

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6510958号
(P6510958)

(45) 発行日 令和1年5月8日 (2019. 5. 8)

(24) 登録日 平成31年4月12日 (2019. 4. 12)

(51) Int. Cl. F I

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

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

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 2/16 5 0 1

B 4 1 J 2/16 5 0 7

B 4 1 J 2/16 5 1 1

B 4 1 J 2/16 5 0 3

請求項の数 14 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-226292 (P2015-226292)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成27年11月19日 (2015. 11. 19)		ゼロックス コーポレイション
(65) 公開番号	特開2016-107633 (P2016-107633A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成28年6月20日 (2016. 6. 20)		アメリカ合衆国 コネチカット州 068
審査請求日	平成30年11月14日 (2018. 11. 14)		51-1056 ノーウォーク メリット
(31) 優先権主張番号	14/561, 519		7 2 0 1
(32) 優先日	平成26年12月5日 (2014. 12. 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	ピーター・ジェイ・ニストロム
			アメリカ合衆国 ニューヨーク州 145
			80 ウェブスター グレンウッド・ドラ
			イブ 62
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電印刷ヘッド用薄膜のウエハレベルの製造および接着

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電アクチュエータのアレイを含むインクジェット印刷ヘッドを形成する方法であって、

、

ハンドル層上に形成されたエッチング停止層の第1の面の上に複数のアクチュエータ膜を形成するステップであって、

前記複数のアクチュエータ膜がそれぞれ、隣接するアクチュエータ膜から横方向に間隔を開けて配置され、

前記エッチング停止層が、前記ハンドル層と前記複数のアクチュエータ膜との間に挟まれる、複数のアクチュエータ膜を形成するステップと、

前記複数のアクチュエータ膜を前記複数のアクチュエータ膜を作動させるための回路を含む印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップと、

前記複数のアクチュエータ膜を前記印刷ヘッド駆動組立体に取り付ける前記ステップの後、第1のエッチング速度を有する第1除去加工を行って、前記ハンドル層の第1の厚さを取り除くことと、次いで、前記第1のエッチング速度より遅い第2のエッチング速度を有する第2の除去加工を行って、前記ハンドル層の第2の厚さを取り除き、前記エッチング停止層を露出することを含む方法を使用して、前記ハンドル層を取り除いて、前記エッチング停止層の前記第2の面を露出させるステップと、

前記ハンドル層を取り除く前記ステップの後、前記エッチング停止層を取り除くステップと、を含む方法。

【請求項 2】

前記複数のアクチュエータ膜に取り付けられる 1 枚以上のスタンドオフ層を形成するステップと、

複数のノズルを含む開口プレートを前記 1 枚以上のスタンドオフ層に取り付けて、複数のインクチャンバを形成するステップであって、各インクチャンバが、アクチュエータ膜の面、前記 1 枚以上のスタンドオフ層の面、および前記開口プレートの面により、少なくとも部分的に画定される、複数のインクチャンバを形成するステップと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ハンドル層が、半導体ウエハであり、

10

前記複数のアクチュエータ膜を形成する前記ステップにより、複数のインクジェット印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイが同時に形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記方法は、さらに、前記ハンドル層上に、前記エッチング停止層としての酸化物エッチング停止層を形成することを含み、前記ハンドル層は無傷なシリコン半導体ウエハであり、前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップにより、前記酸化物エッチング停止層上に複数のシリコンアクチュエータ膜が形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ハンドル層として、50 μm から 5000 μm の厚みを有する前記シリコン半導体ウエハを準備するステップと、

20

1. 0 μm から 100 μm の厚みを有する前記複数のシリコンアクチュエータ膜を形成するステップと、

0. 5 μm から 25 μm の厚みを有する前記酸化物エッチング停止層を形成するステップと、をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップは、前記エッチング停止層上にブランケット膜層を形成することと、前記ブランケット膜層上にパターン化されたマスクを形成することと、パターン化されたマスクをパターンとして使用してブランケット膜層をパターンニングし、前記複数のアクチュエータ膜を形成すること、を含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 7】

前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップにおいて、前記ハンドル層として第 1 の半導体ウエハを用い、当該第 1 の半導体ウエハ上に複数の印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイを形成し、

前記複数のアクチュエータ膜を前記印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップにおいて、前記第 1 の半導体ウエハ上に形成された前記複数の印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイを、第 2 の半導体ウエハ上に形成された複数の印刷ヘッド駆動組立体に取り付け、

前記方法は、さらに、前記第 1 の半導体ウエハ及び前記第 2 の半導体ウエハを複数の印刷ヘッド用の複数の半導体ダイにダイシングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 8】

