

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7003473号

(P7003473)

(45)発行日 令和4年1月20日(2022.1.20)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類

F I

B 4 1 J 2/14 (2006.01)

B 4 1 J 2/14 5 0 1

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

B 4 1 J 2/14 3 0 5

B 4 1 J 2/16 4 0 1

請求項の数 11 (全23頁)

(21)出願番号	特願2017-147581(P2017-147581)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	平成29年7月31日(2017.7.31)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2018-199318(P2018-199318 A)	(74)代理人	100179475
(43)公開日	平成30年12月20日(2018.12.20)		弁理士 仲井 智至
審査請求日	令和2年7月6日(2020.7.6)	(74)代理人	100216253
(31)優先権主張番号	特願2017-104230(P2017-104230)		弁理士 松岡 宏紀
(32)優先日	平成29年5月26日(2017.5.26)	(74)代理人	100225901
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 今村 真之
		(72)発明者	齋場 孝司
			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
		(72)発明者	松本 康享
			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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ノズルプレート、液体噴射ヘッド、液体噴射装置、及び、ノズルプレートの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体が噴射されるノズルガーの面側に開口されたノズルプレートを備えた液体噴射ヘッドであって、

前記ノズルプレートの前記一の面側には、前記液体から保護する保護層が積層され、

前記保護層の前記一の面側には、架橋したフッ素樹脂を含む撥液層が積層され、

前記ノズルの延在方向と交差する方向における第1位置と、前記交差する方向において前記第1位置よりも前記ノズルから遠い第2位置と、について、

前記第1位置における前記保護層は、前記第2位置における前記保護層よりも、前記延在方向に沿った前記一の面と反対の面側に設けられることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項2】

前記撥液層は、前記一の面側と架橋していることを特徴とする請求項1に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項3】

前記保護層は、導電性を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項4】

前記第1位置における前記撥液層は、前記第2位置における前記撥液層よりも、前記延在方向における厚さが厚いことを特徴とする請求項1から請求項3の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 5】

前記第 1 位置における前記撥液層の前記一の面側の表面と、前記第 2 位置における前記撥液層の前記一の面側の表面とは、前記延在方向において同じ位置に位置することを特徴とする請求項 4 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 6】

前記ノズルは、前記開口を含む第 1 の部分と、前記第 1 の部分と連通する第 2 の部分とを有し、

前記第 1 の部分における前記開口の径は、前記第 2 の部分の径より大きく、

前記撥液層は、前記第 1 の部分に形成されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 7】

前記第 1 の部分は、前記開口の縁の角を切り欠いた形状に形成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 8】

前記第 1 の部分は、前記開口の縁の角を斜めに面取りした形状に形成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 9】

前記第 1 の部分は、前記開口の縁の角を丸めた形状に形成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 10】

前記第 1 位置における前記保護層と、前記第 2 位置における前記保護層とは、同じ層で形成されることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッド

。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 の何れか一項に記載の液体噴射ヘッドを備えた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、表面に撥液処理が施されたノズルプレート、液体噴射ヘッド、液体噴射装置、及び、ノズルプレートの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液体噴射装置は、液体噴射ヘッドを備え、液体噴射ヘッドのノズルプレートに開設されたノズルから各種の液体を噴射する装置である。この液体噴射装置としては、例えば、インクジェット式プリンターやインクジェット式プロッター等の画像記録装置があるが、最近ではごく少量の液体を所定位置に正確に着弾させることができるという特長を生かして各種の製造装置にも応用されている。例えば、液晶ディスプレイ等のカラーフィルターを製造するディスプレイ製造装置、有機 E L (Electro Luminescence) ディスプレイや F E D (面発光ディスプレイ) 等の電極を形成する電極形成装置、バイオチップ (生物化学素子) を製造するチップ製造装置に適用されている。そして、画像記録装置用の記録ヘッドでは液状のインクを噴射し、ディスプレイ製造装置用の色材噴射ヘッドでは R (Red) ・ G (Green) ・ B (Blue) の各色材の溶液を噴射する。また、電極形成装置用の電極材噴射ヘッドでは液状の電極材料を噴射し、チップ製造装置用の生体有機物噴射ヘッドでは生体有機物の溶液を噴射する。

【0003】

このような液体噴射装置において、ノズルから噴射された液滴の一部がノズルプレートの表面 (詳しくは、液滴が噴射される側の面) に付着することがある。特に、ノズルの近傍に液体が付着すると、ノズルから噴射される液滴に干渉して液滴の飛翔方向が曲がる等の不具合が発生する虞がある。このような不具合を抑制するため、ノズルプレートの表面に

10

20

30

40

50

撥液膜を形成した液体噴射ヘッドが開示されている（特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２０１４－１２４８７４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで、ワイパー等によりノズルプレートの表面を払拭する払拭動作において、ノズルプレートの表面の撥液膜が削られる虞がある。特に、噴射する液体として酸化チタン等の顔料が含まれるインクを用いる場合、当該インクに含まれる顔料が研磨剤のように作用し、払拭動作による撥液膜の摩耗が顕著になる。その結果、ノズルプレートの表面において、十分な撥液性が得られない虞がある。

10

【０００６】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は表面に形成された撥液層の劣化を抑制したノズルプレート、液体噴射ヘッド、液体噴射装置、及び、ノズルプレートの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明のノズルプレートは、上記目的を達成するために提案されたものであり、液体が噴射されるノズルが一の面側に開口されたノズルプレートであって、架橋したフッ素樹脂を含む撥液層が前記一の面側に形成されたことを特徴とする。

20

【０００８】

この構成によれば、フッ素樹脂を含む撥液層が形成されるため、ノズルプレートの一の面側に撥液性を付与することができる。また、撥液層が架橋したフッ素樹脂を含むため、架橋していないフッ素樹脂と比べて、耐摩耗性を向上させることができる。その結果、ノズルプレートの一の面側における撥液性の劣化を抑制できる。

【０００９】

上記構成において、前記撥液層は、前記一の面側と架橋していることが望ましい。

【００１０】

この構成によれば、撥液層のノズルプレートへの接着性（密着性）を向上させることができる。その結果、撥液層の剥離を抑制できる。

30

【００１１】

また、上記各構成の何れかにおいて、前記液体から保護する保護層が前記一の面側に形成され、

前記保護層に前記撥液層が積層されたことが望ましい。

【００１２】

この構成によれば、たとえ撥液層の一部にピンホールやクラック等の欠陥が生じたとしても、保護層によりノズルプレートの一の面側を保護することができる。

【００１３】

さらに、上記構成において、前記保護層は、導電性を有することが望ましい。

40

【００１４】

この構成によれば、ノズルプレートの一の面側における帯電量を低減することができる。

【００１５】

また、上記各構成の何れかにおいて、前記ノズルは、前記開口を含む第１の部分と、前記第１の部分と連通する第２の部分とを有し、

前記第１の部分における前記開口の径は、前記第２の部分の径より大きく、

前記撥液層は、前記第１の部分に形成されたことが望ましい。

【００１６】

この構成によれば、ノズルの開口の縁における撥液層が摩耗することを抑制できる。

50

【0017】

さらに、上記構成において、前記第1の部分は、前記開口の縁の角を切り欠いた形状に形成されたことが望ましい。

【0018】

又は、前記第1の部分は、前記開口の縁の角を斜めに面取りした形状に形成されたことが望ましい。

【0019】

或いは、前記第1の部分は、前記開口の縁の角を丸めた形状に形成されたことが望ましい。

【0020】

これらの構成によれば、ノズルプレートの第1の部分の加工が容易になる。

10

【0021】

また、本発明の液体噴射ヘッドは、上記各構成の何れかのノズルプレートを備えたことを特徴とする。

【0022】

この構成によれば、液体噴射ヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0023】

さらに、本発明の液体噴射装置は、上記構成の液体噴射ヘッドを備えたことを特徴とする。

【0024】

この構成によれば、液体噴射装置の信頼性を向上させることができる。

20

【0025】

そして、本発明のノズルプレートの製造方法は、液体が噴射されるノズルが開口された一の面側に、架橋したフッ素樹脂を含む撥液層が形成されたノズルプレートの製造方法であって、

前記一の面側に架橋前の未架橋フッ素樹脂を含む未架橋フッ素樹脂含有層を積層する未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と、

酸素濃度が所定値以下の低酸素雰囲気下において、前記未架橋フッ素樹脂含有層を加熱した状態で放射線を照射して、架橋前の前記未架橋フッ素樹脂含有層を架橋させて前記撥液層を形成する架橋工程と、を含むことを特徴とする。

【0026】

この方法によれば、ノズルプレートの一の面側に耐摩耗性を向上させた撥液層を形成できる。これにより、撥液層の劣化が抑制されたノズルプレートを作製できる。

30

【0027】

上記方法において、前記ノズル内に形成された前記撥液層の少なくとも一部を除去する除去工程を含むことが望ましい。

【0028】

この方法によれば、ノズルが撥液層で塞がれることを抑制できる。

【0029】

また、上記方法において、前記除去工程は、前記ノズルに対応する位置に貫通孔が形成されたマスクを前記一の面側から前記撥液層に重ね合わせた状態で前記一の面側からイオンビーム又は放射線を照射することにより、前記ノズル内に形成された前記撥液層の少なくとも一部を除去することが望ましい。

40

【0030】

この方法によれば、ノズル内の撥液層を容易に除去できる。

【0031】

また、上記方法において、前記除去工程は、前記一の面側とは反対側の面側からイオンビーム又は放射線を照射することにより、前記ノズル内に形成された前記撥液層の少なくとも一部を除去することが望ましい。

