

【公報種別】特許公報の訂正

【部門区分】第2部門第4区分

【発行日】平成30年7月25日(2018.7.25)

【特許番号】特許第6347720号(P6347720)

【登録日】平成30年6月8日(2018.6.8)

【特許公報発行日】平成30年6月27日(2018.6.27)

【年通号数】特許・実用新案公報2018-024

【出願番号】特願2014-217210(P2014-217210)

【訂正要旨】特許権者の住所の誤載により下記のとおり全文を訂正する。

【国際特許分類】

**B 4 1 J 2/14 (2006.01)**

**B 4 1 J 2/05 (2006.01)**

【F I】

B 4 1 J 2/14 2 0 5

B 4 1 J 2/14 6 0 7

B 4 1 J 2/14 6 1 3

B 4 1 J 2/05

【記】別紙のとおり

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6347720号  
(P6347720)

(45) 発行日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)

(24) 登録日 平成30年6月8日 (2018. 6. 8)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 4 1 J 2/14 (2006. 01)</b>	B 4 1 J 2/14 2 0 5
<b>B 4 1 J 2/05 (2006. 01)</b>	B 4 1 J 2/14 6 0 7
	B 4 1 J 2/14 6 1 3
	B 4 1 J 2/05

請求項の数 17 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-217210 (P2014-217210)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成26年10月24日 (2014. 10. 24)		ゼロックス コーポレイション
(65) 公開番号	特開2015-89680 (P2015-89680A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成27年5月11日 (2015. 5. 11)		アメリカ合衆国 コネチカット州 068
審査請求日	平成29年10月20日 (2017. 10. 20)		51-1056 ノーウォーク メリット
(31) 優先権主張番号	14/072, 213		7 2 0 1
(32) 優先日	平成25年11月5日 (2013. 11. 5)	(74) 代理人	110001210
(33) 優先権主張国	米国 (US)		特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
早期審査対象出願		(72) 発明者	アンドリュー・ダブリュ・ヘイズ
			アメリカ合衆国 ニューヨーク州 144
			50 フェアポート ウォルナット・ラン
			1 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波昇温熱空気式作動用の作動流体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱空気式アクチュエータにおいて、  
 基板と、  
 基板上に形成された絶縁層と、  
 流体チャンバ内に配置された非ハロゲン化された作動流体と、  
 作動可能な膜を備えるデバイス層の少なくとも一部によって流体チャンバから分離された  
 インクチャンバと、  
 絶縁層と流体チャンバとの間に形成された発熱素子とを備え、  
 流体チャンバ内の作動流体の沸点温度が、約 1 0 0 から約 5 0 0 の範囲であり、  
 作動流体の引火点が、約 6 0 よりも大きい、熱空気式アクチュエータ。

10

【請求項 2】

さらに、インクチャンバ内に配置されたインクを備える、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

【請求項 3】

基板の熱伝導率が、作動流体の熱伝導率よりも大きい、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

【請求項 4】

作動流体の熱伝導率が、約 0 . 2 W / m ・ K 未満である、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

20

## 【請求項 5】

作動流体の沸点温度が、約 150 から約 350 の範囲である、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

## 【請求項 6】

作動流体が、安息香酸ベンジル、1,3-ブタンジオール、1-デカノール、マロン酸ジエチル、エーテルジヘキシル、フタル酸ジメチル、1-ドデカノール、n-ヘプタデカン、n-ヘキサデカン、サリチル酸メチル、n-ペンタデカン、フェニルエチルアルコール、2-ピロリジノン、n-テトラデカン、テトラヒドロフルフリル・アルコール又はトリエチレン・グリコールから構成される群から選択される、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

10

## 【請求項 7】

作動可能な膜が、ステンレス鋼を含む、請求項 1 に記載の熱空気式アクチュエータ。

## 【請求項 8】

熱空気式アクチュエータを製造する方法において、  
基板上に絶縁層を形成することと、  
流体チャンバを形成することと、  
絶縁層と流体チャンバとの間に発熱素子を形成することと、  
作動可能な膜を備えるデバイス層を形成することと、  
デバイス層の少なくとも一部によって流体チャンバから分離されたインクチャンバを形成することと、

20

非ハロゲン化された作動流体により流体チャンバの少なくとも一部を充填することと、  
を含み、

流体チャンバ内の作動流体の沸点温度が、約 100 から約 500 の範囲であり、  
作動流体の引火点が、約 60 よりも大きい、熱空気式アクチュエータを製造する方法。

。

## 【請求項 9】

インクでインクチャンバの少なくとも一部を充填することを含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 10】

基板の熱伝導率が、作動流体の熱伝導率よりも大きい、請求項 8 に記載の方法。

30

## 【請求項 11】

作動流体の熱伝導率が、約 0.2 W/m・K 未満である、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 12】

作動流体の沸点温度が、約 150 から約 350 の範囲である、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 13】

作動流体が、安息香酸ベンジル、1,3-ブタンジオール、1-デカノール、マロン酸ジエチル、エーテルジヘキシル、フタル酸ジメチル、1-ドデカノール、n-ヘプタデカン、n-ヘキサデカン、サリチル酸メチル、n-ペンタデカン、フェニルエチルアルコール、2-ピロリジノン、n-テトラデカン、テトラヒドロフルフリル・アルコール又はトリエチレン・グリコールから構成される群から選択される、請求項 8 に記載の方法。