静電アクチュエータのアレイを有するインクジェット印刷ヘッドを含むインクジェットプリンタを形成する方法であって、

ハンドル層上に形成されたエッチング停止層の第 1 の面の上に複数のアクチュエータ膜を形成するステップであって、

前記複数のアクチュエータ膜がそれぞれ、隣接するアクチュエータ膜から横方向に間隔を開けて配置され、

前記エッチング停止層が、前記ハンドル層と前記複数のアクチュエータ膜との間に挟まれる、複数のアクチュエータ膜を形成するステップと、

50

前記複数のアクチュエータ膜を前記複数のアクチュエータ膜を作動させるための回路を含む印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップと、

前記複数のアクチュエータ膜を前記印刷ヘッド駆動組立体に取り付ける前記ステップの後、第1のエッチング速度を有する第1除去加工を行って、前記ハンドル層の第1の厚さを取り除くことと、次いで、前記第1のエッチング速度より遅い第2のエッチング速度を有する第2の除去加工を行って、前記ハンドル層の第2の厚さを取り除き、前記エッチング停止層を露出することを含む方法を使用して、前記ハンドル層を取り除いて、前記エッチング停止層の前記第2の面を露出させるステップと、

前記ハンドル層を取り除く前記ステップの後、前記エッチング停止層を取り除くステップと、

前記複数のアクチュエータ膜および前記印刷ヘッド駆動組立体をプリンタの筐体内に収納するステップと、を含む方法。

【請求項9】

前記複数のアクチュエータ膜に取り付けられる1枚以上のスタンドオフ層を形成するステップと、

複数のノズルを含む開口プレートを前記1枚以上のスタンドオフ層に取り付けて、複数のインクチャンバを形成するステップであって、各インクチャンバが、アクチュエータ膜の面、前記1枚以上のスタンドオフ層の面、および前記開口プレートの面により、少なくとも部分的に画定される、複数のインクチャンバを形成するステップと、をさらに含む請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記ハンドル層が、半導体ウエハであり、

前記複数のアクチュエータ膜を形成する前記ステップにより、複数のインクジェット印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイが同時に形成される、請求項8に記載の方法。

【請求項11】

前記方法は、さらに、前記ハンドル層上に、前記エッチング停止層としての酸化物エッチング停止層を形成することを含み、前記ハンドル層は無傷なシリコン半導体ウエハであり、前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップにより、前記酸化物エッチング停止層上に複数のシリコンアクチュエータ膜が形成される、請求項8に記載の方法。

【請求項12】

前記ハンドル層として、50 μmから5000 μmの厚みを有する前記シリコン半導体ウエハを準備するステップと、

1. 0 μmから100 μmの厚みを有する前記複数のシリコンアクチュエータ膜を形成するステップと、

0. 5 μmから25 μmの厚みを有する前記酸化物エッチング停止層を形成するステップと、をさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップは、前記エッチング停止層上にブランケット膜層を形成することと、前記ブランケット膜層上にパターン化されたマスクを形成することと、パターン化されたマスクをパターンとして使用してブランケット膜層をパターンニングし、前記複数のアクチュエータ膜を形成すること、を含む、請求項8に記載の方法。

【請求項14】

前記複数のアクチュエータ膜を形成するステップにおいて、前記ハンドル層として第1の半導体ウエハを用い、当該第1の半導体ウエハ上に複数の印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイを形成し、

前記複数のアクチュエータ膜を前記印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップにおいて、前記第1の半導体ウエハ上に形成された前記複数の印刷ヘッド用の複数のアクチュエータ膜のアレイを、第2の半導体ウエハ上に形成された複数の印刷ヘッド駆動組立体に取

10

20

30

40

50

り付け、

前記方法は、さらに、前記第1の半導体ウェハ及び前記第2の半導体ウェハを複数の印刷ヘッド用の複数の半導体ダイにダイシングすることを含む、請求項8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【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、静電式インクジェット用印刷ヘッドに関する方法および構造、ならびに静電式インクジェット用印刷ヘッドを含むプリンタに関する。

【背景技術】

10

【0002】

ドロップ・オン・デマンドのインクジェット技術は、印刷業界で広く用いられている。通常、ドロップ・オン・デマンドのインクジェット技術を用いるプリンタでは、サーマルインクジェット技術または圧電技術のどちらかが用いられる。圧電インクジェットは、サーマルインクジェットよりも製造コストがかかるが、一般的に好まれている。というもの、圧電インクジェットでは、例えば、より多様な種類のインクを用いることができるためである。

【0003】

圧電インクジェットの印刷ヘッドは、圧電素子のアレイ（すなわち、トランデュースまたはPZT）を含む。このアレイを形成する処理には、接着剤でブランケット圧電層を移動キャリアに、取外し可能に接着し、次いで、そのブランケット圧電層をダイシングして、個々の圧電素子を複数形成する工程が含まれ得る。隣接する圧電素子間の圧電材料を全て取り除いて、各圧電素子間に正確な間隔を提供するために、複数のダイシングソーのパスを用いることができる。

