧力室３１における中間プレート２０とは反対側の開口を覆うように配置されている。この振動板３２には、圧力室３１と連通する第２連通孔３３が設けられている。振動板３２における圧力室３１側の一面と反対側の一面には、駆動プレート４０が配置されている。

【００３１】

駆動プレート４０は、空間部４１と、第２連通孔３３と連通する第３連通孔４２とを有している。空間部４１は、振動板３２を間に挟んで圧力室３１と対向する位置に配置されている。空間部４１には、アクチュエータ６０が収容されている。

【００３２】

アクチュエータ６０は、圧電素子６１と、第１電極６２と、第２電極６３とを有している。第１電極６２は、振動板３２の一面に積層されている。なお、第１電極６２と振動板３２との間には、絶縁層が配置されていてもよい。圧電素子６１は、第１電極６２に積層されて、振動板３２および第１電極６２を間に挟んで圧力室３１と対向する位置に、圧力室３１毎（チャネル毎）に配置される。

【００３３】

圧電素子６１は、電圧が印加されることによって変形する材料で構成されており、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）などの強誘電体材料で構成されている。また、圧電素子６１における第１電極６２とは反対側の面には、第２電極６３が積層されている。第２電極６３は、バンプ６４を介して後述する配線基板５０に設けられた配線層５１と接続される。

【００３４】
配線基板５０は、配線層５１と、配線層５１が一面に形成されたシリコン層５２とを有している。配線層５１は、第２電極６３に設けたバンプ６４と、半田５１ａを介して接続される。また、配線層５１の外縁部は、フレキシブル配線基板５に接続される。さらに、配線層５１における駆動プレート４０と反対側の一面には、シリコン層５２が配置される。シリコン層５２は、保持部３に接合される。
【００３５】
また、配線基板５０には、配線層５１およびシリコン層５２を貫通する第４連通孔５３が設けられている。この第４連通孔５３は、駆動プレート４０の第３連通孔４２と、保持部３の開口部３ａを介して共通インク室２と連通する。
【００３６】
本実施形態では、互いに連通された配線基板５０の第４連通孔５３、駆動プレート４０の第３連通孔４２、および振動板３２の第２連通孔３３により、共通インク室２内のインクを圧力室３１に供給する流路となるインレットが構成される。インレットは、共通インク室２から圧力室３１に流入されるインクの流路抵抗（流量）を絞る役割を担う。また、互いに連通された中間プレート２０の第１連通孔２１およびノズルプレート１０のノズル孔１１により、圧力室３１内のインクを記録媒体１５０に向けて吐出するためのアウトレットが構成される。
【００３７】
かかる構成を備えたインクジェットヘッド１では、共通インク室２に収容されたインクは、インレット（すなわち第４連通孔５３、第３連通孔４２および第２連通孔３３）を通過して、圧力室３１に流れ込む。そして、第１電極６２と第２電極６３との間に電圧が印加されることで、圧電素子６１が作動して変形（振動）すると共に圧電素子６１の変形に伴い、振動板３２が変形（振動）する。この振動板３２が変形（振動）することで、圧力室３１内にインクを吐出するための圧力が発生する。かかる圧力の発生により、圧力室３１内のインクは、アウトレット（すなわち第１連通孔２１およびノズル孔１１）に押し出され、ノズル孔１１の先端（ノズル開口）から記録媒体１５０に向けて吐出される。
【００３８】
このように、本実施形態では、いずれも微細加工により細孔や溝などを形成した複数の流路部材（ノズルプレート１０、中間プレート２０、圧力室形成プレート３０、駆動プレート４０および配線基板５０）が位置合わせして接着されて、インクジェットヘッド１が形成されている。そして、上記位置合わせにより、インク流路（第４連通孔５３、第３連通孔４２、第２連通孔３３、圧力室３１、第１連通孔２１およびノズル孔１１）が形成される。
【００３９】
これらの流路部材の材料は特に限定されず、シリコン（Ｓｉ）、ニッケル（Ｎｉ）、ステンレス鋼などの公知の材料を用いることができる。ただし、本実施形態において、少なくとも一つの流路部材は、単結晶シリコンウエハを加工してなる。言い換えると、これらの流路部材は、少なくとも一つの単結晶シリコンを含む流路部材を有する。
【００４０】
また、本実施形態において、上記単結晶シリコンを含む流路部材のうち少なくとも一つの流路部材は、接着剤層によって他の流路部材と接合されている。なお、上記他の流路部材は、単結晶シリコン以外の材料を含む流路部材であってもよいし、単結晶シリコンを含む複数の流路部材のうち、上記一の流路部材とは異なる別の流路部材であってもよい。
【００４１】
図５は、単結晶シリコンを含む一の流路部材と他の流路部材とが接着剤層により接合している様子を示す模式部分断面図である。なお、図５には、単結晶シリコンを含む一の流路部材としてのノズルプレート１０と、他の流路部材としての中間プレート２０と、が接着剤層７０により接合している様子を示すが、本実施形態はこれに限定されることはなく、他の流路部材同士の接合であってもよい。また、図３および図４では、ノズルプレート