40

## 【請求項 14】

作動可能な膜が、ステンレス鋼を含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 15】

熱空気式アクチュエータを動作させる方法において、  
基板と、  
基板上に形成された絶縁層と、  
流体チャンバ内に配置された非ハロゲン化された作動流体と、  
作動可能な膜を備えるデバイス層の少なくとも一部によって流体チャンバから分離されたインクチャンバと、

50

絶縁層と流体チャンバとの間に形成された発熱素子とを含む熱空気式アクチュエータを提供することと、

少なくとも蒸気泡が流体チャンバ内に形成するように作動流体の少なくとも一部を加熱するように発熱素子を活性化させることと、

作動可能な膜を作動させてインクチャンバからインクを吐出させることと、を備え、  
流体チャンバ内の作動流体の沸点温度が、約 100 から約 500 の範囲であり、  
作動流体の引火点が、約 60 よりも大きく、

熱空気式アクチュエータは、作動流体の沸点温度より低い定常状態温度で維持される、  
方法。

【請求項 16】

10

作動流体の熱伝導率が、約 0.2 W / m · K 未満である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

作動流体が、安息香酸ベンジル、1,3-ブタンジオール、1-デカノール、マロン酸ジエチル、エーテルジヘキシル、フタル酸ジメチル、1-ドデカノール、n-ヘプタデカン、n-ヘキサデカン、サリチル酸メチル、n-ペンタデカン、フェニルエチルアルコール、2-ピロリジノン、n-テトラデカン、テトラヒドロフルフリル・アルコール又はトリエチレン・グリコールから構成される群から選択される、請求項 15 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本教示は、インクジェット印刷装置の分野に関し、より具体的には、インクジェット印刷ヘッドアクチュエータ用の作動流体に関する。

【背景技術】

【0002】

ドロップ・オン・デマンド式のインクジェット技術は、印刷業界において広く使用されている。ドロップ・オン・デマンド式のインクジェット技術を使用したプリンタは、サーマルインクジェット(TIJ)技術又は圧電(PZT)技術のいずれかを使用することができる。サーマルインクジェット式印刷ヘッドとは対照的に、圧電技術を使用した印刷ヘッドは、製造するのにより高価であるが、幅広いインクを使用することができる。圧電式印刷ヘッドはまた、同一ノズル数についてサーマル式印刷ヘッドよりも相対的に大きく、印刷中にインクが吐出されるノズルのより広い空間を必要とし、より低いインク滴密度及び速度をもたらすことがある。低い滴速度は、滴速度変動及び方向性についての許容範囲を低減させ、順次画質及び印刷速度を低減させることがある。

30

【0003】

圧電式インクジェット印刷ヘッドは、圧電素子のアレイ(すなわち、トランスデューサ)を含むことができる。アレイを形成するための1つのプロセスは、接着剤によって移動キャリアにブランケット圧電層を着脱可能に接合し、複数の個々の圧電素子を形成するようにブランケット圧電層をダイシングすることを含むことができる。複数のダイシングソー通路は、隣接する圧電素子の間の全ての圧電材料を除去して各圧電素子間の正確な間隔を設けるために使用されることができる。

40

【0004】

圧電式インクジェット印刷ヘッドは、一般に、圧電素子のアレイが取り付けられた可撓性ダイアフラムをさらに含むことができる。一般には電源に対して電氣的に結合された電極との電氣的接続を介して電圧が圧電素子に印加されると、圧電素子は、曲がったり歪んだりしてダイアフラムを曲げ、ノズルを介してチャンバから所定量のインクを吐出する。曲げは、さらに、吐出されたインクを置き換えるように開口部を介して主インク容器からチャンバ内にインクを引き込む。

【0005】

サーマル式インクジェット印刷ヘッドは、熱エネルギーの発生器又はヒータ素子と、通常

50

はインク流路によってノズルプレート内のノズルから分離された抵抗器とを含む。各ヒータ素子は、電気パルスの活性化が抵抗器を加熱するように個別に対処することができる。熱は、ヒータからインクへと伝達され、インク内に気泡を形成させる。例えば、水性インクは、気泡核形成のために280の臨界温度に到達する。有核気泡又は水蒸気は、ヒータ素子からインクを熱的に分離して抵抗器からインクへの熱のさらなる伝達を防止し、電気パルスが非活性化される。余分な熱がインクから離れて拡散するまで有核気泡が膨張する。蒸気泡の膨張時には、インクが強制的にノズルに向かってノズルプレートの外部に膨出し始めるが、メニスカスとしてインクの表面張力によって抑えられる。

【0006】

電気パルスが非活性化されると、余分な熱は、インクから離れて拡散し、気泡が収縮して崩壊し始める。気泡とノズルとの間の流路内のインクは、収縮気泡に向かって移動を開始し、ノズルプレートから膨出したインクの分離を生じさせ、インク滴を形成する。気泡の膨張中におけるノズルからのインクの加速は、略直線方向にノズルから紙等の記録媒体に向けてインク滴を放出するように運動量と速度をもたらす。ノズルからインクが吐出されると、流路は、流路内のインクの再充填を可能とするのに十分な遅延後に再点火されることができる。サーマル式印刷ヘッド設計は、米国特許第6,315,398号明細書に記載されており、その全体が参照することによって本願明細書に組み込まれる。