20

【0004】

通常、圧電インクジェットの印刷ヘッドは、可撓性の隔膜をさらに含むことができ、この隔膜には圧電素子のアレイが取り付けられる。電源と電氣的に接続した電極を用いる電気接続により圧電素子に電圧がかかると、通常、その圧電素子は曲がり、すなわち撓み、隔膜を収縮させ、これにより、チャンバから開口プレート（すなわち、ノズルプレート）内のノズル（すなわち、開口または開口部）を介して、一定の量のインクが放出される。さらに、この収縮により、メインのインク容器から開口を介してインクがチャンバ内に引き込まれ、放出されたインクと入れ替わる。

30

【0005】

圧電素子は、鉛を含むバルク材料から製造可能である。鉛ベースの圧電アクチュエータの環境への影響を抑えるために、その他のインク吐出技術が研究されている。例えば、静電アクチュエータには、電極が使用され、供給電圧により電極が作動すると、シリコン膜（例えば、隔膜）を引きつけて曲げて、薄膜により部分的に形成されたインクチャンバ内にインク供給部からインクを引き寄せる。電極から電圧が取り除かれると、シリコン膜が緩み、それにより、インクチャンバ内の圧力が上がり、開口プレート内のノズルからインクが吐出される。

40

【0006】

印刷技術が向上すると、アクチュエータの物理的サイズが小さくなり、それに伴って、印刷ヘッドの所与の領域内のノズルおよびアクチュエータの数が増加する。静電式インクジェット印刷ヘッド用のアクチュエータ膜を形成することは、サイズ縮小に伴って、ますます難しくなっている。例えば、現在技術では、静電式印刷ヘッド用の長方形のアクチュエータ膜は、約4mm×12mmの領域を有し得る。これらの小さなアクチュエータは作成が困難であり、クラッキングを起こし易い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

生産スループットを向上させる、静電アクチュエータのアレイを形成する簡単な方法が所望される。

【課題を解決するための手段】

【0008】

次に、本教示の1つ以上の実施形態のうちのいくつかの様態を基本的に理解してもらうために、簡単な要約を記載する。この要約は広範囲にわたる概要ではなく、本教示の鍵になる要素すなわち重要な要素を特定したり、本開示の範囲を示したりすることを意図していない。むしろ、後程記載する詳細な説明に対する前置きとして、単に1つ以上の概念を簡略化して提示することがその主な目的である。

【0009】

ある実施形態では、静電アクチュエータのアレイを有するインクジェット印刷ヘッドを形成する方法が開示される。この方法には、エッチング停止層の第1の面の上に複数のアクチュエータ膜を形成するステップが含まれ、これらの複数のアクチュエータ膜がそれぞれ、隣接するアクチュエータ膜から横方向に間隔を開けて配置され、エッチング停止層が、ハンドル層と複数のアクチュエータ膜との間に挟まれ、ハンドル層が、エッチング停止層の第2の面に取り付けられる。この方法には、複数のアクチュエータ膜を印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップがさらに含まれ得、この印刷ヘッド駆動組立体が、複数のアクチュエータ膜を作動させる回路を含む。複数のアクチュエータ膜を印刷ヘッド駆動組立体に取り付けた後、ハンドル層を取り除いて、エッチング停止層の第2の面を露出させることができる。ハンドル層を取り除いた後、エッチング停止層を取り除くことができる。

【0010】

別の実施形態では、静電アクチュエータアレイを有するインクジェット印刷ヘッドを含むインクジェットプリンタを形成する方法が開示される。この方法には、エッチング停止層の第1の面の上に複数のアクチュエータ膜を形成するステップが含まれ、これらの複数のアクチュエータ膜がそれぞれ、隣接するアクチュエータ膜から横方向に間隔を開けて配置され、エッチング停止層が、ハンドル層と複数のアクチュエータ膜との間に挟まれ、ハンドル層が、エッチング停止層の第2の面に取り付けられる。この方法には、複数のアクチュエータ膜を印刷ヘッド駆動組立体に取り付けるステップがさらに含まれ得、この印刷ヘッド駆動組立体が、複数のアクチュエータ膜を作動させる回路を含む。複数のアクチュエータ膜を印刷ヘッド駆動組立体に取り付けた後、ハンドル層を取り除いて、エッチング停止層の第2の面を露出させることができる。ハンドル層を取り除いた後、エッチング停止層を取り除くことができる。次いで、複数のアクチュエータ膜および印刷ヘッド駆動組立体を、プリンタ筐体内に収納させることができる。