１０に形成されるノズル孔１１および中間プレート２０に形成される第１連通孔２１はいずれも、傾斜した（インクの流通方向に沿って径が変化する）貫通孔であるが、説明の用意のため、図５では上記貫通孔の傾斜は省略している。

【００４２】

本実施形態において、ノズルプレート１０および中間プレート２０はいずれも、シリコンウエハを加工してなる、単結晶シリコンを含む流路部材である。そして、ノズルプレート１０の表面には保護膜１５が形成されており、中間プレート２０の表面には保護膜２５が形成されている。

【００４３】

保護膜１５および保護膜２５は、これらの流路部材（ノズルプレート１０および中間プレート２０）のインクに対する耐性を高めるための保護膜である。

【００４４】

これらの保護膜（本実施形態では保護膜１５および保護膜２５）は、流路部材（本実施形態ではノズルプレート１０および中間プレート２０）のうち、インクの流路と接する表面に形成されていればよいが、他の流路部材と対向する面にも形成されていることが好ましい。他の流路部材と対向する面にこれらの保護膜が形成されていると、シリコン酸化物を含まない保護膜１８とこれらの保護膜との接合により、シリコン酸化物を含まない保護膜１８をより強固に接合させることができる。

【００４５】

これらの保護膜（本実施形態では保護膜１５および保護膜２５）の材料は特に限定されず、不働態を形成するタンタル（Ｔａ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、チタン（Ｔｉ）、ハフニウム（Ｈｆ）およびニオブ（Ｎｂ）などの酸化物、これらにシリコンを含有させた金属シリケート、これらにクロム（Ｃｒ）、ニッケル（Ｎｉ）およびアルミニウム（Ａｌ）などを含有させた金属間化合物、ならびにポリイミド、ポリアミドおよびパリレンなどの有機材料を用いることができる。

【００４６】

これらのうち、インク流路（図５では第１連通孔２１およびノズル孔１１）のインクへの濡れ性を高め、かつインク流路にインクを導入する際の泡抜け性を高める観点からは、上記保護膜は、シリコン酸化物を含む化合物を含むことが好ましい。上記シリコン酸化物を含む化合物の例には、SiO_2、ＳｉＯＣ、ＳｉＯＮ、ＴａＳｉＯ、ＺｒＳｉＯ、およびＴｉＳｉＯなどが含まれる。

【００４７】

これらの保護膜（本実施形態では保護膜１５および保護膜２５）の膜厚は、特に限定されないものの、２０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下であることが好ましく、３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下であることがより好ましい。特に、上記膜厚が３０ｎｍ以上であると、成膜時の欠陥が抑制されやすく、流路部材のインク耐性が十分に高まりやすい。また、特に、上記膜厚が５００ｎｍ以下であると、製造時に薄膜の応力による剥離やクラック等を防止しやすい。

【００４８】

なお、図５では、一の部材および他の部材（ノズルプレート１０および中間プレート２０）の両方に上記保護膜が形成されているが、これらのうち一方の流路部材のみに上記保護膜が形成されていてもよいし、いずれの流路部材にも上記保護膜が形成されていなくてもよい。いずれか一方の流路部材のみに上記保護膜が形成されているとき、上記一の部材および他の部材のいずれに上記保護膜が形成されていてもよいが、少なくとも単結晶シリコンを含む一の部材には上記保護膜が形成されていることが好ましい。

【００４９】

接着剤層７０を構成する接着剤の種類は特に限定されず、エポキシ系などの公知の接着剤を用いることができる。エポキシ系の接着剤は、硬化剤によって密な架橋構造を形成するため、接着剤層の内部にインクが浸透しにくい。そのため、上記浸透したインクにより接着剤層がすることによる流路部材の剥がれが生じにくい。