【0007】

他の種類の印刷ヘッドは、熱空気式アクチュエータ(TPA')の使用を含む。TPA'は、熱空気式(TP)マイクロポンプと同様であるが、入口及び出口弁を含んでいない。ほとんどの印刷ヘッドは、流体の流れを管理するために、表面張力、メニスカス圧力及びインク流インピーダンスに依存している。対照的に、TPA'を使用した印刷ヘッドは、各アクチュエータ内に封止された作動又は捕捉流体から活性又は圧送流体(例えば、印刷ヘッドから圧送されたインク等の活性流体)を分離するために膜を使用している。インク自体は、最適な熱特性よりは低い特性しか有し得ないことから、作動流体は、デバイスの動作中にその熱特性を向上させるように選択される。膜は、作動流体を隔離し、圧送流体との混合を防止する。TPAの下半分(膜の下方部分)は、抵抗ヒータ及び作動流体を含む一方で、TPAの上半分(膜とノズルプレートとの間の部分)は、圧送流体を含む。複数のヒータを含むアレイにおけるヒータは、それがその臨界温度に近い温度まで作動流体を加熱するように通電されるように個別に取り扱われて活性化されることができる。その結果、核形成部位は、サーマル式インクジェットにおける気泡について上述したように急速に成長して蒸気泡を形成するが作動流体に形成されるように融合する作動流体に現れる。気泡は、成長して膜を偏向させ、活性流体は、その流体流路内で加圧される。したがって、膜は、作動可能な膜である。圧力パルスは、活性流体にノズルから紙等の記録媒体上に吐出されるような有用な方法で圧力を移動又は伝達させる。ハイブリッドインクジェット印刷ヘッドに使用される同様の構成は、米国特許第5,539,437号明細書に記載されており、その全体が参照することによって本願明細書に組み込まれる。

【0008】

熱空気式アクチュエータは、流体ポンプ及び液滴吐出器として使用されるが、熱集積のためにそれらの作動周波数に限定はない。例えば、そのようなデバイスの動作は、熱入力が増加するにつれて、環境に対する熱損失に一致するまで、基準温度の上昇をとる。この時点で、デバイスは、上昇した定常状態温度に到達する。しかしながら、作動流体の沸点が定常状態温度未満である場合には、その作動は停止し、アクチュエータを動作不能な状態とする。すなわち、アクチュエータが循環することから、余分な熱は、その沸点が、膜に対して作用する気泡を形成する部分のみではなく、完全に気化する温度を超えるまで作動流体の温度を上昇させる。したがって、熱空気式作動は、デバイスがサイクル間で冷却するのにかかる時間長に起因してサイクル周波数が限定される。

【0009】

周波数応答を改善するために、高温での動作を可能とする印刷ヘッド装置の設計及び製造プロセスが望ましいであろう。

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

以下は、本教示の1つ以上の実施形態のいくつかの態様の基本的理解を提供するために簡略化した概要を提示するものである。この概要は、広範な概観ではなく、また、本教示の主要又は重要な要素を識別すること又は本開示の範囲を詳しく説明することを意図するものではない。むしろ、その主な目的は、後で提示される詳細な説明の前置きとして簡略化した形態で1つ以上の概念を提示するにすぎない。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本教示の実施形態において、基板と、基板上に形成された絶縁層と、インクチャンバ内に配置された作動流体と、作動可能な膜を備えるデバイス層の少なくとも一部によって流体チャンバから分離されたインクチャンバと、絶縁層と流体チャンバとの間に形成された発熱素子とを含む熱空気式アクチュエータがある。流体チャンバ内の作動流体の沸点温度は、約100 から約500 より大きい範囲である。

## 【0012】

本教示の他の実施形態において、熱空気式アクチュエータを形成する方法がある。本方法は、基板上に絶縁層を形成することと、流体チャンバを形成することと、絶縁層と流体チャンバとの間に発熱素子を形成することと、作動可能な膜を備えるデバイス層を形成することと、少なくともデバイス層の一部によって流体チャンバから分離されたインクチャンバを形成することと、少なくとも部分的に作動流体によって多くの流体チャンバを充填することとを含むことができる。流体チャンバ内の作動流体の沸点温度は、約100 から約500 よりも大きい範囲である。

## 【0013】

本教示の他の実施形態において、熱空気式アクチュエータを動作させる方法がある。本方法は、基板と、基板上に形成された絶縁層と、流体チャンバ内に配置された作動流体と、作動可能な膜を備えるデバイス層の少なくとも一部によって流体チャンバから分離されたインクチャンバと、絶縁層と流体チャンバとの間に形成された発熱素子とを含む熱空気式アクチュエータを提供することと、少なくとも蒸気泡が流体チャンバ内に形成するように作動流体の少なくとも一部を加熱するように発熱素子を活性化させることと、作動可能な膜を作動させてインクチャンバからインクを吐出させることとを含むことができる。本方法において、流体チャンバ内の作動流体の沸点温度は、約100 から約500 よりも大きい範囲である。

## 【0014】

少なくとも1つの実施形態の1つの利点は、高周波数作動が高温でアクチュエータを維持することによって達成されることができ、それにより、熱損失のためにより高い温度勾配を生じさせるということである。したがって、動作温度は、動作中に達成されるより高い最大定常状態温度に起因して一定に維持されることができる。それゆえに、動作時に、アクチュエータは、デバイスに余分な熱を供給することによって通電され、アクチュエータ内の温度を維持するように分配される電力は低減する。

## 【0015】

本願明細書に組み込まれて一部を構成する添付図面は、本教示の実施形態を説明し、詳細な説明とともに本開示の原理を説明するのに役立つ。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】図1は、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図2】図2は、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図3A】図3Aは、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図3B】図3Bは、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