【0011】

別の実施形態では、複数の静電アクチュエータのアレイを含む複数のインクジェット印刷ヘッドに関する製造過程の構造が開示され得、各印刷ヘッドは、複数の静電アクチュエータアレイのうちの少なくとも1つの静電アクチュエータアレイを含む。製造過程の構造には、第1の半導体ウエハ基板組立体が含まれ得、この第1の半導体ウエハ基板組立体が、第1の面、およびこの第1の面と向かい合わせの第2の面を有するエッチング停止層と、複数のインクジェット印刷ヘッド用の複数の静電アクチュエータ膜であって、各静電アクチュエータ膜が、隣接するアクチュエータ膜から横方向に間隔を開けて配置され、各静電アクチュエータ膜が、エッチング停止層の第1の面に取り付けられる、静電アクチュエータ膜と、エッチング停止層の第2の面に取り付けられるハンドル層であって、エッチング停止層が、ハンドル層と複数のアクチュエータ膜との間に挟まれるハンドル層と、を含む。製造過程の構造には、第1の半導体ウエハ基板組立体とは異なる第2の半導体ウエハ基板組立体がさらに含まれ得、この第2の半導体ウエハ基板組立体が、複数の印刷ヘッド用の複数の印刷ヘッド駆動組立体を含む。

【0012】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を成す添付図面は、本教示の実施形態を図示し

10

20

30

40

50

、本明細書と共に、本開示の原理を説明する。これらの図面を下記に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図2】図2は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図3】図3は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図4】図4は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

10

【図5】図5は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図6】図6は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図7】図7は、本教示の実施形態に従って形成される静電アクチュエータアレイに関する、一製造過程の組立体の断面図である。

【図8】図8は、複数の印刷ヘッドに関し、それぞれが異なる印刷ヘッドに対応する複数のダイを含む半導体ウエハ基板組立体の平面図である。

【図9】図9は、本教示の実施形態に従った、1つ以上の静電式印刷ヘッドを含むプリンタの斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

なお、厳密な構造的精度、詳細、および縮尺を維持するよりも、本教示を理解し易くするために、図面の詳細の一部は、簡素化されて描かれている。

【0015】

次に、本教示の例示的な実施形態を詳細に参照するが、これらの実施形態の例は添付図面に示されている。可能な限り、同じ部品または同様の部品は、図面全体を通して、同じ参照符号を用いて指定する。

【0016】

30

別段定めがない限り、本明細書で使用される用語「プリンタ」は、デジタル複写機、製本機、ファクシミリ、多機能装置、静電複写装置など、あらゆる目的で印刷出力機能を実行する全ての装置を包含するものとする。

【0017】

本教示の実施形態により、印刷ヘッドのサブ組立体上へと同時に組立てられる、複数の（すなわちアレイ）静電アクチュエータ膜が提供され得、このサブ組立体には、複数の静電アクチュエータの電極が含まれる。ある実施形態では、複数の異なる印刷ヘッド用の複数の異なる印刷ヘッドのダイ上へと同時に組立てられる、複数の静電アクチュエータ膜のアレイをさらに提供することができる。本明細書に記載の印刷ヘッドの組立工程では、その組立工程を合理化し、デバイスの歩留りを向上させ、それにより、製造コストを削減することができる。

40

【0018】

図1～図7の断面図には、本教示の実施形態中に形成され得る、製造過程の構造が示されている。本教示に従った構造および処理において、簡素化のために図示しないその他の処理ステップまたは下部構造が含まれ得、かつ図示される処理または下部構造が取り除かれる、あるいは修正され得ることは理解されよう。

【0019】

図1には、本教示の実施形態に従った、半導体ウエハ基板組立体が示されている。この組立体には、シリコン・オン・インシュレータ（SOI）組立体10が含まれ得、この組立体10をシリコン・オン・インシュレータ・オン・シリコン（SOIS）組立体と呼ぶ

50

こともできる。SOI組立体10には、ハンドル層12、絶縁体層14、ブランケット薄膜層16が含まれ得、絶縁体層14は、ハンドル層12とブランケット薄膜層16との間に挟まれている。ハンドル層12は、例えば、約50 μm から約5,000 μm の厚さ、または約100 μm から約2,500 μm の厚さ、または約200 μm から約800 μm の厚さを有するシリコンまたはその他の半導体のハンドルウエハでよい。絶縁体層14は、ハンドル層12の上に成長する、あるいは付着するシリコン酸化膜でよく、約0.5 μm から約25 μm の厚さ、または約1.0 μm から約10 μm の厚さ、または約2.0 μm から約6.0 μm の厚さを有し得る。ブランケット薄膜層16は、シリコンまたはその他の半導体でよく、約1.0 μm から約100 μm の厚さ、または約5.0から約50 μm の厚さ、または約8.0 μm から約25 μm の厚さを有し得る。本明細書の記載から、当業者が図1の構造を作成可能である。このSOI組立体10は、完全な状態の半導体ウエハの一部、あるいは半導体ウエハから切り離された半導体ウエハの一片の一部でよい。図1に示す通り、ハンドル層12は、絶縁体層14の第1の面13の上に配置される、あるいは取り付けられ、ブランケット薄膜層16は、絶縁体層14の第2の面15の上に配置される、あるいは取り付けられる。