【0032】

この方法によれば、ノズル内の撥液層を一層容易に除去できる。

【0033】

50

さらに、上記各方法の何れかにおいて、前記架橋工程の後、前記撥液層の表面を研磨する研磨工程を含むことが望ましい。

【0034】

この方法によれば、放射線の照射により撥液層の表面がダメージを受けたとしても、このダメージを受けた部分を除去することができる。

【0035】

また、上記各方法の何れかにおいて、前記未架橋フッ素樹脂含有層積層工程は、前記未架橋フッ素樹脂の粒子と前記未架橋フッ素樹脂の粒子を分散させる分散媒とを含むディスパージョンを前記一の面側に塗布するディスパージョン塗布工程と、前記一の面側に塗布された前記ディスパージョンから前記分散媒を蒸発させる乾燥工程と、を含むことが望ましい。

10

【0036】

この方法によれば、ピンホールやクラック等の欠陥が少ない平滑な未架橋フッ素樹脂含有層を作製できる。これにより、欠陥が少ない平滑な撥液層を作製できる。

【0037】

さらに、上記方法において、前記ディスパージョンに含まれる前記未架橋フッ素樹脂の平均粒径は、前記一の面側に形成される前記撥液層の膜厚の半分以下であることが望ましい。

【0038】

この方法によれば、未架橋フッ素樹脂の粒子に起因する表面の凹凸を抑制でき、より平滑な撥液層を作製できる。

20

【0039】

又は、上記各方法の何れかにおいて、前記未架橋フッ素樹脂含有層積層工程は、前記未架橋フッ素樹脂を含む樹脂シートを前記一の面に密着させるシート配置工程を含むことが望ましい。

【0040】

この方法によれば、一の面側に未架橋フッ素樹脂含有層を容易に積層できる。

【0041】

さらに、上記各方法の何れかの前記架橋工程において、前記ノズルから吸引しながら前記未架橋フッ素樹脂を架橋させることが望ましい。

【0042】

この方法によれば、ノズルの内部に撥液層を形成できる。

30

【0043】

また、上記各方法の何れかにおいて、前記未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と、前記架橋工程と、を交互に少なくとも2回以上繰り返すことが望ましい。

【0044】

この方法によれば、撥液層が厚膜な場合においても、撥液層の厚さのばらつきを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】プリンターの構成を説明する斜視図である。

40

【図2】記録ヘッドの構成を説明する要部の断面図である。

【図3】ノズルプレートの断面を拡大した模式図である。

【図4】ノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図5】ノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図6】架橋工程における放射線の照射を説明する模式図である。

【図7】除去工程を説明するノズルプレートの断面における模式図である。

【図8】除去工程を説明するノズルプレートの断面における模式図である。

【図9】除去工程の変形例を説明するノズルプレートの断面における模式図である。

【図10】除去工程の変形例を説明するノズルプレートの断面における模式図である。

【図11】研磨工程を説明するノズルプレートの断面における模式図である。

50

【図 1 2】第 2 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 1 3】第 2 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 1 4】第 2 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 1 5】第 2 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 1 6】ノズルプレートの第 1 の変形例を説明する模式図である。

【図 1 7】ノズルプレートの第 2 の変形例を説明する模式図である。

【図 1 8】ノズルプレートの第 3 の変形例を説明する模式図である。

【図 1 9】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 2 0】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 2 1】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 2 2】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 2 3】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【図 2 4】第 3 の実施形態におけるノズルプレートの製造方法を説明する断面における状態遷移図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

以下、本発明を実施するための形態を、添付図面を参照して説明する。なお、以下に述べる実施の形態では、本発明の好適な具体例として種々の限定がされているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。また、以下においては、液体噴射ヘッドの一種として、液体噴射装置の一種であるインクジェット式プリンター（以下、プリンター）1 に搭載されたインクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッド）3 を例に挙げて説明する。

【0047】

図 1 は、プリンター 1 の斜視図である。プリンター 1 は、記録紙等の記録媒体 2（着弾対象の一種）の表面に対してインク（液体の一種）を噴射して画像等の記録を行う装置である。このプリンター 1 は、記録ヘッド 3、この記録ヘッド 3 が取り付けられるキャリッジ 4、キャリッジ 4 を主走査方向に移動させるキャリッジ移動機構 5、記録媒体 2 を副走査方向に移送する搬送機構 6 等を備えている。ここで、上記のインクは、液体供給源としてのインクカートリッジ 7 に貯留されている。このインクカートリッジ 7 は、記録ヘッド 3 に対して着脱可能に装着される。なお、インクカートリッジがプリンターの本体側に配置され、当該インクカートリッジからインク供給チューブを通じて記録ヘッドに供給される構成を採用することもできる。

【0048】

上記のキャリッジ移動機構 5 はタイミングベルト 8 を備えている。そして、このタイミングベルト 8 は DC モーター等のパルスモーター 9 により駆動される。したがってパルスモーター 9 が作動すると、キャリッジ 4 は、プリンター 1 に架設されたガイドロッド 10 に案内されて、主走査方向（記録媒体 2 の幅方向）に往復移動する。キャリッジ 4 の主走査方向の位置は、位置情報検出手段の一種であるリニアエンコーダー（図示せず）によって検出される。リニアエンコーダーは、その検出信号、即ち、エンコーダーパルス（位置情報の一種）をプリンター 1 の制御部に送信する。

【0049】

10

20

30

40

50

記録媒体 2 が搬送される領域（又は、印刷領域）に対して主走査方向の一端側（図 1 中、右側）に外れた位置には、記録ヘッド 3 の待機位置であるホームポジションが設定されている。このホームポジションには、キャップ 1 1 及びワイパー 1 2 が設けられている。キャップ 1 1 は、ホームポジションに待機する記録ヘッド 3 のノズル面 2 3（後述）を封止する、例えば、弾性体からなる部材である。また、ワイパー 1 2 は、ホームポジションに待機する記録ヘッド 3 のノズル面 2 3 を払拭する部材である。本実施形態におけるワイパー 1 2 は、エラストマー等の弾性体からなり、ブレード状に形成されている。なお、ワイパー 1 2 としては、綿、絹等の布からなるシート状の部材を用いることもできる。また、本実施形態におけるワイパー 1 2 は、ノズル 2 2 の配設方向であるノズル列方向に沿ってノズル面 2 3 を払拭するように構成されている。

10

【0050】

次に記録ヘッド 3 について説明する。図 2 は、記録ヘッド 3 の構成を説明する要部の断面図である。図 3 は、ノズルプレート 2 1 の断面を拡大した模式図である。なお、記録ヘッド 3 の構成はノズル列方向に直交する方向において概ね左右対称であるため、図 2 では一方の構成のみを表している。また、図 3 においては、図 2 とは逆にノズル面 2 3 が上方になるように表している。さらに、以下の説明では、便宜上、ヘッドケース 1 6 側を上方（又は上側）、ノズル面 2 3 側を下方（又は下側）として説明する。本実施形態における記録ヘッド 3 は、図 2 に示すように、アクチュエーターユニット 1 4 及び流路ユニット 1 5 が積層された状態でヘッドケース 1 6 に取り付けられている。

【0051】

ヘッドケース 1 6 は、合成樹脂製の箱体状部材であり、その内部には各圧力室 3 0 にインクを供給する液体導入路 1 8 が形成されている。この液体導入路 1 8 は、後述する共通液室 2 5 と共に、複数形成された圧力室 3 0 に共通なインクが貯留される空間である。本実施形態においては、2 列に並設された圧力室 3 0 の列に対応して液体導入路 1 8 が 2 つ形成されている。また、ヘッドケース 1 6 の下側（流路ユニット 1 5 側）の部分には、当該ヘッドケース 1 6 の下面（流路ユニット 1 5 側の面）からヘッドケース 1 6 の高さ方向の途中まで直方体状に窪んだ収容空間 1 7 が形成されている。流路ユニット 1 5 がヘッドケース 1 6 の下面に位置決めされた状態で接合されると、後述する連通基板 2 4 に積層されたアクチュエーターユニット 1 4 が収容空間 1 7 内に収容されるように構成されている。さらに、収容空間 1 7 の天井面の一部には、ヘッドケース 1 6 の外側の空間と収容空間 1 7 とを連通する挿通開口 1 9 が開設されている。この挿通開口 1 9 を通じて図示しない FPC（フレキシブルプリント基板）等の配線基板が収容空間 1 7 内に挿通され、当該収容空間 1 7 内のアクチュエーターユニット 1 4 に接続される。

20

30

【0052】

本実施形態における流路ユニット 1 5 は、連通基板 2 4 及びノズルプレート 2 1 を有している。ノズルプレート 2 1 は、連通基板 2 4 の下面（圧力室形成基板 2 9 とは反対側の面）に接合されたシリコン製の基板（例えば、シリコン単結晶基板）である。本実施形態では、このノズルプレート 2 1 により、後述する共通液室 2 5 となる空間の下面側の開口が封止されている。また、ノズルプレート 2 1 には、複数のノズル 2 2 が直線状（列状）に開設されている。この複数のノズル 2 2 からなるノズル 2 2 の列（すなわち、ノズル列）は、ノズルプレート 2 1 に 2 列形成されている。各ノズル列を構成するノズル 2 2 は、一端側のノズル 2 2 から他端側のノズル 2 2 までドット形成密度に対応したピッチで、例えば主走査方向に沿って等間隔に設けられている。なお、ノズルプレートを連通基板における共通液室から内側に外れた領域に接合し、共通液室となる空間の下面側の開口を、例えば可撓性を有するコンプライアンスシート等の部材で封止することもできる。また、以下の説明においては、ノズル 2 2 が開口するノズルプレート 2 1 の外側の面（図 2 における下面、本発明における一の面に相当）を、ノズル面 2 3 と称する。

40

【0053】

本実施形態におけるノズルプレート 2 1 の表面には、図 3 に示すように、例えば、熱酸化膜（ SiO_2 ）及びこれに積層された酸化タンタル膜（ TaO_x ）や窒化タンタル膜（ Ta_3N_5 ）が形成されている。