10

20

30

40

50

。

【図4】図4は、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図5】図5は、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図6】図6は、本教示の実施形態にかかる製造過程の構造を描写する断面図である。

【図7】図7は、本教示の実施形態にかかるプリンタの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

なお、図面のいくつかの詳細は、厳密な構造的精度、詳細及び縮尺を維持するためではなく、本教示の理解を容易にするために簡略化されて描かれていることに留意されたい。

【0018】

参照は、本教示の例示的な実施形態、添付図面に図示されている例に対して詳細に行われる。可能な限り、同一又は同様の部品を指すために同じ参照符号が図面全体にわたって使用される。

【0019】

特に断らない限り、本願明細書において使用される場合、用語「プリンタ」は、デジタル複写機、製本機、ファクシミリ装置、複合機、静電写真装置等の任意の目的で印刷出力機能を実行する任意の装置を包含する。

【0020】

本教示の実施形態は、紙等の記録媒体上に複数のノズルを介してインクを吐出させる複数の熱空気式アクチュエータ（TPA'）の使用を含む印刷ヘッドを含むことができる。各TPAの作動流体は、作動可能な膜によって圧送流体から分離されることができ、高沸点及び低熱伝導率を有することができる。作動流体は、そのような作動流体を組み込んだTPAが、例えば、周波数応答を向上させるように約115等の約100以上の高温で動作することができるよう選択される。

【0021】

上記参照することによって組み込まれる米国特許第6,315,398号明細書及び米国特許第5,539,437号明細書は、それぞれ別個に印刷装置を開示している。本教示の実施形態中に形成されることができ製造過程の構造は、図1 - 図6に描かれている。図1は、他のヒータ設計が考えられるものの、当業者によって形成されて本教示の実施形態において使用されることができ例示的なヒータウェハ10を描いている。なお、図のそれぞれに描かれた実施形態は、一般化された概略図であり、他の構成要素が追加されてもよく又は既存の構成要素が除去若しくは変更されてもよいことが理解されるであろう。

。

【0022】

図1のヒータウェハ10は、その上及び/又はその内部に形成されたイオンドーピング領域、誘電体層及び導電層等の様々な他の構造（簡略化のために個別に描かれていない）を含むことができる半導体（シリコン、ガリウム砒素等）基板等の基板12を含む。さらに、例えば二酸化シリコン（SiO<sub>2</sub>）等の誘電体絶縁層であるアンダーグレイズ層14が分離領域として形成されることができ。次に、作動流体を加熱するためのヒータとして機能するように構成されることができパターン化された抵抗器16（すなわち、抵抗発熱素子）が例えば多結晶シリコン、金属又は金属合金の化学蒸着（CVD）を使用してアンダーグレイズ層14上に形成されることができ。実施形態において、抵抗発熱素子は、白金又はアルミニウムから形成されることができ。

【0023】

1つの抵抗器16のみが図1に描かれている一方で、図1 - 図6の他の構造とともに複数の抵抗器16が、基板12にわたって繰り返されてもよく、同時に各ノズル52又はインクチャンバ56と関連付けられた1つの抵抗器16によって抵抗器アレイとして形成されてもよいことが理解される（図5、後述）。さらに、他の実施形態においては、ヒータウェハ10の各抵抗器16は、図1に描かれているように基板12に重複する別個の個別層であるよりもむしろ、基板12内の1つ以上の埋め込み領域（簡略化のために個別に描

10

20

30

40

50

かれていない)によって設けられてもよい。それゆえに、図面は、概略図であり、他の構造的要素が追加されてもよく又は既存の構造的要素及び/又は処理段階が削除若しくは変更されてもよいことが理解される。それゆえに、抵抗器アレイの各抵抗器16は、ノズルからインクを吐出するためのアクチュエータの一部として形成される。それゆえに、抵抗器アレイは、ノズルアレイからインクを吐出するように構成されたアクチュエータアレイの一部である。

#### 【0024】

続いて、例えばホスホシリケートガラス(PSG)である誘電体層18が形成されて平坦化され、抵抗器16に対する接触開口部を残すようにパターンニングされる。次に、誘電体パッシベーション層20及びタンタル等の材料からなる保護層22が図示されるように形成されてパターンニングされる。誘電体パッシベーション層20は、デバイスの使用中における抵抗器16と可能性がある腐食性作動流体との間の物理的接触を防止する一方で、保護層22は、パッシベーション層20が同様のインクと接触するのを保護する。他の実施形態において、誘電体パッシベーション層20及び/又は保護層22は、発熱素子が露出して作動流体の一部に直接接触するように構成されるように省略してもよい。

#### 【0025】

図1のヒータウェハ10を完成するために、例えばアルミニウム又は他の導電体からなる層である電極層は、例えば、スパッタリング法やCVDを使用して蒸着され、その後、抵抗器アレイにおける各抵抗器16が個別に対処されることができるよう第1の電極23及び第2の電極24を形成するようにエッチングされる。

#### 【0026】

次に、図2に描かれるように、例えば、PSG、SiO<sub>2</sub>、SU-8フォトリソ等スタンドオフ層26は、図示されるように形成されて平坦化され、パターンニングされる。スタンドオフ層26は、後述するように、後続の処理とともに作動流体のための封じ込め構造のための安定した平坦なベースを提供するオーバーグレイズパッシベーション層として機能することができる。スタンドオフ層26はまた、作動流体チャンバ40(図4)の高さを画定するのに使用されることができる。他の実施形態において、スタンドオフ層26は、デバイスの設計に応じて他の厚さが考えられるものの、約0.025µmから約2.5µm、又は、約0.1µmから約0.2µmの厚さを有することができる。