【００５０】
接着剤層７０の層厚は、特に限定されないものの、０．３μｍ以上１０μｍ以下であることが好ましく、０．５μｍ以上７μｍ以下であることがより好ましい。特に、上記膜厚が５μｍ以上であると、流路部材同士をより強固に接着することができる。また、特に、上記層厚が０．５μｍ以上であると、製造時に流路部材の表面（または保護膜の表面）に残存した異物を上記接着剤層が吸収できるため、流路部材と接着剤層との接合強度をより高めることができる。さらには、上記層厚が７μｍ以下であると、製造時に上記接着剤層の材料があふれることによる異物の発生を抑制することができるうえ、接着剤領域以外の不要な領域への流れ出しを防ぐことができる。なお、接着剤層７０、膜厚を制御するためのスペーサボールを含んでもよい。

【００５１】
そして、本実施形態において、ノズルプレート１０と接着剤層７０との間には、シリコン酸化物を含まない保護膜１８が配置されている。具体的には、シリコン酸化物を含まない保護膜１８は、ノズルプレート１０の保護膜１５および接着剤層７０の両方に接しており、これらと接合することで、ノズルプレート１０と接着剤層７０とを接合している。

【００５２】
また、本実施形態において、中間プレート２０と接着剤層７０との間には、シリコン酸化物を含まない保護膜２８が配置されている。具体的には、シリコン酸化物を含まない保護膜２８は、中間プレート２０の保護膜２５および接着剤層７０の両方に接しており、これらと接合することで、中間プレート２０と接着剤層７０とを接合している。

【００５３】
図５に示すように、流路部材同士の接合部には、これらの流路部材の接合時の位置ずれや、形成時の微細な誤差に由来する段差部７５が生じやすい。そして、この段差部７５は、インクを滞留させやすい。また、流路部材同士の接合界面には微小な隙間が生じやすく、この微小な隙間に入り込んだインクの滞留も生じやすい。そのため、流路部材同士の接合部は、インクによる腐食の影響が生じやすい部位であるといえる。

【００５４】
特に、水系のインクでは、顔料を分散させるためにインクがアルカリ性となっているが、単結晶シリコンやシリコン酸化物はアルカリにより腐食されやすい。そして、単結晶シリコン製の流路部材やシリコン酸化物を含む保護膜などがインクにより腐食すると、腐食によって生じた隙間にインクが入り込んで滞留することにより、上記流路部材や保護膜の腐食がさらに進行していく。上記接合部で生じる腐食は、接着した流路部材のはがれの原因となり得る。また、上記腐食によって生じた隙間からインクが保護膜１５または保護膜２５の内部に浸透すると、これらの保護膜が膨潤して、これらの保護膜と接着剤層との接合強度が弱まる。上記膨潤も、接着した流路部材のはがれの原因となり得る。

【００５５】
そのため、本実施形態では、上記インクの滞留が生じやすい接合部に、シリコン酸化物を含まない保護膜１８およびシリコン酸化物を含まない保護膜２８を配置する。これらの保護膜１８および保護膜２８は、単結晶シリコンやシリコン酸化物を比較して、アルカリによって腐食されにくく、そのため上記腐食からのインクの浸透による膨潤も生じにくい。腐食されにくい保護膜１８および保護膜２８を介して流路部材（本実施形態ではノズルプレート１０および中間プレート２０）と接着剤層７０とを接合させることにより、腐食による接合のはがれを生じにくくすることができる。

【００５６】
上記保護膜１８および保護膜２８の材料の例には、クロム（Ｃｒ）、酸化クロム（Cr_xO_y：ＣｒＯ、Cr_2O_3など）、タンタル（Ｔａ）、タンタル酸化物（Ta_xO_y：Ta_2O_5およびTaO_2など）、チタン（Ｔｉ）、酸化チタン（TiO_2）、窒化シリコン（Si_xN_y：Si_3N_4など）、およびシリコンカーバイド（ＳｉＣ）などが含まれる。これらのうち、耐食性をより高める観点からはクロム、酸化クロムおよび窒化シリコンが好ましく、濡れ性をより高める観点からは、TiO_2が好ましい。