50

a N) 等からなる保護層 39 が形成されている。この保護層 39 は、耐インク性を有し、ノズルプレート 21 の表面を保護する層である。また、この保護層 39 としては、窒化タantal膜 (Ta N) 等の導電性を有するものが望ましい。このように保護層 39 に導電性を有するものを使用し、例えば、当該保護層 39 と図示しない固定板 (記録ヘッド 3 を固定する板) やアース線等とを導通すれば、後述するようにフッ素樹脂を含む撥液層 40 が形成されてもノズル面 23 が帯電することを抑制できる。換言すると、ノズルプレート 21 のノズル面 23 側における帯電量を低減することができる。なお、保護層 39 は 1 つの層からなる単層構造でも良いし、複数の層が積層してなる積層構造でも良い。複数の層で構成される場合は、最表面の層が耐インク性を有するように構成すればよい。また、この保護層 39 は、ノズル 22 の内面やノズル面 23 とは反対側の面にも形成されている。

10

【0054】

ノズル面 23 における保護層 39 の表面には、撥液層 40 が積層されている。本実施形態においては、ノズル面 23 の全面に撥液層 40 が形成されている。この撥液層 40 は、架橋したフッ素樹脂を含む層であり、撥液性を有する。すなわち、撥液層 40 は、インクに対する接触角が 90° 以上となっている。また、撥液層 40 は、ノズル面 23 (詳しくは、ノズル面 23 の保護層 39) ととも架橋し、ノズル面 23 に接合されている。なお、撥液層 40 は、必ずしもノズル面 23 の全面に形成される必要は無く、ノズル面 23 の少なくともノズル 22 が形成された領域に亘って形成されていればよい。また、本実施形態では、図 3 に示すように、ノズル 22 の内周面におけるノズル面 23 側の開口近傍にも撥液層 40 が形成されている。このため、ノズル 22 内におけるインクのメニスカスは、この撥液層 40 が形成された領域よりも奥側の保護層 39 が露出した領域に形成される。

20

【0055】

ここで、撥液性に含まれるフッ素樹脂としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (PFA)、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体 (FEP)、又は、これらを組み合わせたもの等を用いることができる。また、フッ素樹脂としては、重合性基を有さないものが望ましい。このように、重合性基を有さないフッ素樹脂を用いることで、不要な物質が重合反応で結合することを抑制でき、撥液性の低下を抑制できる。さらに、撥液層 40 の厚さ (膜厚) は、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。このように膜厚を設定することで、十分な耐久性を得ることができる。なお、撥液層 40 を形成する方法に関し、詳しくは後述する。

30

【0056】

連通基板 24 は、図 2 に示すように、流路ユニット 15 の上部 (ヘッドケース 16 側の部分) を構成するシリコン製の基板である。この連通基板 24 には、液体導入路 18 と連通し、各圧力室 30 に共通なインクが貯留される共通液室 25 と、この共通液室 25 を介して液体導入路 18 からのインクを各圧力室 30 に個別に供給する個別連通路 26 と、圧力室 30 とノズル 22 とを連通するノズル連通路 27 とが、異方性エッチング等により形成されている。共通液室 25 は、ノズル列方向に沿った長尺な空部であり、2 列に並設された圧力室 30 の列に対応して 2 列に形成されている。また、個別連通路 26 及びノズル連通路 27 は、ノズル列方向に沿って複数形成されている。

40

【0057】

本実施形態におけるアクチュエーターユニット 14 は、図 2 に示すように、圧力室形成基板 29、振動板 31、アクチュエーターの一種である圧電素子 32、及び、封止板 33 が積層されてユニット化された状態で、連通基板 24 に接合されている。なお、アクチュエーターユニット 14 は、収容空間 17 内に収容可能なように、収容空間 17 よりも小さく形成されている。

【0058】

圧力室形成基板 29 は、アクチュエーターユニット 14 の下部 (流路ユニット 15 側の部分) を構成するシリコン製の基板 (例えば、シリコン単結晶基板) である。この圧力室形成基板 29 には、異方性エッチングにより一部が板厚方向に除去されて、圧力室 30 とな

50

るべき空間がノズル列方向に沿って複数並設されている。この空間は、下方が連通基板 24 により区画され、上方が振動板 31 により区画されて圧力室 30 を構成する。また、この空間、すなわち圧力室 30 は、2 列に形成されたノズル列に対応して 2 列に形成されている。各圧力室 30 は、ノズル列方向に直交する方向に長尺な空部であり、長手方向の一側の端部に個別連通路 26 が連通すると共に、他側の端部にノズル連通路 27 が連通する。

【0059】

振動板 31 は、例えば、圧力室形成基板 29 の上面に形成された二酸化シリコン (SiO_2) からなる弾性膜と、この弾性膜上に形成された酸化ジルコニウム (ZrO_2) からなる絶縁体膜と、からなる。この振動板 31 における各圧力室 30 に対応する領域は、撓み変形が許容される駆動領域 35 であり、圧電素子 32 が積層されている。本実施形態における圧電素子 32 は、所謂撓みモードの圧電素子である。この圧電素子 32 は、例えば、振動板 31 上に、下電極層、圧電体層及び上電極層が順次積層されてなる。この上電極膜又は下電極膜のうち何れか一方が各圧電素子 32 に共通に形成された共通電極となり、他方が各圧電素子 32 に個別に形成された個別電極となっている。そして、下電極層と上電極層との間に両電極の電位差に応じた電界が付与されると、圧電素子 32 はノズル 22 から遠ざかる方向あるいは近接する方向に撓み変形する。これにより、圧力室 30 の容積が変化し、当該圧力室 30 内のインクに圧力変動が生じることになる。そして、この圧力変動を利用することで、圧力室 30 内のインクをノズル 22 から噴射することができる。なお、本実施形態における圧電素子 32 は、ノズル列方向に沿って 2 列に並設された圧力室 30 に対応して、当該ノズル列方向に沿って 2 列に形成されている。

【0060】

封止板 33 は、図 2 に示すように、圧力室形成基板 29 の上面（詳しくは、振動板 31 の上面）に接合されたシリコン単結晶、金属、又は、合成樹脂等からなる基板である。この封止板 33 の下面には、当該封止板 33 の下面から封止板 33 の板厚方向の途中まで窪んだ圧電素子収容空間 36 が形成されている。そして、この圧電素子収容空間 36 内に、圧電素子 32 の列が収容されている。本実施形態では、2 列に形成された圧電素子 32 の列に対応して、圧電素子収容空間 36 が 2 列に形成されている。なお、2 つの圧電素子収容空間 36 の間の部分には、封止板 33 が板厚方向に貫通された開口が形成されている。この開口内において、挿通開口 19 を通じて挿通された配線基板の端子と、圧電素子 32 から延在された配線の端子とが接続される。

【0061】

次に、記録ヘッド 3 の製造方法、特に、ノズルプレート 21 の製造方法について詳しく説明する。なお、本実施形態においては、ノズルプレート 21 となる基板 41（例えば、シリコンウエハー）に撥液層 40 を形成した後、個々のノズルプレート 21 に分割する方法を例示する。図 4 及び図 5 は、ノズルプレート 21 の製造工程を表した、ノズルプレート 21（基板 41）の断面における状態遷移図である。また、図 6 は、架橋工程における放射線の照射を説明する模式図である。

【0062】

まず、ノズルプレート 21 となる基板 41 の所定の位置にノズル 22 を形成する。ノズル 22 は、例えば、レーザーやボッシュ法等により、ノズルプレート 21 を貫通した状態に形成される。次に、基板 41 の表面に保護層 39 を形成する。保護層 39 は、例えば、熱酸化によりノズルプレート 21 の表面に熱酸化膜 (SiO_2) を形成した後、スパッタリング法、ALD 法（原子層堆積法）、化学気相成長法、真空蒸着法等により、例えば酸化タンタル膜 (TaOx) 等の層を形成してなる。

【0063】

ノズルプレート 21 に保護層 39 を形成したならば、図 4 に示すように、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程において、ノズル面 23 側に架橋前の未架橋フッ素樹脂を含む未架橋フッ素樹脂含有層 43 を形成（積層）する。具体的には、重合性基を有さない未架橋フッ素樹脂粒子が分散媒（未架橋フッ素樹脂の粒子を分散させる液体。本実施形態では、水系の液体）中にコロイド状に分散しているディスパージョン（例えば、PTFE ディスパージ

ョン、P F Aディスパージョン、F E Pディスパージョン等）をノズル面 2 3 に形成（塗布）するディスパージョン塗布工程と、ノズル面 2 3 に形成されたディスパージョンを乾燥させる（すなわち、ディスパージョンから分散媒を蒸発させる）乾燥工程と、を経る。これにより、図 4 に示すように、未架橋フッ素樹脂からなる未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 がノズル面 2 3 に形成される。なお、ディスパージョン塗布工程においてノズル面 2 3 にディスパージョンを均一に塗布する方法としては、例えば、霧化式スプレーによりディスパージョンを霧状に噴射してノズル面 2 3 をコーティングするスプレーコート、ノズル面 2 3 上にディスパージョンを供給し、基板 4 1 を高速回転させる事により遠心力でディスパージョンを薄膜状に形成するスピンコート、ディスパージョンの液中に基板 4 1 を浸漬させるディップコート等を採用することができる。この際、乾燥工程において分散媒が除去されるため、目標とする撥液層 4 0 の膜厚よりも厚めにディスパージョンを塗布することが望ましい。また、ディスパージョンに含まれる未架橋フッ素樹脂粒子の平均粒径は、目標とする撥液層 4 0 の膜厚の半分以下であることが望ましい。このようにすれば、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 の表面に未架橋フッ素樹脂粒子に起因する凹凸が形成されることを抑制できる。その結果、より平滑な撥液層 4 0 を作製できる。本実施形態においては、平均粒径が $0.15\ \mu\text{m} \sim 0.35\ \mu\text{m}$ の未架橋フッ素樹脂粒子を含むディスパージョンが使用されている。