#### 【0027】

その後、図3に描かれているように、膜層32及び支持層34が、図2の構造に取り付けられる。ある実施形態において、膜層32及び支持層34は、例えば埋め込み酸化物層である埋め込み層33等の他の層を含むシリコン・オン・インシュレータ(SOI)ウェハ30の一部とすることができる。それゆえに、ある実施形態において、SOIウェハ30は、例えば約1.0µmから約20µm、又は、約10µmから約12µmの厚さを有する単結晶の第1のシリコン層である作動可能な膜32を含むことができる。SOIウェハは、さらに、例えば約0.01µmから約5.0µmの厚さを有する埋め込み酸化物層である酸化物層等の誘電体層33を含むことができる。SOIウェハは、さらに、例えば約500µmから約800µmの厚さを有するシリコンハンドル層(すなわち、シリコンハンドルウェハ)である第2のシリコン層34を含むことができる。埋め込み酸化物層33は、間に介在されてハンドル層34から膜層32を物理的に分離する。作動可能な膜32は、スピンコーティングされ、蒸発され、蒸着され、噴霧された等のエポキシ、樹脂接着剤又は作動流体と適切に互換性がある加工条件を満たす他の材料からなる接着剤36を使用してスタンドオフ層26に取り付けられることができる。さらに、接着剤36は、例えばスクリーン印刷、接触印刷等を使用して膜層32及び/又はスタンドオフ層26に塗布されることができる。他の実施形態において、膜層32は、銀、金等による陽極又は融着接合又は金属拡散を使用してスタンドオフ層26に取り付けられることができる。図3Aに描かれるように、シリコンハンドル層34の一部35は、例えば、任意に除去又は薄いSOIウェハへと平坦化されることができ、後続のシリコンハンドル層34のエッチングのエッチング時間を低減させる。一部35の除去はまた、インクチャンバ56の高さ

10

20

30

40

50



を画定するのに使用されることができる(図5)。ハンドル層34の一部35は、スタンドオフ層26への取り付けの前又は後のいずれかで除去されることができるが、取り付け後に図2の構造によってSOIウェハ30に設けられた追加の支持体は、薄化プロセス中におけるSOIウェハの損傷を低減又はなくすることができる。薄化は、化学的ウェット若しくはドライエッチング、機械的ドライエッチング、化学機械的平坦化(CMP)又はアブレーション加工を使用して行われることができる。

#### 【0028】

他の実施形態において、作動可能な膜層32及び支持層34は、別個に取り付けられてもよい。例えば、膜32は、ポリマ層、ステンレス鋼層等の金属層、シリコン層、又は、接着剤36を使用してスタンドオフ層26に取り付けられた後述するような圧力下で偏向するように十分に薄くて可撓性がある他の層とすることができる。ある実施形態において、作動可能な膜32についての材料は、ガラス、セラミック及び酸化物又は窒化物から選択されることができる。膜32を取り付けた後に、例えば酸化物又は窒化物である支持層34は、適切な蒸着技術を使用して膜32上に蒸着されてもよい。さらに、支持層34は、任意に除去又は薄い支持層34のウェハへと平坦化されることができ、例えば後続の支持層34のエッチングのエッチング時間を低減させる。支持層34の一部の除去はまた、インクチャンバ56の高さを画定するのに使用されることができる(図5)。薄化は、化学的ウェット若しくはドライエッチング、機械的ドライエッチング、化学機械的平坦化(CMP)又はアブレーション加工を使用して行われることができる。作動可能な膜32及び支持層34が別個に取り付けられた他の方法において、作動可能な膜としてのチタン箔は、銀の拡散接合によってスタンドオフ層26に接合されることができる。

#### 【0029】

その後、パターニングされたフォトレジスト層38は、図3Bに描かれているように、パターニングされたフォトレジスト層38が作動流体チャンバ40に重複する位置で支持層34を露出するように支持層34の上に形成されることができる。抵抗器16のアレイ内の各作動流体チャンバ40は、同様にパターニングされたフォトレジスト層38によって露出される。

#### 【0030】

次に、シリコンハンドル層34及び任意には酸化物層33の異方性エッチングが、シリコンハンドル層34及び任意には酸化物層33内の複数の凹部を形成するために行われ、図4に描かれているように、1つの凹部が各抵抗器16の上に形成される。ある実施形態において、埋め込み酸化物層33は、シリコンハンドル層34のエッチング中におけるエッチング停止部として使用されることができる。他の実施形態において、埋め込み層33は、支持層34のエッチング中におけるエッチング停止部として使用され、膜32は、埋め込み層33のエッチング中におけるエッチング停止部として使用される。エッチングが完了した後、パターニングされたフォトレジスト層38は、図4に描かれたものと同様の構造をもたらすために除去される。本教示の実施形態にしたがって形成されたデバイスは、インク供給マニホールドが印刷ヘッドにわたって分散されるのを可能とする構造等、簡略化のために描かれていない当該技術分野において公知の様々な他の構造を含むことができることが理解されるであろう。