【００５７】
上記保護膜１８および保護膜２８の膜厚は、特に限定されないものの、２０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下であることが好ましく、３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下であることがより好ましい。特に、上記膜厚が３０ｎｍ以上であると、腐食による接合のはがれをより十分に抑制することができるうえ、成膜時の欠陥を抑制しやすい。また、特に、上記膜厚が３０ｎｍ以上であると、製造時に流路部材の表面（または保護膜の表面）に残存した異物を、上記シリコン酸化物を含まない保護膜１８が吸収できるため、流路部材と接着剤層との接合強度をより高めることができる。また、特に、上記膜厚が５００ｎｍ以下であると、製造時に薄膜の応力による剥離やクラック等を防止しやすい。
【００５８】
上記保護膜１８および保護膜２８は、流路部材（本実施形態ではノズルプレート１０および中間プレート２０）のうち、他の流路部材と対向する面に形成されていればよいが、インク流路と接する表面にも形成されていてもよい。インク流路と接する表面に上記保護膜１８および保護膜２８が形成されていると、インク流路のインクへの濡れ性を高めることができる。
【００５９】
上記保護膜１８および保護膜２８は、スパッタリング法などの物理気相成長（ＰＶＤ）、および原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）などを含む、各種蒸着法により形成することができる。これらのうち、複雑な形状のカバレージが良好な原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）が好ましい。
【００６０】
（インクジェットヘッドの作製）
図６～図８は、本実施形態に関するインクジェットヘッドを作製する方法の一例を示す説明図である。なお、図６～図８では、理解の容易のため、一部の部材の縮尺を変更している。
【００６１】
まず、図６Ａに示すように、シリコンウエハを微細加工して、一の流路部材（本実施形態では、ノズルプレート１０）の形状に加工してなる、第１のチップ部材６１０を用意する。第１のチップ部材６１０は、エッチング処理などにより微細な連通孔６１１を多数形成されている。連通孔６１１は、インクジェットヘッドの完成時にはノズル孔１１となる連通孔であり、ノズル孔１１と同じ形状に加工されている。
【００６２】
次に、図６Ｂに示すように、第１のチップ部材６１０に、保護膜６１５を形成する（シリコン酸化物を含む化合物を含む保護膜を形成する工程）。保護膜６１５は、インクジェットヘッドの完成時には保護膜１５となる膜部材であり、保護膜１５について説明した材料（シリコン酸化物を含む化合物）により、保護膜１５の厚みとなるように形成される。保護膜６１５の形成方法は特に限定されず、スパッタリング法などの物理気相成長（ＰＶＤ）、および原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）などを含む、各種蒸着法により形成することができる。保護膜６１５は、第１のチップ部材６１０のうち、ノズル孔１１となる連通孔６１１に接する表面に形成すればよいが、他の流路部材と対向することになる面（保護膜６１８が形成される面）にも形成することが好ましい。
【００６３】
次に、図６Ｃに示すように、第１のチップ部材６１０に、保護膜６１８を形成する（一の流路部材にシリコン酸化物を含まない保護膜を形成する工程）。保護膜６１８は、インクジェットヘッドの完成時にはシリコン酸化物を含まない保護膜１８となる膜部材であり、シリコン酸化物を含まない保護膜１８について説明した材料により、シリコン酸化物を含まない保護膜１８の厚みとなるように形成される。保護膜６１８の形成方法は特に限定されず、スパッタリング法などの物理気相成長（ＰＶＤ）、および原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）などを含む、各種蒸着法により形成することができる。保護膜６１８は、第１のチップ部材６１０のうち、他の流路部材（中間プレート２０）と

対向することになる面に形成すればよいが、ノズル孔１１となる連通孔６１１に接する表面にも形成してもよい。なお、中間プレート２０は必ずしも必要ではなく、ノズルプレート１０と圧力室形成プレート３０を直接接合してもよい。

【００６４】

次に、図７Ａに示すように、シリコンウエハを微細加工して、他の流路部材（本実施形態では、中間プレート２０）の形状に加工してなる、第２のチップ部材６２０を用意する。第２のチップ部材６２０は、エッチング処理などにより微細な連通孔６２１を多数形成されている。連通孔６２１は、インクジェットヘッドの完成時には第１連通孔２１となる連通孔であり、第１連通孔２１と同じ形状に加工されている。