10

【0020】

SOI組立体10の形成後、図1に示す通り、ブランケット薄膜層16上で、またはブランケット薄膜層16の上方でパターンマスク18を形成する。このパターンマスク18は、例えば、従来のリソグラフィ技術を用いて形成されるフォトレジスト層、レーザエッチングなどを用いて形成されるポリマーマスク等でよい。このマスク18は、ブランケット薄膜層16の第1の部分を覆い、ブランケット薄膜層16の第2の部分を露出させたまま残す。

20

【0021】

その後、このマスク18をパターンとして用いて、図1のブランケット薄膜層16をエッチングし、マスク18を取り除くと、図2に示す構造と類似する構造が形成される。図2の構造には、エッチング停止層14の第2の面15の上に配置された（例えば、取り付けられた）アクチュエータ膜20のアレイが含まれる。図示されている断面位置では、各アクチュエータ膜20が、隣接するアクチュエータ膜20から一定の距離または空間だけ、横方向に分離されている、または、間隔を開けられている。デバイスの設計により、2つ以上の隣接するアクチュエータ膜20が、異なる断面位置で、物理的に接続され得ることは理解されよう。

30

【0022】

次に、図3に示す通り、エッチングされた図2のSOI組立体10と、印刷ヘッド駆動組立体30との位置合わせを行い、取り付ける、あるいは、接着する。図示する通り、ある実施形態では、各静電アクチュエータ膜20を駆動組立体30に物理的に取り付けることができる。この駆動組立体30には、例えば、シリコンウエハなどのシリコン基板32、およびブランケット酸化層などの誘電層34が含まれ得る。駆動組立体30には、駆動回路がさらに含まれ得、この駆動回路が複数のアクチュエータ電極36と、複数のトランジスタゲートを提供する複数の駆動回路電極38と、複数の特定用途向け集積回路（ASIC）パッド40と、を含み、これらの各要素は、酸化層34により、1つ以上の位置でシリコンウエハ32から電氣的に絶縁されている。印刷ヘッド駆動組立体30の駆動回路は、印刷ヘッドが動作し使用されている間、複数のアクチュエータ膜20を作動させるよう構成され、印刷ヘッドのその他の機能を提供することができる。この駆動組立体30には、内側のシリコン酸化層42、および外側の窒化層44などの1枚以上の共形誘電層がさらに含まれ得る。

40

【0023】

図示されている通り、各静電アクチュエータ膜20がアクチュエータ電極36のうちの1つと位置合わせされ、真上になるように、SOI組立体10と駆動組立体30との位置合わせは行われ得る。各アクチュエータ膜20は、例えば、標準のウエハ接着技術、陽極接着処理、接着剤（簡素化のため図示せず）を用いて、外側の共形誘電層44に取り付け

50

可能である。これらの図面では2つの静電アクチュエータ20が示されているが、各ダイは、印刷ヘッドごとに何百または何千もの静電アクチュエータ20を有し得、1つ以上のノズルからインクを吐出するために、駆動回路を用いて、各静電アクチュエータ20を、個々に、かつ一意にアドレス指定することができることは理解されよう。したがって、各静電アクチュエータ20の真下には、複数のアクチュエータ電極36が存在し得る。さらに、このSOI組立体10および駆動組立体30には、複数の異なる印刷ヘッド用の複数の異なるダイの一部が含まれ得る。

【0024】

SOI組立体10を駆動組立体30に取り付けた後、図4に示す通り、ハンドル層12を薄くすることができる。製造時間を短縮するために、速いエッチング速度すなわち除去速度を有する高速の除去加工を行って、ハンドル層12の薄厚化を行うことができる。除去技術には、半導体の裏面研磨、速いエッチング速度を有するウェットエッチングまたはドライエッチング、化学平坦化、機械平坦化、または速い除去速度を有する化学機械平坦化、およびこれらの組み合わせなどのうちの1つ以上が含まれ得る。様々な化学エッチングを考慮することができ、その中には、例えば、六フッ化硫黄(SF_6)、四フッ化炭素(CF_4)、 CF_4/O_2 、塩素ガス(Cl_2)、臭化水素(HBr)、それらの組み合わせ、またはその他の好適なドライエッチングのうちの1つ以上を含むプラズマエッチングなどのドライエッチングが挙げられる。また、ウェットエッチングも考慮することができ、その中には、例えば、水酸化カリウム(KOH)、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)、二フッ化キセノン(XeF_2)、それらの組み合わせ、またはその他の好適なウェットエッチングが挙げられる。等方性エッチングを用いる場合、エッチングから印刷ヘッド駆動組立体30を保護するために、2つのウエハ間の境界面のマスキング(簡素化のため図示せず)が必要となり得る。