【0064】

ノズル面 2 3 側に未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 を形成したならば、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 を架橋して撥液層 4 0 を形成する架橋工程に移行する。この架橋工程では、酸素濃度が所定値以下の低酸素雰囲気下（例えば、酸素濃度が $1000\ \text{ppm}$ 以下）において、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 を加熱する。例えば、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 が P T F E から成る場合、その融点である 327°C 以上に加熱する。また、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 から成る場合、その融点である 310°C 以上に加熱する。さらに、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 が F E P から成る場合、その融点である 275°C 以上に加熱する。そして、図 5 及び図 6 に示すように、この状態（すなわち、低酸素雰囲気下で基板 4 1 を加熱した状態）で未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 に、例えば、 $50\ \text{kg y} \sim 300\ \text{kg y}$ の照射線量の放射線を照射する。これにより、未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 が架橋され、撥液層 4 0 となる。なお、図 5 における矢印は、放射線の照射イメージを表している。また、放射線としては、 α 線、 β 線、 γ 線、X 線、電子線等を用いることができる。

【0065】

ここで、放射線の照射方法について、図 6 を参照して説明する。なお、図 6 におけるハッチング部分は、放射線の照射範囲を示し、破線で表す領域はノズルプレート 2 1 となる領域を示している。本実施形態における放射線の照射範囲は、基板 4 1 の相対移動方向（図 6 における白抜き矢印参照）に対して略直交する方向に長尺なライン状に設定されている。また、基板 4 1 は、放射線の照射範囲の長尺方向と、ノズル列方向、すなわち、ワイパー 1 2 による払拭方向（図 6 における矢印の方向）とが揃うように配置されている。そして、放射線を照射しつつ、放射線に対して基板 4 1 を相対的に移動させる。これにより、基板 4 1 の全面に放射線が照射され、基板 4 1 の全面の未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 が架橋される。その結果、図 3 に示すようなノズル面 2 3 に架橋したフッ素樹脂を含む撥液層 4 0 が形成される。すなわち、ノズルプレート 2 1 のノズル面 2 3 に耐摩耗性を向上させた撥液層 4 0 が形成される。また、ノズル面 2 3 の保護層 3 9 と撥液層 4 0 が架橋反応し、撥液層 4 0 がノズル面 2 3 に強固に接合される。なお、同時に放射線が照射される範囲は、同時に架橋反応が進むため、結合が強固になり易い。このため、本実施形態のように、放射線の照射範囲の長尺方向と、ワイパー 1 2 による払拭方向とを揃えることで、当該払拭方向における撥液層 4 0 の耐摩耗性を向上させることができる。その結果、払拭動作に対するノズルプレート 2 1 の耐久性を一層向上させることができる。これにより、プリンター 1 の信頼性がさらに向上する。

【0066】

なお、放射線の照射範囲は、上記で例示した範囲に限られない。例えば、放射線の照射範

10

20

30

40

50

図を基板 4 1 全体が入るように設定し、基板 4 1 を移動させずに一度の放射線の照射で全てのノズルプレート 2 1 となる領域における未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 を架橋させることもできる。また、放射線の照射範囲を 1 つ又は複数のノズルプレート 2 1 となる領域に合わせるように設定し、照射範囲を相対的に移動させて、複数回に分けて放射線を照射することで全てのノズルプレート 2 1 となる領域における未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 を架橋させるようにしても良い。さらに、点状に照射する放射線を用いて、基板 4 1 を相対移動させつつ各ノズルプレート 2 1 におけるノズル 2 2 の周辺を照射することで、ノズル 2 2 の周辺に形成された未架橋フッ素樹脂含有層 4 3 のみを架橋させることもできる。

【0067】

ところで、撥液層 4 0 の厚さが比較的厚い場合やノズル 2 2 の径が相対的に小さい場合、或いは、ディスパージョンの粘度が低い場合等において、ノズル 2 2 内に入り込んだ撥液層 4 0 によりノズル 2 2 の開口面積が狭められて、インクを正常に噴射できない虞がある。また、ノズル 2 2 の開口全体が撥液層 4 0 により塞がれる虞もある。このため、架橋工程後において、ノズル 2 2 内に形成された撥液層 4 0 の少なくとも一部を除去する除去工程を経ることが望ましい。ノズル 2 2 内に形成された撥液層 4 0 を除去する方法としては、例えば、ノズル 2 2 に対応する位置に貫通孔 4 5 が形成されたマスク 4 4 をノズル面 2 3 側から撥液層 4 0 に重ね合わせ、この状態でノズル面 2 3 側からイオンビーム又は放射線を照射することにより、ノズル 2 2 内に形成された撥液層 4 0 の少なくとも一部を除去する方法がある。図 7 は、イオンビームを用いた撥液層 4 0 の除去を説明する模式図である。なお、図 7 における白抜き矢印は、イオンビームの照射イメージを表している。マスク 4 4 は、モリブデンやタングステン等のイオンビームで破損されない材質から成る板状の部材である。このマスク 4 4 には、図 7 に示すように、ノズル 2 2 に対応する位置に貫通孔 4 5 が形成されている。なお、本実施形態における貫通孔 4 5 の径は、ノズル 2 2 の径よりも僅かに小さく形成されている。そして、除去工程においては、マスク 4 4 をノズル 2 2 の中心と貫通孔 4 5 の中心とが揃うように基板 4 1 に対して位置合わせして撥液層 4 0 上に配置する。この状態で、マスク 4 4 の上方（基板 4 1 とは反対側）からイオンビームを照射する。これにより、マスク 4 4 で被覆されていない部分、すなわち、貫通孔 4 5 内に露出する部分の撥液層 4 0 を容易に除去することができる。その結果、図 8 に示すように、ノズル 2 2 内における撥液層 4 0 の一部が除去されて、ノズル 2 2 の開口が広げられる。従って、ノズル 2 2 の一部又は全部が撥液層 4 0 で塞がれることによるインクの噴射不良を抑制できる。なお、本実施形態においては、ノズル 2 2 の内周面におけるノズル面 2 3 側の開口近傍に撥液層 4 0 を僅かに残したが、マスク 4 4 の貫通孔 4 5 の大きさを調整することで、ノズル 2 2 内における撥液層 4 0 の全部を除去することもできる。

【0068】

上記の方法で、基板 4 1 に撥液層 4 0 を形成したならば、カッター等により個々のノズルプレート 2 1 に分割する。これにより、ノズル面 2 3 に撥液層 4 0 が形成されたノズルプレート 2 1 が作製される。その後、分割されたノズルプレート 2 1 を連通基板 2 4 の下面に接合し、アクチュエーターユニット 1 4 を連通基板 2 4 の上面に接合する。そして、アクチュエーターユニット 1 4 が収容空間 1 7 内に収容されるようにヘッドケース 1 6 を連通基板 2 4 に取り付けることで、記録ヘッド 3 が作成される。

【0069】

このように、本発明におけるノズルプレート 2 1 のノズル面 2 3 側には、フッ素樹脂を含む撥液層 4 0 が形成されるため、ノズルプレート 2 1 のノズル面 2 3 側に撥液性を付与することができる。また、撥液層 4 0 が架橋したフッ素樹脂を含むため、架橋していないフッ素樹脂と比べて、耐摩耗性を向上させることができる。その結果、ノズルプレート 2 1 のノズル面 2 3 における撥液性の劣化を抑制できる。その結果、ワイパー 1 2 による払拭動作に対するノズルプレート 2 1 の耐久性が向上し、ひいては記録ヘッド 3 及びプリンター 1 の信頼性が向上する。また、撥液層 4 0 がノズル面 2 3 と架橋することでノズル面 2 3 に接合されたので、撥液層 4 0 のノズルプレート 2 1 への接着性（密着性）を向上させることができる。その結果、撥液層 4 0 の剥離を抑制できる。さらに、ノズルプレート 2

1を製造する際（具体的には未架橋フッ素樹脂含有層積層工程）において、ディスページョンをノズル面23に形成する方法を採用したので、ピンホールやクラック等の欠陥が少ない平滑な未架橋フッ素樹脂含有層43を作製できる。その結果、欠陥が少ない平滑な撥液層40を作製できる。そして、たとえ撥液層40の一部にピンホールやクラック等の欠陥が生じたとしても、ノズル面23が保護層39で覆われているため、保護層39によりノズルプレート21のノズル面23を保護することができる。

【0070】

ところで、ノズルプレート21の製造方法は、上記した第1の実施形態に限られない。例えば、図9及び図10に除去工程の変形例を例示する。本変形例における除去工程においては、図9に示すように、ノズル面23とは反対側の面側からイオンビームを照射する。これにより、ノズル面23にはイオンビームが当たらないため、ノズル面23の撥液層40が除去されない一方、ノズル22内の撥液層40にはイオンビームが当たるため、図10に示すように、ノズル22内に形成された撥液層40の少なくとも一部が除去される。これにより、ノズル22の開口が広げられ、ノズル22が撥液層40で塞がれることによるインクの噴射不良を抑制できる。なお、イオンビームの強度、照射時間等を調整することで、ノズル22内に残る撥液層40の量を調整することができる。本実施形態においては、図10に示すように、ノズル22の内周面におけるノズル面23側の開口近傍に撥液層40が僅かに残るようにしているが、ノズル22内の撥液層40を完全に除去することもできる。

【0071】

また、未架橋フッ素樹脂を架橋する際の放射線の強度が強い場合、ノズル面23の撥液層40の表面がダメージを受ける虞がある。特に、未架橋フッ素樹脂含有層43の厚さに応じてこれを架橋させるために必要な放射線の強度も高くなるため、撥液層40の厚さを厚くしたい場合に撥液層40の表面がダメージを受け易い。このような場合には、図11に示すように、架橋工程の後に研磨工程を行うことで、撥液層40の表面を研磨することが望ましい。なお、図11における破線は、研磨される前の撥液層40を表している。撥液層40を研磨する方法としては、例えば、CMP（化学機械研磨）法やイオンビームを照射する方法等を用いることができる。このように、撥液層40を研磨することで、撥液層40の表面がダメージを受けたとしても、このダメージを受けた部分を除去することができる。また、撥液層40の厚さを調整することもできる。なお、研磨工程は、架橋工程の後であれば、どのようなタイミングで行っても良い。例えば、個々のノズルプレート21に分断する前の基板41の状態で行っても良いし、個々のノズルプレート21に分断された後、アクチュエーターユニット14や連通基板24が接合された状態で行っても良い。