【００６５】

次に、図７Ｂに示すように、第２のチップ部材６２０に、保護膜６２５を形成する（シリコン酸化物を含む化合物を含む保護膜を形成する工程）。保護膜６２５は、インクジェットヘッドの完成時には保護膜２５となる膜部材であり、保護膜２５について説明した材料（シリコン酸化物を含む化合物）により、保護膜２５の厚みとなるように形成される。保護膜６２５の形成方法は特に限定されず、スパッタリング法などの物理気相成長（ＰＶＤ）、および原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）などを含む、各種蒸着法により形成することができる。保護膜６２５は、第２のチップ部材６２０のうち、第１連通孔２１となる連通孔６２１に接する表面に形成すればよいが、他の流路部材と対向することになる面（保護膜６２８が形成される面）にも形成することが好ましい。

【００６６】

次に、図７Ｃに示すように、第２のチップ部材６２０に、保護膜６２８を形成する（他の流路部材にシリコン酸化物を含まない保護膜を形成する工程）。保護膜６２８は、インクジェットヘッドの完成時にはシリコン酸化物を含まない保護膜２８となる膜部材であり、シリコン酸化物を含まない保護膜２８について説明した材料により、シリコン酸化物を含まない保護膜２８の厚みとなるように形成される。保護膜６２８の形成方法は特に限定されず、スパッタリング法などの物理気相成長（ＰＶＤ）、および原子層堆積法（ＡＬＤ）などの化学気相成長（ＣＶＤ）などを含む、各種蒸着法により形成することができる。保護膜６２８は、第２のチップ部材６２０のうち、一の流路部材（ノズルプレート１０）と対向することになる面に形成すればよいが、第１連通孔２１となる連通孔６２１に接する表面にも形成してもよい。

【００６７】

次に、第１のチップ部材６１０と第２のチップ部材６２０とを接合する（インク流路を形成する工程）。具体的には、図８に示すように、第１のチップ部材の保護膜６２８を形成した面に、接着剤６７０を付与する。接着剤６７０は、バーコーター、フレキソ印刷、スクリーン印刷などの塗布方式により付与することができる。そして、第２のチップ部材６２０の保護膜６２８を形成した面（図８に記載の第２のチップ部材６２０は、図７に記載の第２のチップ部材６２０を上下反転したものである。）を、連通孔６１１と連通孔６２１とを位置合わせしたうえで、接着剤６７０に接触させて加圧する。このとき、必要に応じて加熱して接着剤６７０を硬化させてもよい。このようにして、接着剤６７０が硬化してなる接着剤層７０により、第１のチップ部材６１０（ノズルプレート１０）と第２のチップ部材６２０（中間プレート２０）とが接合した、接合体を得ることができる（図５参照）。

【００６８】

さらに、圧力室形成プレート３０、駆動プレート４０および配線基板５０を、インク流路が連通するように位置合わせして貼り合わせていくことで、インクジェットヘッド１を得ることができる。

【００６９】

上記実施形態は、本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものにすぎず、これによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施する

ことができる。

【００７０】

たとえば、上記実施形態は、一の流路部材と他の流路部材とがいずれも単結晶シリコンを含むものとして説明したが、いずれか一方のみが単結晶シリコンを含むものであってもよい。つまり、一の流路部材が単結晶シリコンを含むものであり、他の流路部材はその他の材料からなるものであってもよい。このとき、シリコン酸化物を含まない保護膜は、単結晶シリコンを含む流路部材と接着剤層との間に配置されればよいが、単結晶シリコンを含む流路部材と接着剤層との間に配置されてもよい。

【００７１】

また、上記実施形態は、一の流路部材がノズルプレートであり他の流路部材が中間プレートであるものとして説明したが、これら以外の流路部材が単結晶シリコンを含むときは、当該流路部材と他の流路部材との接合部に、シリコン酸化物を含まない保護膜を配置してもよい。このとき、ノズルプレートおよび中間プレートが、単結晶シリコン以外の材料から形成されてもよいことは言うまでもない。

【００７２】

また、シリコン酸化物を含まない保護膜は、単結晶シリコンを含む一の流路部材と接着剤層との間に配置されればよいが、一の流路部材の、接着剤層と接しない表面にシリコン酸化物を含まない保護膜が形成されていてもよい。

【００７３】

また、上記実施形態では、単結晶シリコンを含む一の流路部材に接着剤を付与して、他の流路部材と接合させていたが、他の流路部材に接着剤を付与して、単結晶シリコンを含む一の流路部材と接合させてもよい。