【0025】

ハンドル層12の高速薄厚化は、絶縁体層14が露出される前に終了する時限除去加工でよい。この薄厚化により、ハンドル層12の第2の厚さをそのまま残し、ハンドル層12の第1の厚さを取り除くことができる。ハンドル層12の薄厚化を行い、生産スループットが落ちる代わりに、より遅い処理で、絶縁体層14をエッチング停止層として用いて、ハンドル層12を完全に取り除くことが可能であることは理解されよう。

【0026】

その後、図4に示す通り、例えば、遅いエッチング速度を有する遅い除去加工を用い、ハンドル層12の残りの第2の厚さを完全に取り除いて、図5に示す通り、絶縁体層14の第1の面13を露出させる。絶縁体層14は、エッチング停止層として使用可能である。ある実施形態では、例えば、酸化膜である絶縁体層14に対して選択されるシリコンなどの材料からハンドル層12が形成され、この材料を取り除くウェットエッチングまたはドライエッチングを用いて、薄くなったハンドル層12を取り除くことができる。絶縁体層の材料に対して高い選択性を有するエッチングを選択した場合(すなわち、ハンドル層12は取り除かれるが、露出する絶縁体層14は、ほとんど取り除かないエッチング、または、全く取り除かないエッチング)、より速いエッチング速度を実現することができる。例えば、上記のウェットエッチングまたはドライエッチング、またはその他の好適なエッチングなど、様々な化学エッチングを考慮することができる。

【0027】

次に、絶縁体層14を完全に取り除いて、図6に示す構造と類似する構造を形成する。外側の共形窒化層44、パッド40、およびアクチュエータ電極36などの駆動組立体30上で露出される材料に対して選択的な、酸化物などの絶縁体層14を取り除くエッチング剤を用いて、絶縁体層14を取り除くことができる。例えば、 CF_4 と水素ガス(H_2)の混合ガスであるテトラヒドリドカーボン($\text{tetrahydridocarbon}$)(CF_4 、メタン)、六フッ化エタン(C_2F_6)、トリフルオロメタン(CHF_3)またはその他の好適なドライエッチングのうちの1つ以上を含むドライエッチング、あるいはフッ化水素(HF)または緩衝酸化物エッチング(BOE)のうちの1つ以上を含むウ

エットエッチング、および、その他の好適なウェットエッチングまたはドライエッチングなど、様々なエッチングを考慮することができる。

【0028】

次に、当技術分野では既知の技術に従って、付加的な層を形成して、完全な印刷ヘッドが形成される。図7に示す通り、形成される付加的な層には、1枚以上のスタンドオフ層70が含まれ得る。その後、その中に複数のノズル74を有する開口プレート72を、1枚以上のスタンドオフ層70に取り付けることができる。図7に示す通り、開口プレート72を、1枚以上のスタンドオフ層70に直接取り付けることにより、駆動組立体30および複数のアクチュエータ膜20に間接的に取り付けられる。したがって、アクチュエータ膜20、スタンドオフ層70、および開口プレート72により複数のインクチャンバ76が形成され、各インクチャンバ76は、アクチュエータ膜20の面、1枚以上のスタンドオフ層70の面、および開口プレート72の面により、少なくとも部分的に画定される。使用中、インクチャンバ76はインク96（図9）で満たされ、アクチュエータ電極36にかけられる電圧によりアクチュエータ膜20が作動する間、インク96はノズル74から吐出される。

10

【0029】

図7は、本教示を理解し易くするために簡素化された概略図であり、実際の印刷ヘッドには、簡素化のため図示されない付加的な構造が含まれ得、また、図示されている構造が取り除かれる、あるいは修正される可能性があることは理解されよう。さらに、図7に示されている構造は、ウエハをダイシングする前のウエハレベルの組立体の一部、ダイシング後の単一半導体ダイの一部、または、構造の形成前にダイシングされたウエハの一片の上に形成された組立体であり得る。