【0072】

さらに、図12～図15における第2の実施形態におけるノズルプレート21の製造方法においては、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と、架橋工程と、を交互に繰り返して撥液層40を形成している。具体的に説明すると、まず、第1の実施形態と同様に基板41にノズル22及び保護層39を形成する。次に、第1の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程において、第1の実施形態における未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と同様に、第1の未架橋フッ素樹脂薄層43aをノズル面23に形成する。そして、第1の実施形態における架橋工程と同様に、第1の架橋工程において、低酸素雰囲気下で第1の未架橋フッ素樹脂薄層43aを加熱し、放射線を照射する（図12参照）。これにより、第1の未架橋フッ素樹脂薄層43aが架橋され、ノズル面23に第1の撥液薄層40aが形成される。

【0073】

第1の撥液薄層40aを形成したならば、第2の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程において、第1の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と同様に、第2の未架橋フッ素樹脂薄層43bをノズル面23に再度形成する。これにより、図13に示すように、第1の撥液薄層40aに第2の未架橋フッ素樹脂薄層43bが積層される。この状態で、第2の架橋工程において、第1の架橋工程と同様に、低酸素雰囲気下で第2の未架橋フッ素樹脂薄層43bを加熱し、放射線を照射する（図14参照）。これにより、第2の未架橋フッ素樹脂薄層

43bが架橋され、第2の撥液薄層40bとなる。また、第1の撥液薄層40aと第2の撥液薄層40bとが架橋される。その結果、図15に示すように、第1の撥液薄層40aと第2の撥液薄層40bとからなる撥液層40が形成される。なお、その後の工程は、上記した第1の実施形態と同じであるため、説明を省略する。

【0074】

このように、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と、架橋工程と、を交互に繰り返して撥液層40を形成することで、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程及び架橋工程が1回の場合と比べて、未架橋フッ素樹脂含有層43、ひいては撥液層40の厚さのばらつき（ムラ）を抑制できる。また、未架橋フッ素樹脂含有層43の厚さのばらつきを抑制できるため、架橋反応の進行度合いのばらつきも抑制でき、ひいては撥液層40の硬さのばらつきを抑制できる。このような効果は、特に、撥液層40の厚さが厚い場合に顕著になる。要するに、一度に形成される未架橋フッ素樹脂含有層43の厚さが厚ければ厚いほど、その厚さがばらつき易いため、本実施形態においては、未架橋フッ素樹脂含有層43を形成する工程を複数の工程に分けることで、一度に形成される未架橋フッ素樹脂含有層43の厚さを薄くし、その厚さがばらつくことを抑制している。

【0075】

なお、第2の実施形態では、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と架橋工程とを2回繰り返したが、これには限られない。未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と架橋工程とを交互に2回以上繰り返しても良い。また、各未架橋フッ素樹脂含有層積層工程（第2の実施形態では、第1の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程及び第2の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程）において、ディップコートによりノズル面23にディスパージョンを塗布する場合、ディスパージョンの液に基板41を浸漬した後、当該液から基板41を引き上げる方向（以下、浸漬方向）をそれぞれ異なるようにすることが望ましい。例えば、第1の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程における浸漬方向と第2の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程における浸漬方向とが略直交するようにする。このようにすれば、ディップコートによるディスパージョンの塗布ムラが発生する虞がある場合でも、撥液層の厚さのばらつきを抑制できる。さらに、各架橋工程（第2の実施形態では、第1の架橋工程及び第2の架橋工程）において、放射線の照射に対する基板41の相対移動方向をそれぞれ異なるようにすることが望ましい。例えば、第1の架橋工程における基板41の相対移動方向と第2の架橋工程における基板41の相対移動方向とが略直交するように設定する。このようにすれば、撥液層の硬さのばらつきを抑制できる。また、各未架橋フッ素樹脂含有層積層工程、特に、第1の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程以降の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程（例えば、第2の未架橋フッ素樹脂含有層積層工程）において、ノズル面23に塗布するディスパージョンの液は、フッ素系不活性液体や界面活性剤等を含む液体であることが望ましい。このようにすれば、液体をはじきやすい第1の撥液薄層上に第2の撥液薄層をより平滑に形成できる。

【0076】

ところで、以上においては、ノズル22の内周面におけるノズル面23側の開口近傍に撥液層40が薄く残るように構成されたが、これには限られない。例えば、図16～図18に例示するノズルプレート21の変形例においては、ノズル22の内周面におけるノズル面23側の開口近傍に、より多くの撥液層40が残るように構成されている。なお、図16は、ノズルプレート21の第1の変形例を説明する模式図である。また、図17は、ノズルプレート21の第2の変形例を説明する模式図である。さらに、図18は、ノズルプレート21の第3の変形例を説明する模式図である。

【0077】

具体的に説明すると、第1の変形例においては、図16に示すように、ノズル22が第1の部分46と第2の部分47と、を備えている。第1の部分46は、ノズル面23側の開口を含む部分であり、ノズル22の基礎となるノズルプレート21及び保護層39が第2の部分47の径よりも大きくなった部分である。換言すると、ノズルプレート21及び保護層39で形成されるノズル22（狭義のノズル、本発明におけるノズルに相当）は、ノ

10

20

30

40

50

ズル 2 2 の延在方向（本変形例においては、ノズルプレート 2 1 の板厚方向）における途中からノズル面 2 3 側の開口に向けて拡張した第 1 の部分 4 6 を有している。すなわち、ノズル 2 2 の基礎となるノズルプレート 2 1 及び保護層 3 9 において、第 1 の部分 4 6 における開口の径は、第 2 の部分 4 7 の径より大きく形成されている。第 2 の部分 4 7 は、第 1 の部分 4 6 と連通する部分であり、第 1 の部分 4 6 に接続される位置からノズル面 2 3 とは反対側の面側の途中まで、ノズル面 2 3 に垂直な方向に沿って延在されている。なお、図 1 9 ～図 2 4 に示すように、ノズル 2 2 における第 2 の部分 4 7 を間に挟んで第 1 の部分 4 6 とは反対側の部分であって、ノズル面 2 3 側とは反対側の開口を含む部分は、第 1 の部分 4 6 の径よりもさらに大きな径に形成されている。要するに、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側とは反対側の開口径は、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の開口径よりも大きく形成されている。なお、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の開口径をノズル 2 2 のノズル面 2 3 側とは反対側の開口径と同じ大きさの径に形成しても良い。或いはノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の開口径をノズル 2 2 のノズル面 2 3 側とは反対側の開口径よりも大きく形成しても良い。

10

【0078】

また、図 1 6 に示すように、本変形例における第 1 の部分 4 6 の内面は、ノズル面 2 3 側の開口の縁から一段下がった段差状（換言すると、ノズル面 2 3 側とは反対側に奥まった段差状）に形成されている。すなわち、第 1 の部分 4 6 は、ノズルプレート 2 1 のノズル面 2 3 側の開口の縁の角を切欠いた状態に形成されている。なお、このような段差状の切欠きは、ノズルプレート 2 1 をエッチング等により加工することで形成できる。そして、この第 1 の部分 4 6 の内部に撥液層 4 0 が形成されている。本実施形態においては、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の部分のうち第 2 の部分 4 7 の内面と第 1 の部分 4 6 に形成された撥液層 4 0 の表面とが略同じ位置に揃えられている。換言すると、ノズル 2 2（撥液層 4 0 の表面も含む広義のノズル）のノズル面 2 3 側の部分（すなわち、第 1 の部分 4 6 と第 2 の部分 4 7 とを合わせた部分）がストレートに形成される。なお、撥液層 4 0 の表面が、ノズル 2 2 の第 2 の部分 4 7 の内面と異なる位置（例えば、当該内面よりも内側の位置又は外側の位置）に形成される構成（すなわち、ノズル 2 2 の第 1 の部分 4 6 に段差が形成される構成）を採用することもできる。

20

【0079】

また、第 2 の変形例においては、図 1 7 に示すように、第 1 の部分 4 6 の内面がノズル 2 2 の開口の縁の角を斜めに面取りした形状、すなわち C 面取り形状に形成されている。このような面取り形状は、例えばノズルプレート 2 1 をエッチング等により加工することで形成できる。そして、本変形例でも、この第 1 の部分 4 6 の内部に撥液層 4 0 が形成されている。また、本変形例でも、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の部分のうち第 2 の部分 4 7 の内面と第 1 の部分 4 6 に形成された撥液層 4 0 の表面とが略同じ位置に揃えられている。なお、その他の構成等は、上記した第 1 の変形例と同じであるため説明を省略する。

30

【0080】

さらに、第 3 の変形例においては、図 1 8 に示すように、第 1 の部分 4 6 の内面がノズル 2 2 の開口の縁の角を丸めた形状、すなわち R 面取り形状に形成されている。本変形例においては、ノズルプレート 2 1 に R 面取り形状が形成されず、保護層 3 9 に R 面取り形状が形成されている。このような面取り形状は、保護層 3 9 の厚さを調整して角に成膜される保護層 3 9 の表面に丸みを帯びさせることで形成できる。なお、エッチング等によりノズルプレート 2 1 自体に R 面取り形状を形成することもできる。そして、本変形例でも、この第 1 の部分 4 6 の内部に撥液層 4 0 が形成されている。また、本変形例でも、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の部分のうち第 2 の部分 4 7 の内面と第 1 の部分 4 6 に形成された撥液層 4 0 の表面とが略同じ位置に揃えられている。なお、その他の構成等は、上記した第 1 の変形例と同じであるため説明を省略する。

40

【0081】

これら第 1 ～第 3 の変形例のように、第 1 の部分 4 6 に撥液層 4 0 を形成することで、ノズル 2 2 のノズル面 2 3 側の開口の縁における撥液層 4 0 が摩耗することを抑制できる。