#### 【0031】

図4に描かれたものと同様の構造を形成した後に、図5に描かれているように、例えば接着剤54を使用して複数のノズル52を有する適切なノズルプレート50がSOIウェハ30の上面に形成されて接合される。ノズルプレート50は、シリコン、ガラス、ステンレス鋼等の1つ以上の様々な金属、ポリマ又はそれらの組み合わせとすることができる。他の実施形態において、ノズルプレート50は、融着又は他の方法を使用してSOIウェハ30に取り付けられる。ノズルプレート50の取り付けは、膜32、支持層34及びノズルプレート50によって画定されたインクチャンバ56を形成し、アクチュエータ58のアレイを完成する。マニホールド、インクルーティング層及び/又はノズルプレート50と支持層34との間に介在される他の層等の介在特徴を有する印刷ヘッドにおいて、

ノズルプレート 50 は、直接的に支持層 34 に取り付けられるよりもむしろ、接触によって間接的に支持層 34 に取り付けられることができ、直接的に介在特徴に対して取り付けられることができる。

【0032】

図 5 に描かれたものと同様の構造を完成した後、処理は、完成した熱空気式アクチュエータ T I J 印刷ヘッドを形成し続けることができる。これは、作動流体 60 によって流体チャンバ 40 を充填すること（図 6）と、インク 62 によってインクチャンバ 56 を充填することを含むことができる。

【0033】

膜層 32 は、完成した印刷ヘッドにおいて、アクチュエータアレイの複数の個別のアクチュエータ等の 1 つ以上にわたってインクチャンバ 56 から作動流体チャンバ 40 を分離するように、熱空気式アクチュエータ膜 32 として提供して機能する。作動流体 60 は、作動流体の沸点温度が、例えば周囲圧力において約 150 から約 350 の範囲等、周囲圧力において約 100 から約 500 よりも大きい範囲とすることができるように選択されることができる。作動流体のいくつかの例が以下の表 1 に提示される。いくつかの実施形態において、作動流体として使用可能な材料は、所定の MSDS 健康、火災及び反応性評価を満たすものとすることができる。例えば、作動流体は、0, 1 又は 2 の MSDS 健康評価、0 又は 1 の MSDS 火災評価、及び / 又は、0 の MSDS 反応性評価を有する材料から選択されることができる。

【0034】

10

20

【表 1】

材料名	熱伝導率 (W/m・K)	密度 (g/cc)	比熱 (J/g・C)	沸点 (℃)	引火点 (℃)	臨界温度 (℃)	MSDS健康、火災及び反応性並びに注記
安息香酸ベンジル、 C14H12O2	0.137	1.12		324	148	548	1, 1, 0
1, 3-ブタンジオール、 C4H10O2	0.184	1	2.52	208	108	403	1, 1, 0 刺激
1-デカノール、 C10H22O	0.162	0.83	2.38	230	108	417	目への刺激
マロン酸ジエチル、 C7H12O4	0.13	1.049	1.87	200	200		0, 1, 0, 刺激
エーテルジヘキシル、 C12H26O	0.133	0.794		227	97		刺激
フタル酸ジメチル、 C10H10O4	0.146	1.19	1.56	284	146		0, 1, 0
1-ドデカノール、 C12H26O	0.146	0.835	2.48	260	127	446	0, 1, 0
n-ヘプタデカン、 C17H36	0.145	0.778	2.22	302	149	461	2, 1, 0 刺激
n-ヘキサデカン、 C16H34	0.141	0.773	2.26	287	93	449	0, 1, 0 僅かな刺激
サリチル酸メチル、 C8H8O3	0.147	1.184	1.94	219	96	436	1, 1, 0 摂取が非常に有毒；接触が有毒
n-ペンタデカン、 C15H32	0.14	0.769	2.21	271	132	435	1, 1, 0 刺激
フェニルエチルアルコール、 C8H10O	0.164	1.02	2.07	219	96		1, 1, 0 刺激；浸透
2-ピロリジノン、 C4H7NO	0.194	1.1	1.59	245	98		2, 1, 0 刺激
n-テトラデカン、 C14H30	0.136	0.763	2.2	254	99	420	2, 1, 0 刺激
テトラエチレン・グリコール、 C8H18O5	0.161	1.13	2.19	327	110	508	2, 1, 0 刺激
テトラヒドロフルフリル・アルコール、 C5H10O2	0.146	1.048	1.774	178	165		2, 1, 0 刺激
トリエチレン・グリコール、 C6H14O4	0.197	1.12	2.162	287	177	482	1, 1, 0 接触が非常に有毒。臓器に毒性

## 【0035】

ある実施形態において、作動流体は、作動流体の臨界温度が、例えば約350 から約600 等、約250 から約700 の範囲であるように選択される。ある実施形態において、基板12の熱伝導率は、約0.2 W/m・K未満である作動流体60の熱伝導率よりも大きくすることができる。特定の理論に限定されるものではないが、60 未満の引火点を有する材料が可燃性であると考えられていることから、作動流体60は、作動流体の引火点が約60 以上であるように選択されることができる。この例において、作動流体は、1, 3-ブタンジオール、1-デカノール、マロン酸ジエチル、エーテルジヘキシル、フタル酸ジメチル、1-ドデカノール、n-ヘプタデカン、n-ヘキサデカン、サリチル酸メチル、n-ペンタデカン、フェニルエチルアルコール、2-ピロリジノン、n-テトラデカン、テトラヒドロフルフリル・アルコール、トリエチレン・グリコール又はそれらの組み合わせを含むことができる。望ましい商業的特性を達成するために、作動流体は、MSDS健康評価、MSDS火災評価及び/又はMSDS反応性評価にしたがって、非ハロゲン化されることができ、深刻な健康被害を生じさせず、深刻な腐食性又は反応