20

【0030】

図8には、本教示の実施形態に従って形成される、製造過程の半導体ウエハ基板組立体80の平面図が示されている。この半導体ウエハ基板組立体80には、ハンドル層12を提供する半導体ウエハ82が含まれる。この半導体ウエハ基板組立体80には、複数の半導体ダイ84が含まれ、これらの複数のダイ84の各ダイ84を用いて、単一の印刷ヘッド94（図9）を形成することができる。各ダイ84には、アクチュエータ膜20のアレイが含まれる。同様の製造過程の第2の半導体ウエハ基板組立体（図8の基板組立体とはほとんど同じであるため、簡素化のため個々に図示しない）には、複数の印刷ヘッド駆動組立体を有する複数のダイが含まれ得、各印刷ヘッド駆動組立体30（図7）は、複数の印刷ヘッドのうちの1つに対応する。第1の半導体ウエハ基板組立体80、および印刷ヘッド駆動組立体30を有する第2の半導体ウエハ基板組立体は、微細加工技術により作成可能である。したがって、本教示の実施形態により、単一の半導体ウエハ82の上の複数の印刷ヘッド94に対応する複数の半導体ダイ84を同時に作成することができる。その後、各ダイ84の上に配置された複数のアクチュエータ膜20を、上記の通り複数の印刷ヘッド駆動組立体30を含む類似の第2の半導体ウエハ基板組立体に、ウエハの形態で取り付ける。次いで、各隣接するダイ84間の切り溝の領域86に沿って、半導体ウエハをダイシングすることにより、ウエハの形態の複数のダイ84を、複数の個々のダイに切り離し、複数の印刷ヘッド内で使用するための、複数の印刷ヘッド駆動組立体に取り付けられた複数の印刷ヘッドアクチュエータのアレイが完成する。各半導体ウエハ基板組立体は、ダイシングされていない（例えば、切断されていない）半導体ウエハ全体、半導体ウエハをダイシングした部分、またはその他の半導体基板でよい。

30

40

【0031】

図9には、例えば、図7に示される構造と類似する構造を搭載する本教示の実施形態を含む少なくとも1つの印刷ヘッド94を収納するプリンタ筐体92を含むプリンタ90が示されている。この筐体92は、印刷ヘッド94を収納することができる。動作中、1つ以上の印刷ヘッド94内の1つ以上のノズル74からインク96が吐出される。印刷ヘッド94は、デジタルの命令に従って操作され、紙のシート、プラスチックなどの印刷媒体98上に所望の画像を作成する。印刷ヘッド94は、走査運動で、印刷媒体98に対して

50

前後に移動して、帯の単位で印刷画像を生成することができる。あるいは、印刷ヘッド 94 を固定的に保持し、それに対して印刷媒体 98 を移動させて、単一のパスで印刷ヘッド 94 と同じ幅の画像を形成することもできる。印刷ヘッド 94 の幅は、印刷媒体 98 より狭くてよい、あるいは、印刷媒体 98 と同じ幅でよい。別の実施形態では、印刷ヘッド 94 は、回転ドラムまたは回転ベルト（簡素化のため図示せず）などの中間面に画像を印刷可能であり、その後、印刷媒体 98 に画像が転写される。

【0032】

本教示の広い範囲に記載されている数値範囲およびパラメータは近似値であるにもかかわらず、特定の例に記載されている数値は可能な限り正確に報告されている。しかし、全ての数値は、元来、必然的に各試験測定において見出される標準偏差から生じる特定の誤差を含む。さらに、本明細書に開示されている全ての範囲は、その中に含まれる、任意および全ての部分範囲を包含することは理解されよう。例えば、「10未満」の範囲には、最小値 0 と最大値 10 との間（かつ、これらの数値を含む）の任意および全ての部分範囲が含まれ得る。つまり、0 以上の最小値と 10 以下の最大値とを有する任意および全ての部分範囲（例えば、1 から 5 の範囲など）が含まれ得る。特定のケースでは、パラメータに関して記載される数値は、負の値もととり得る。この場合、「10未満」として記載される例示的な範囲の数値は、例えば、-1、-2、-3、-10、-20、-30 など負の値が想定され得る。