50

これにより、ノズル面 23 のノズル開口の縁における撥液性の劣化を抑制できる。すなわち、ワイパー 12 の払拭動作により摩耗し易いノズル 22 のノズル面 23 側の開口の縁における撥液層 40 の膜厚を厚くできるため、当該領域における撥液層 40 が摩耗したとしても、撥液性を保つことができる。その結果、ノズル面 23 のノズル 22 の開口の縁にインクが付着することをより確実に抑制できる。したがって、ノズル 22 から噴射されるインク滴にノズル面 23 に付着したインクが干渉してインク滴の飛翔方向が曲がる等の不具合を抑制できる。また、上記したように第 1 の部分 46 の内面を段差形状、C 面取り形状、又は、R 面取り形状に形成したので、エッチングや保護層 39 の製膜により第 1 の部分 46 を容易に作製できる。換言すると、ノズルプレート 21 の第 1 の部分 46 の加工が容易になり、ひいてはノズルプレート 21 の加工が容易になる。さらに、第 2 及び第 3 の変形例のように、第 1 の部分 46 の内面を面取り形状に形成することで、架橋工程において上方から放射線を照射する際に、この第 1 の部分 46 の内面に放射線を当て易くなる。その結果、第 1 の部分 46 の内面における保護層 39 と撥液層 40 とが架橋反応し易くなり、撥液層 40 を第 1 の部分 46 内に強固に固定することができる。

【0082】

ところで、上記した第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態におけるノズルプレート 21 の製造方法では、ディスページョンを用いて未架橋フッ素樹脂層 43、ひいては撥液層 40 を形成したが、これには限られない。図 19～図 24 に示す第 3 の実施形態におけるノズルプレート 21 の製造方法では、樹脂シート 48 を用いて撥液層 40 を形成している。なお、第 3 の実施形態におけるノズルプレート 21 の製造方法は、上記した各実施形態及び各変形例で例示したノズルプレート 21 の何れにも適用できるが、以下においては、図 16 に示す第 1 の変形例のノズルプレート 21 を例示して説明する。図 19～図 24 は、ノズルプレート 21（基板 41）の断面における状態遷移図である。

【0083】

まず、第 1 の実施形態と同様に基板 41 にノズル 22 及び保護層 39 を形成する。この際、ノズル 22 に第 1 の部分 46 等も形成する。次に、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程において、ノズル面 23 側に架橋前の未架橋フッ素樹脂を含む未架橋フッ素樹脂含有層 43 を積層する。具体的には、図 19 に示すように、ノズル面 23 側を上方に向けて基板 41 をステージ 49 上に載置する。なお、このステージ 49 には、図示しない吸引ポンプ及び図示しない加熱機構が取り付けられている。また、ステージ 49 の内部には、吸引ポンプと接続される図示しない気体流路が形成されている。このため、吸引ポンプを作動すれば、ステージ 49 上の基板 41 等がステージ 49 側に吸着される。また、加熱機構を作動すれば、ステージ 49 が加熱され、ステージ 49 上の基板 41 等が加熱される。次に、ステージ 49 上に載置された基板 41 に、重合性基を有さない未架橋フッ素樹脂を含む樹脂シート 48（例えば、PTFEシート、PFAシート、FEPシート等）を重ねて配置する。

【0084】

ここで、図 19 に示すように、基板 41 のノズル面 23 に単に樹脂シート 48 を配置しただけでは、当該樹脂シート 48 が撓んだり皺が寄ったりして、基板 41 と樹脂シート 48 との間に隙間が生じる虞がある。このため、本実施形態においては、図 20 に示すように、吸引ポンプの作動によりノズル 22 を介して樹脂シート 48 を吸引することで（図 20 における白抜き矢印参照）、当該樹脂シート 48 を基板 41 に吸着している。これにより、基板 41 のノズル面 23 に樹脂シート 48 が密着する。すなわち、ノズル面 23 側に未架橋フッ素樹脂含有層 43 が積層される。なお、基板 41 のノズル面 23 に樹脂シート 48 を密着させることができれば、吸引ポンプにより樹脂シート 48 を吸引する方法に限られない。例えば、クランプで基板 41 と樹脂シート 48 とを把持したり、静電気力を利用して基板 41 と樹脂シート 48 とを密着させたり、樹脂シート 48 を間に挟んで基板 41 の上方から透明な板で押圧したりする方法を採用することができる。また、基板 41 のノズル面 23 に樹脂シート 48 を密着させた状態で、加熱機構の作動により熱を加えて樹脂シート 48 の一部をノズル面 23 に溶着し、仮止めする方法を採用することもできる。なお、樹脂シート 48 をノズル面 23 に配置し、当該樹脂シート 48 をノズル面 23 に吸着

（密着）させる工程が本発明におけるシート配置工程に相当する。

【0085】

樹脂シート48を基板41に吸着し、ノズル面23側に未架橋フッ素樹脂含有層43を積層したならば、未架橋フッ素樹脂含有層43を架橋して撥液層40を形成する架橋工程に移行する。本実施形態においては、図21に示すように、ポンプの作動により樹脂シート48をステージ49側に吸引しながら（図21における白抜き矢印参照）、加熱機構の作動により未架橋フッ素樹脂含有層43（すなわち樹脂シート48）を第1の実施形態における架橋工程と同様の条件で加熱する。そして、この状態で第1の実施形態における架橋工程と同様に、未架橋フッ素樹脂含有層43に放射線を照射する（図21における矢印参照）。これにより、未架橋フッ素樹脂含有層43が架橋され、撥液層40となる。ここで、本実施形態においては、吸引ポンプを作動させてノズル22から樹脂シート48を吸引しながら、未架橋フッ素樹脂含有層43を架橋させるため、図22に示すように、ノズル22を覆う部分の撥液層40がステージ49側に撓んだ状態に形成される。これにより、ノズル22が第1の部分46を有する構成においては、未架橋フッ素樹脂含有層43がノズル22の第1の部分46に入り込んで架橋され易くなる。すなわち、第1の部分46に撥液層40を形成し易くなる。

【0086】

その後、除去工程において、ノズル22を覆う、或いは、ノズル22内に入り込んだ撥液層40を除去する。例えば、図23に示すように、第1の実施形態における除去工程の変形例と同様に、ノズル面23とは反対側の面側からイオンビームを照射する（図23における白抜き矢印参照）。これにより、図24に示すように、ノズル22を覆う、或いは、ノズル22内に入り込んだ撥液層40が除去され、第1の変形例で例示したノズル22が形成される。なお、第1の実施形態における除去工程と同様に、ノズル22に対応する位置に貫通孔が形成されたマスクをノズル面23側から撥液膜40に重ね合わせ、この状態でノズル面23側からイオンビーム又は放射線を照射することにより、ノズル22に対応する領域の撥液層40を除去することもできる。また、第1の実施形態と同様に、架橋工程の後に研磨工程を行うことで、撥液層40の表面を研磨することもできる。さらに、樹脂シート48を用いた場合でも、第2の実施形態におけるノズルプレート21の製造方法と同様に、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程と、架橋工程と、を交互に繰り返して撥液層40を形成することもできる。なお、その後の工程等は、上記した第1の実施形態と同じであるため、説明を省略する。

【0087】

このように、本実施形態においても、ノズルプレート21のノズル面23にフッ素樹脂を含む撥液層40が形成されるため、ノズルプレート21のノズル面23側に撥液性を付与することができる。また、撥液層40が架橋したフッ素樹脂を含むため、架橋していないフッ素樹脂と比べて、耐摩耗性を向上させることができる。その結果、ノズルプレート21のノズル面23における撥液性の劣化を抑制できる。また、撥液層40がノズル面23と架橋することでノズル面23に接合されたので、撥液層40のノズルプレート21への接着性（密着性）を向上させることができる。その結果、撥液層40の剥離を抑制できる。さらに、本実施形態においては、未架橋フッ素樹脂含有層積層工程がシート配置工程を含み、このシート配置工程において樹脂シート48をノズル面23に密着させたので、ノズル面23側に未架橋フッ素樹脂含有層43を容易に積層できる。また、樹脂シート48を用いて未架橋フッ素樹脂含有層43を形成したので、ピンホールやクラック等の欠陥が少ない平滑な撥液層40を作製できる。そして、架橋工程において、未架橋フッ素樹脂含有層43（すなわち樹脂シート48）をノズル22から吸引しながら、この未架橋フッ素樹脂層43を架橋させ、第1の部分46に撥液層40を形成したので、第1の部分46の内部に撥液層40をより確実に形成できる。なお、ディスパージョンを用いて未架橋フッ素樹脂含有層43を形成した場合でも、未架橋フッ素樹脂含有層43をノズル22から吸引しながら、この未架橋フッ素樹脂層43を架橋させることもできる。この場合でも、第1の部分46の内部に撥液層40をより確実に形成できる。

【0088】

また、上記した各実施形態では、シリコン製のノズルプレート21を例示したがこれには限られない。例えば、金属製のノズルプレートを採用することもできる。さらに、ノズルプレート自体が、耐インク性を有する場合、ノズルプレートの表面の保護層を無くすこともできる。この場合、ノズルプレートの表面に撥液層が直接架橋し、接合される。また、上記した各実施形態では、圧力室30内のインクに圧力変動を生じさせる駆動素子として、所謂撓み振動型の圧電素子を例示したが、これには限られない。例えば、所謂縦振動型の圧電素子や、発熱素子、静電気力を利用して圧力室の容積を変動させる静電アクチュエーター等の各種アクチュエーターを採用することができる。