【００７４】

また、上記実施形態は、インクジェットヘッドが水系インクを吐出するものとして説明したが、溶剤系インク、活性線硬化型インク、およびホットメルトインクなどの、他の種類のインクを吐出するために、上記インクジェットヘッドを使用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【００７５】

本発明のインクジェットヘッドによれば、接着した流路部材のはがれが生じにくい。そのため、本発明のインクジェットヘッドによれば、インクジェットヘッドの耐久性のさらなる向上を図ることができ、インクジェットヘッドのさらなる普及への貢献が期待される。

【符号の説明】

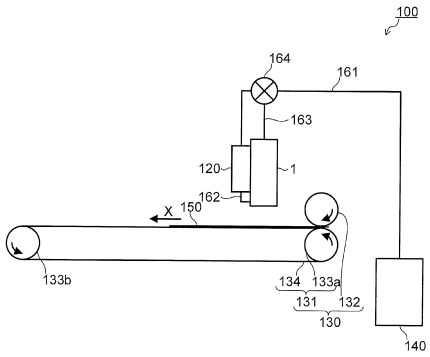
【００７６】

１　インクジェットヘッド
２　共通インク室
２ａ　インク供給口
２ｂ　インク排出口
３　保持部
３ａ　開口部
４　ヘッドチップ
５　フレキシブル配線基板
１０　ノズルプレート
１１　ノズル孔
１５　保護膜
１８　シリコン酸化物を含まない保護膜
２０　中間プレート
２１　第１連通孔
２５　保護膜
２８　シリコン酸化物を含まない保護膜
３０　圧力室形成プレート

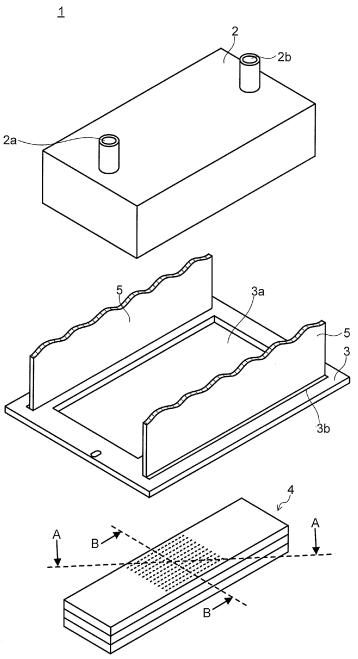
３１　圧力室
３２　振動板
３３　第２連通孔
４０　駆動プレート
４１　空間部
４２　第３連通孔
５０　配線基板
５１　配線層
５１ａ　半田
５２　シリコン層
５３　第４連通孔
６０　アクチュエータ
６１　圧電素子
６２　第１電極
６３　第２電極
７０　接着剤層
７５　段差部
１００　画像形成装置
１２０　インク供給装置
１３０　搬送装置
１３１　ベルトコンベア
１３２　送りローラー
１３３ａ、１３３ｂ　プーリー
１３４　ベルト
１４０　メインタンク
１６１、１６２　管
１６３　バイパス管
１６４　弁
６１０　第１のチップ部材
６１１　連通孔
６１５　保護膜
６１８　保護膜
６２０　第２のチップ部材
６２５　保護膜
６２８　保護膜
６７０　接着剤