10

20

【図 1】

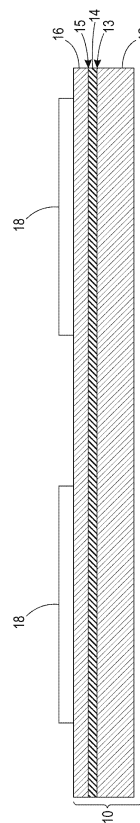


図 1

【図 2】

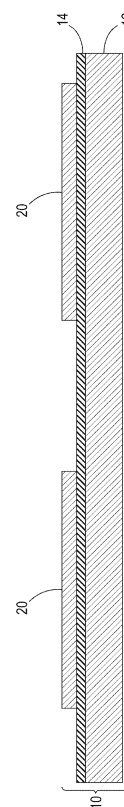


図 2

【図 3】

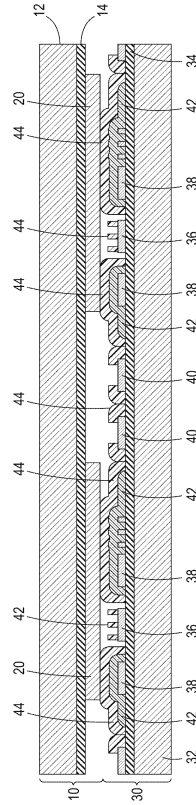


図 3

【図 4】

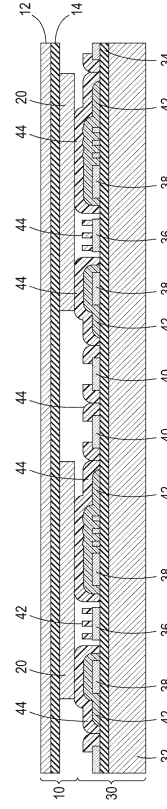


図 4

【図 5】

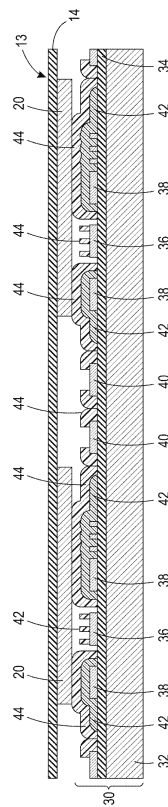


図 5

【図 6】

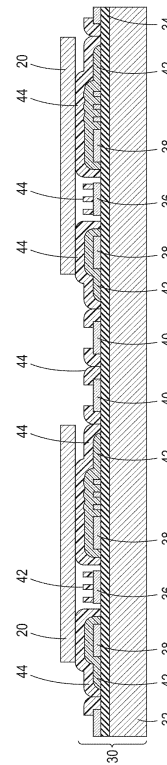
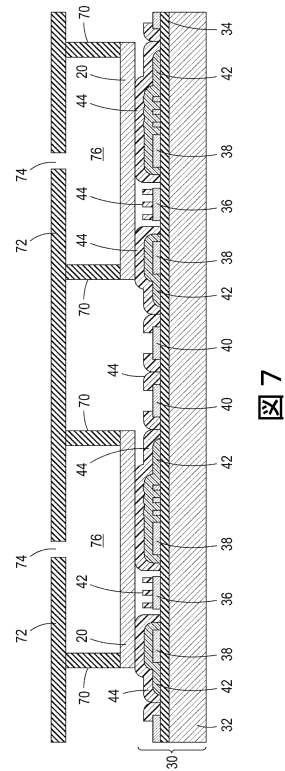


図 6

【図 7】



【図 8】

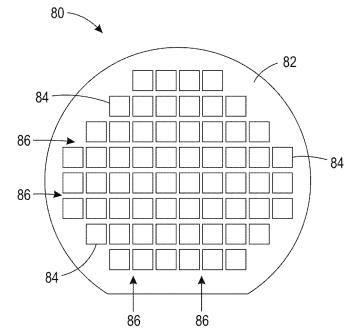


図 8

【図 9】

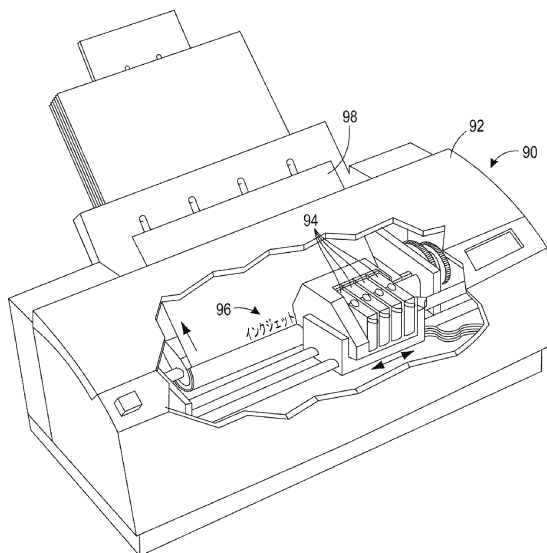


図 9

フロントページの続き

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

(72)発明者 デイリー・ディー・レディング
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 6 4 ヴィクター ハクスリー・ウェイ 1 6 3
(72)発明者 マーク・エイ・セルラ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 8 0 ウェブスター フィールドクレスト・ドライブ
1 5 3 1

審査官 大浜 登世子

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 3 4 8 0 6 (JP, A)
特開 2 0 0 1 - 1 3 0 0 1 1 (JP, A)
特開 2 0 0 0 - 1 4 1 6 4 3 (JP, A)
米国特許第 0 6 4 1 6 1 6 8 (US, B1)
米国特許第 0 8 0 2 9 1 0 2 (US, B2)
米国特許第 0 5 8 2 0 7 7 1 (US, A)
特開 2 0 1 1 - 1 0 2 0 3 6 (JP, A)

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