【0089】

そして、以上においては、液体噴射装置として、液体噴射ヘッドの一種であるインクジェット式記録ヘッド3を備えたインクジェット式プリンター1を例に挙げて説明したが、本発明は、他の液体噴射ヘッドを備えた液体噴射装置にも適用することができる。例えば、液晶ディスプレイ等のカラーフィルターの製造に用いられる色材噴射ヘッドを備えた液体噴射装置、有機EL (Electro Luminescence) ディスプレイ、FED (面発光ディスプレイ) 等の電極形成に用いられる電極材噴射ヘッドを備えた液体噴射装置、バイオチップ (生物化学素子) の製造に用いられる生体有機物噴射ヘッドを備えた液体噴射装置等にも本発明を適用することができる。ディスプレイ製造装置用の色材噴射ヘッドでは液体の一種としてR (Red)・G (Green)・B (Blue)の各色材の溶液を噴射する。また、電極形成装置用の電極材噴射ヘッドでは液体の一種として液状の電極材料を噴射し、チップ製造装置用の生体有機物噴射ヘッドでは液体の一種として生体有機物の溶液を噴射する。

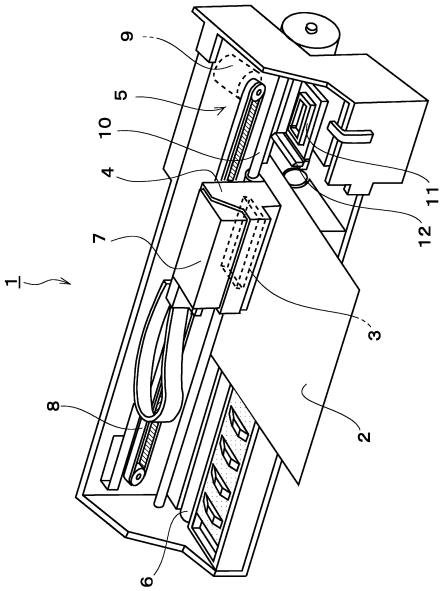
【符号の説明】

【0090】

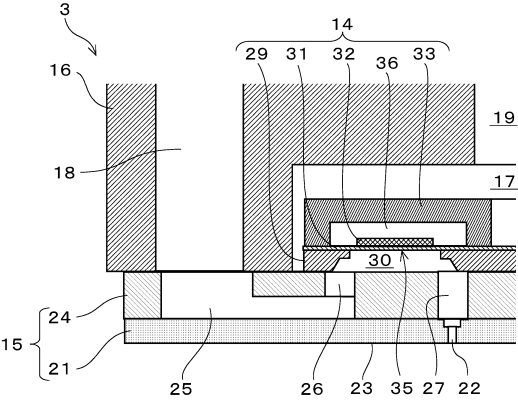
1…プリンター、2…記録媒体、3…記録ヘッド、4…キャリッジ、5…キャリッジ移動機構、6…搬送機構、7…インクカートリッジ、8…タイミングベルト、9…パルスモーター、10…ガイドロッド、11…キャップ、12…ワイパー、14…アクチュエーターユニット、15…流路ユニット、16…ヘッドケース、17…収容空間、18…液体導入路、19…挿通開口、21…ノズルプレート、22…ノズル、23…ノズル面、24…連通基板、25…共通液室、26…個別連通路、27…ノズル連通路、29…圧力室形成基板、30…圧力室、31…振動板、32…圧電素子、33…封止板、35…駆動領域、36…圧電素子収容空間、39…保護層、40…撥液層、40a…第1の撥液薄層、40b…第2の撥液薄層、41…基板、43…未架橋フッ素樹脂含有層、43a…第1の未架橋フッ素樹脂薄層、43b…第2の未架橋フッ素樹脂薄層、44…マスク、45…貫通孔、46…第1の部分、47…第2の部分、48…樹脂シート、49…ステージ

【図面】

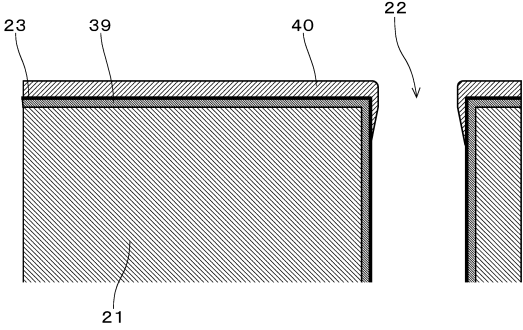
【図 1】



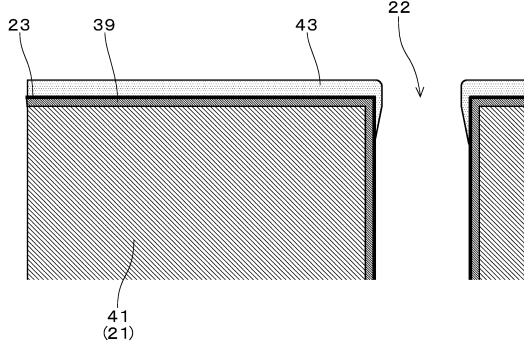
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