性を有しないようにすることができる。

【0036】

水性及び非水性インク、UVインク、ゲルインク、導電性インク及び生物学的流体等の各種インク62は、本教示の実施形態において使用されることができる。

【0037】

図6に描かれた印刷ヘッドの使用中に、抵抗器16は、抵抗器16の発熱をもたらす2つの電極23、24にわたって電圧を印加することによって個別に対処されることができる。抵抗器16が臨界温度に到達すると、作動流体60は、例えば融合することができる複数の気泡を形成することによって気化し始め、作動流体チャンバ40を加圧する気泡64を形成する。得られた作動流体チャンバ40内の圧力は、膜32を偏向させ、それにより、インクチャンバ56の容積を低減させる。容積の低減は、インク滴66としてのノズル52からのインク62の吐出をもたらし、それにより、(簡略化のために個別に描かれていない)記録媒体上に蒸着される。作動流体の沸点温度は、約100 から約500 よりも大きい範囲とすることができるため、印刷ヘッドは、従来の印刷ヘッドと比較してより高い周波数で動作させることができる。例えば、ある実施形態において、熱空気式アクチュエータは、作動流体の沸点温度よりも低い定常状態温度に維持される。例として、印刷ヘッドは、例えば、115 の定常状態温度目標及び450 よりも大きいピーク温度目標で動作させることができる。例えば、約5マイクロ秒のパルス幅を有する電気信号は、印刷ヘッドの発熱素子に通電するように提供されることができる。印刷ヘッドは、約7kHzから約10kHzの周波数で動作させることができるが、そのような周波数に限定されるものではない。

【0038】

図7は、本教示の実施形態を含む少なくとも1つの印刷ヘッド74が設置されたプリンタハウジング72を含むプリンタ70を描いている。ハウジング72は、印刷ヘッド74を包むことができる。動作中において、インク76は、1つ以上の印刷ヘッド74から吐出される。印刷ヘッド74は、用紙、プラスチック等の印刷媒体78上に所望の画像を形成するためのデジタル命令にしたがって動作する。印刷ヘッド74は、印刷された画像を帯毎に生成するように走査動作中に印刷媒体78に対して前後移動することができる。あるいは、印刷ヘッド74は、固定保持されることができ、印刷媒体78は、それに対して移動して単一経路で印刷ヘッド74と同じ幅の画像を形成する。印刷ヘッド74は、印刷媒体78よりも狭いか又は同じ幅とすることができる。他の実施形態において、印刷ヘッド74は、その後印刷媒体に転写するための(簡略化のために描かれていない)回転ドラム、ベルト又はドレルト等の中間表面に印刷することができる。

【0039】

本教示の広い範囲を記載する数値範囲及びパラメータは近似値であるが、具体例に記載された数値は、可能な限り正確に報告される。しかしながら、任意の数値は、各試験測定においてみられる標準偏差から必然的に生じる所定の誤差を本質的に含む。さらに、本願明細書に開示される全ての範囲は、その中に包含される任意の及び全ての下位範囲を包含するように理解されるべきである。例えば、「10未満」の範囲は、ゼロの最小値と10の最大値の間の(及び含む)任意の及び全ての下位範囲、すなわち、例えば1から5等のゼロ以上の最小値及び10以下の最大値を有する任意の及び全ての下位範囲を含むことができる。特定の場合において、パラメータについて述べられたように数値は、負値をとることができる。この場合、「10未満」と述べられた範囲の例値は、例えば、-1、-2、-3、-10、-20、-30等の負値をとることができる。

【0040】

本教示は、1つ以上の実施例に関して例示してきたが、添付の特許請求の範囲の精神及び範囲から逸脱することなく、代替例及び/又は変更例が例示に対して行われることができる。例えば、プロセスは、一連の動作又は事象として記載されているが、本教示は、そのような動作又は事象の順序によって限定されないことが理解されるであろう。いくつかの動作は、本願明細書に記載されたものとは離れた他の動作又は事象とともに異なる順序

で及び／又は同時に生じてよい。また、全てのプロセス段階が、本教示の1つ以上の態様又は実施形態にかかる方法を実施するために必要とされなくてもよい。構造的要素及び／又は処理段階が追加されることができ又は既存の構造的要素及び／又は処理段階が削除若しくは変更されることができることが理解されるであろう。さらに、本願明細書に描かれた動作のうちの1つ以上は、1つ以上の独立した動作及び／又は段階で実行されることができる。さらにまた、用語「含む(including)」、「含む(include)」、「有する(having)」、「有する(has)」、「有する(with)」又はそれらの変形が、詳細な説明及び特許請求の範囲のいずれかにおいて使用される範囲で、そのような用語は、用語「備える(comprising)」と同様に包括的であるように意図されている。用語「のうちの少なくとも1つ(at least one of)」は、列挙された項目のうちの1つ以上が選択されることができることを意味するように使用される。さらに、本願明細書における説明及び特許請求の範囲において、2つの材料に関して一方が他方の「上(on)」として使用される用語「上(on)」は、材料間で少なくとも若干接触していることを意味する一方で、「上(over)」は、材料が近接しているが、接触がおそらく必要とされないようにおそらく1つ以上の追加の介在材料を有することを意味する。「上(on)」も「上(over)」も、本願明細書において使用されるように任意の方向性を暗示しない。用語「共形(conformal)」は、下方にある材料の角度が共形材料によって保存されたコーティング材料を記載している。用語「約(about)」は、変更が図示された実施形態に対するプロセス又は構造の不適合をもたらさない限り、列挙された値が多少変更されることができを示す。最後に、「例示的(exemplary)」は、説明が理想的であることを暗示するよりもむしろ例として使用されることを示す。本教示の他の実施形態は、本願明細書の開示の明細書及び実行を考慮すれば当業者にとって明らかであろう。明細書及び実施例は、以下の特許請求の範囲によって示される本教示の真の範囲及び精神を有する例示としてのみ考慮されることが意図されている。