【図面】

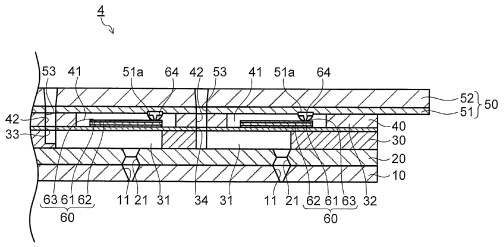
【図１】


100
164
161
163
120
1
162
X
150
133b
134
133a
131
132
130
140

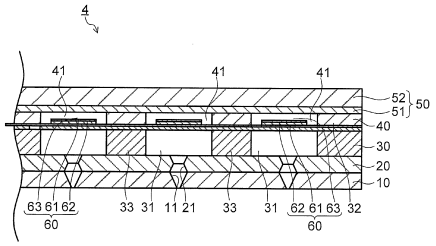
【図２】


1
2
2b
2a
5
3a
5
3
3b
4
A
B
A
B

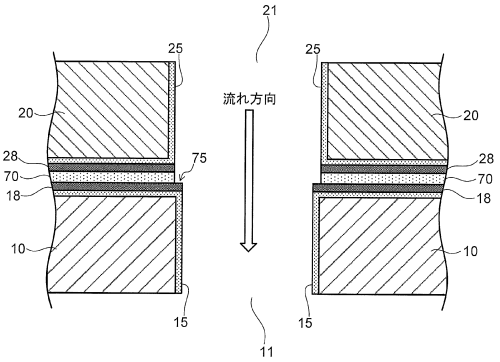
【図３】


4
53
41
51a
64
42
53
41
51a
64
52
51
50
42
33
40
30
20
10
63
61
62
60
11
21
31
34
31
11
21
62
61
63
60
32

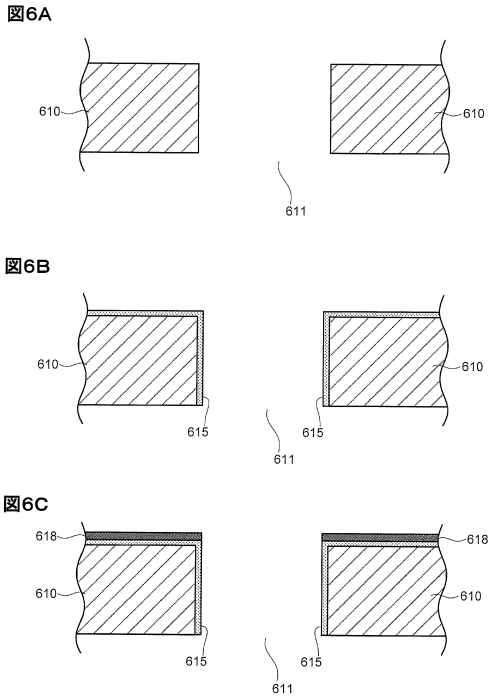
【図４】


4
41
41
41
52
51
50
40
30
20
10
63
61
62
60
33
31
11
21
33
31
62
61
63
60
32

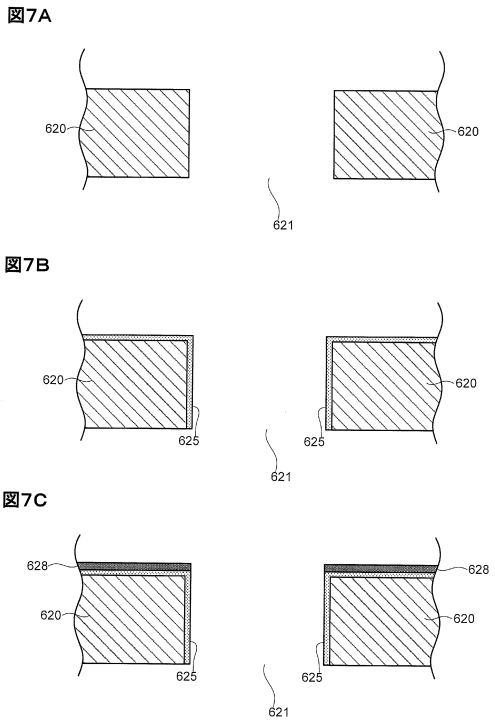
【図５】


21
25
25
流れ方向
20
20
28
75
28
70
70
18
18
10
10
15
15
11

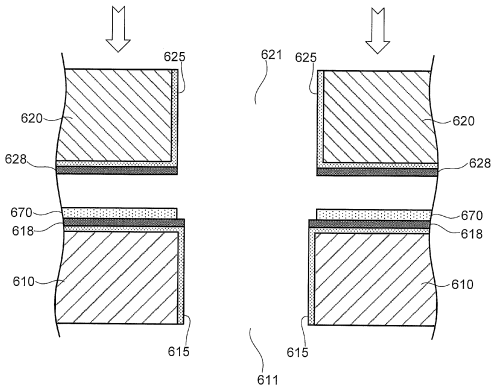
【図６】


図6A
610
610
611
図6B
610
610
615
615
611
図6C
618
618
610
610
615
615
611

【図７】


図7A
620
620
621
図7B
620
620
625
625
621
図7C
628
628
620
620
625
625
621

【図８】


621
625
625
620
620
628
628
670
670
618
618
610
610
615
615
611

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１４－１２４８８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２４５５８９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－２１４１６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２１８７１６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０１８２３７５（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ４１Ｊ　２／０１－２／２１５