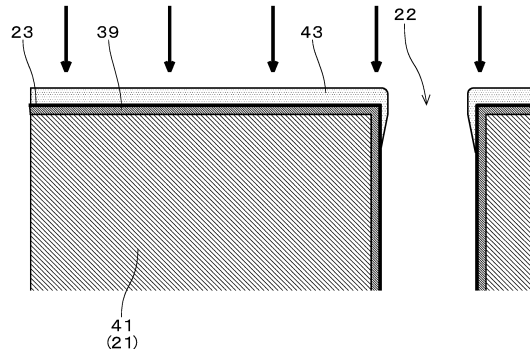
20

30

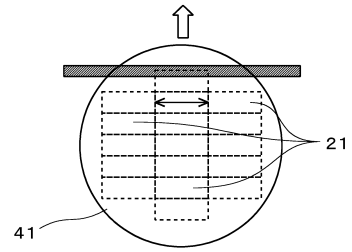
40

50

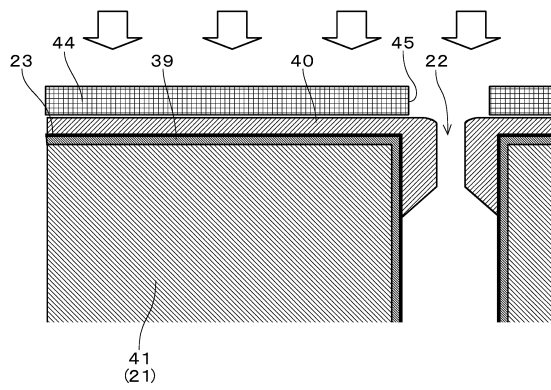
【図 5】



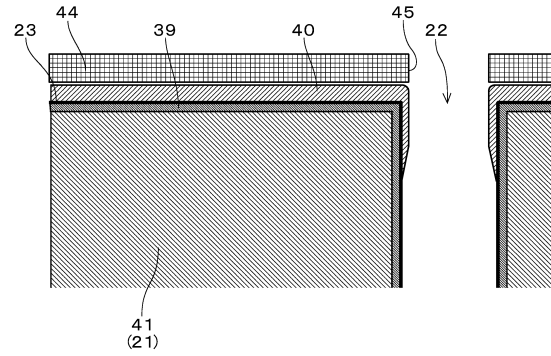
【図 6】



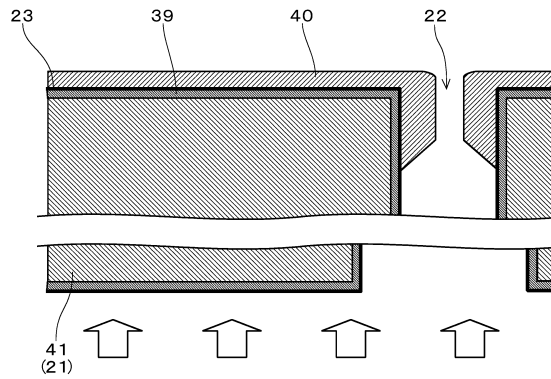
【圖 7】



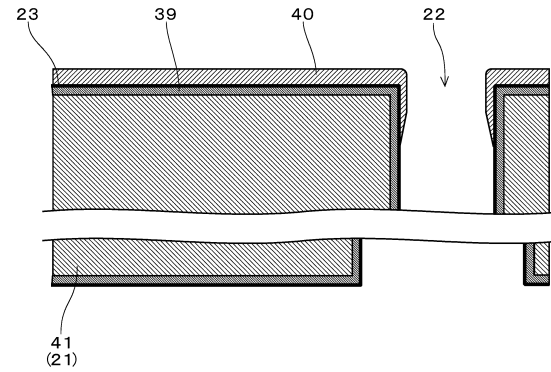
【図 8】



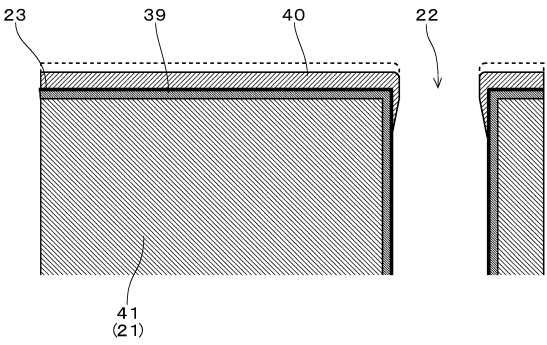
【圖 9】



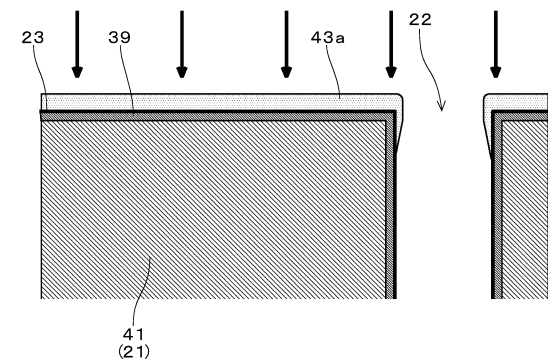
【図 10】



【図 1 1】

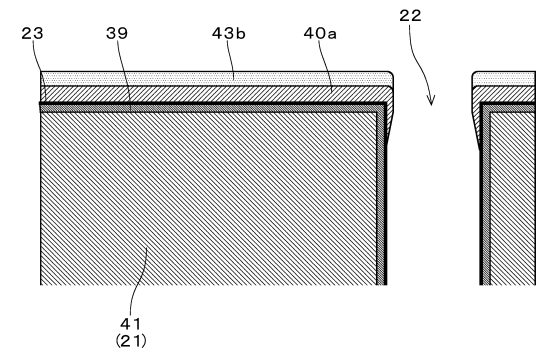


【図 1 2】

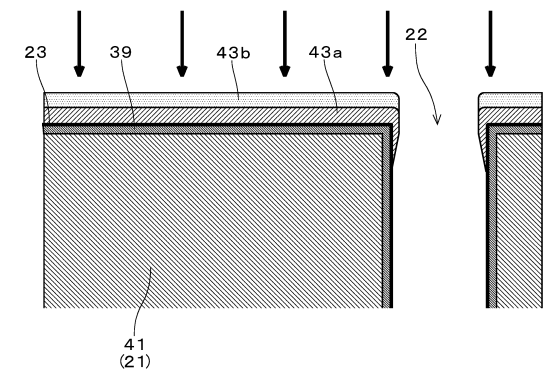


10

【図 1 3】

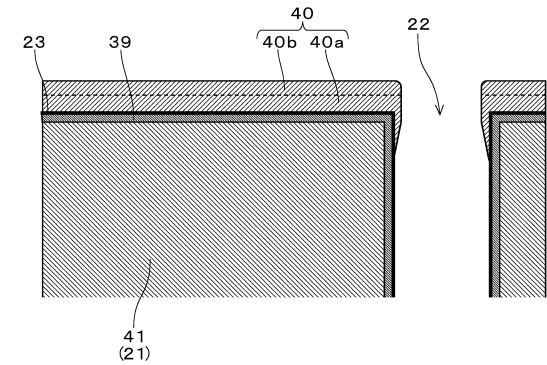


【図 1 4】

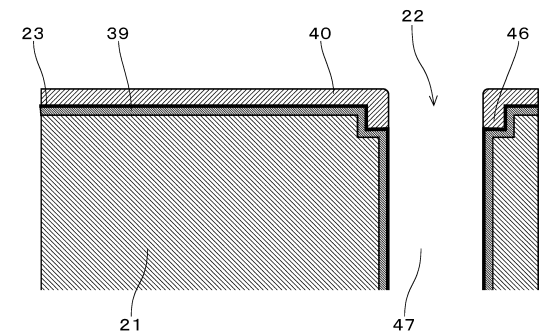


20

【図 1 5】



【図 1 6】

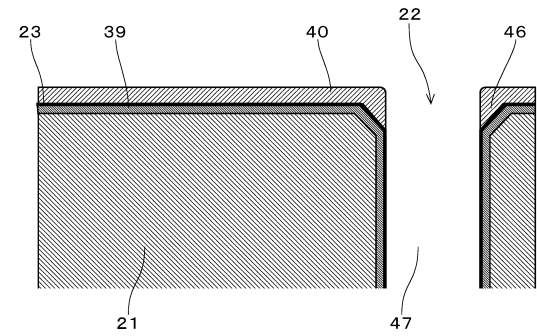


30

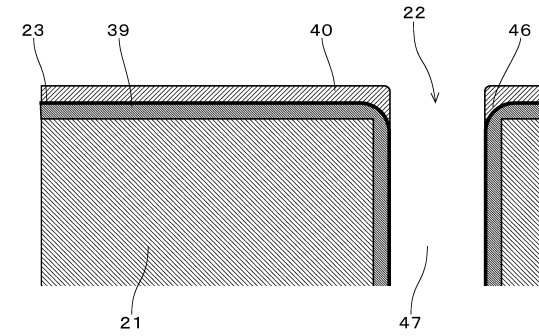
40

50

【図 17】

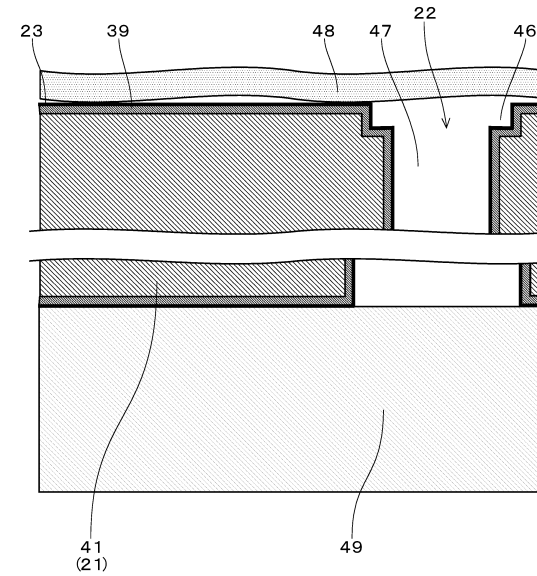


【図 18】

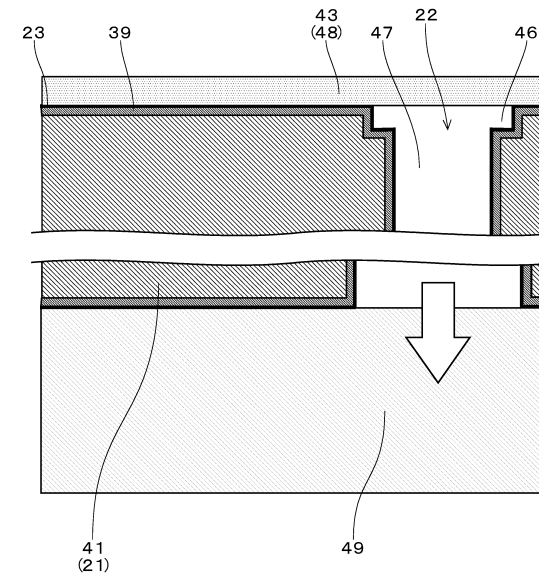


10

【図 19】



【図 20】



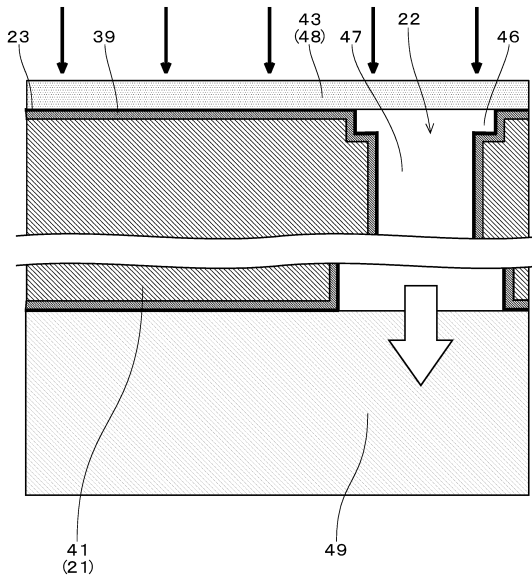
20

30

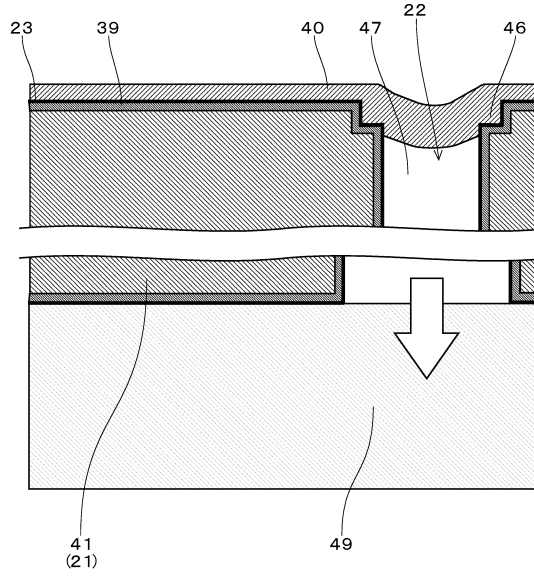
40

50

【図 2 1】

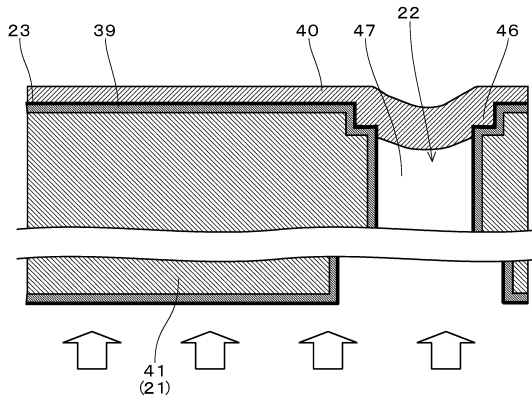


【図 2 2】

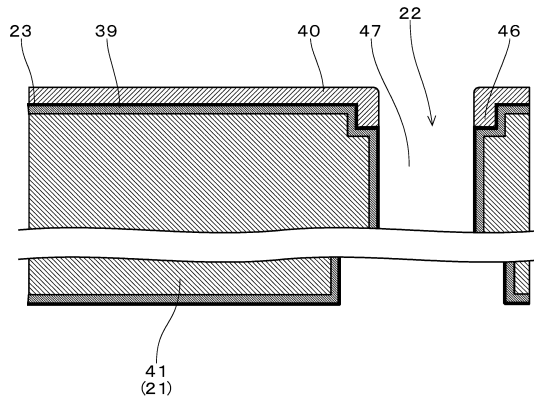


10

【図 2 3】



【図 2 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 宮川 拓也
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 亀田 宏之

(56)参考文献 特開2006-263950 (JP, A)
特開2007-022086 (JP, A)
特開2006-175762 (JP, A)
特開2001-038915 (JP, A)
特開平07-052395 (JP, A)
特開2013-233726 (JP, A)
特開2011-189641 (JP, A)
特開2000-006423 (JP, A)
特開2013-202886 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0007594 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B41J 2/01-2/215