#### 【0041】

本特許出願において使用される相対位置の用語は、加工物の向きにかかわらず、従来の平面又は加工物の加工面に平行な平面に基づいて定義される。本特許出願において使用される用語「水平」又は「横方向」は、ワークの向きにかかわらず、従来の平面又は加工物の加工面に平行な平面として定義される。用語「垂直(vertical)」は、水平に対して垂直な方向を指す。「上(on)」、「側(side)」、「側壁」のような」、「高い(higher)」、「低い(lower)」、「上(over)」、「上(top)」及び「下(under)」等の用語は、加工物の向きにかかわらず、従来の平面又は加工物の上面である加工面に関して定義される。

【図 1】

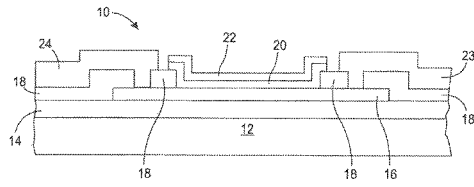


図 1

【図 2】

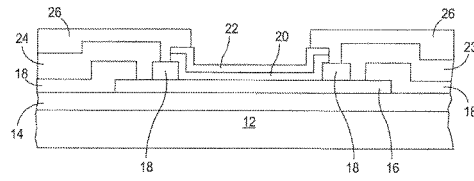


図 2

【図 3 A】

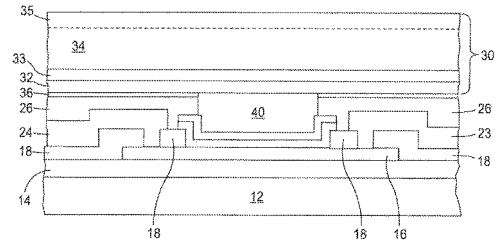


図 3 A

【図 3 B】

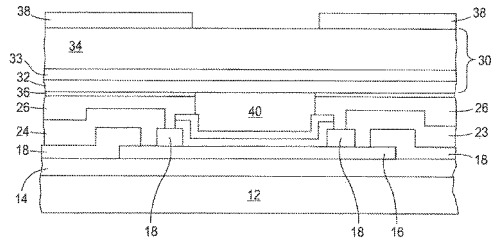


図 3 B

【図 4】

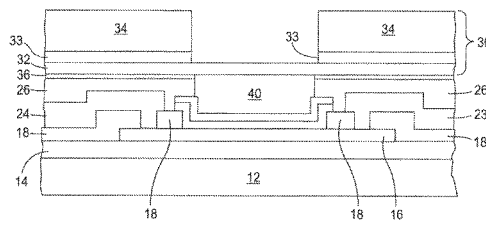


図 4

【図 6】

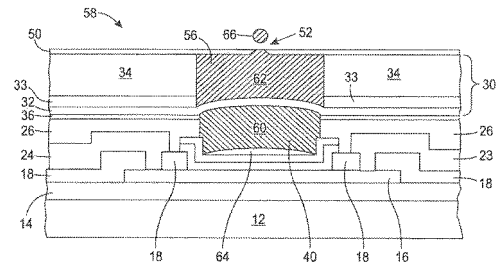


図 6

【図 5】

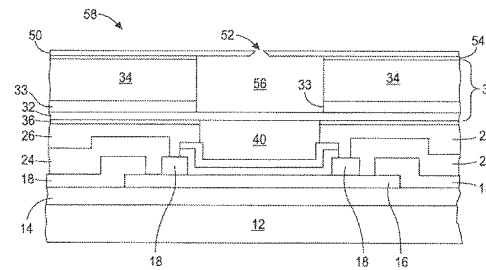


図 5

【図 7】

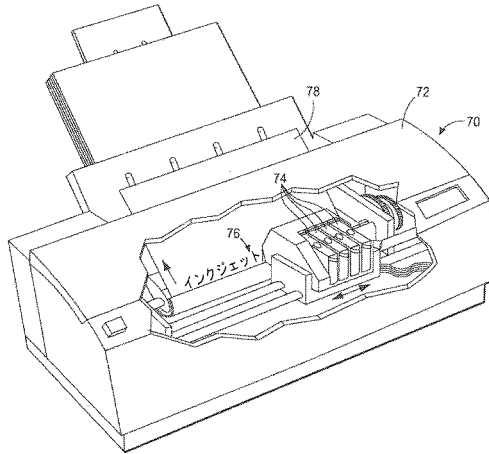


図 7

---

フロントページの続き

(72)発明者 ジュン・マ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 2 6 ペンフィールド チッペンハム ドライブ 5 2

審査官 亀田 宏之

(56)参考文献 特開昭55-081172(JP,A)

特開2000-141659(JP,A)

特開平10-138487(JP,A)

特開2000-141657(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 4 1 J 2 / 0 1 - 2 / 2 1 5