

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5886723号
(P5886723)

(45) 発行日 平成28年3月16日 (2016. 3. 16)

(24) 登録日 平成28年2月19日 (2016. 2. 19)

(51) Int. Cl. F I
B 4 1 J 2/14 (2006.01)
B 4 1 J 2/14 3 0 5
B 4 1 J 2/14 6 1 1

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-231290 (P2012-231290)
(22) 出願日 平成24年10月19日 (2012. 10. 19)
(65) 公開番号 特開2013-103499 (P2013-103499A)
(43) 公開日 平成25年5月30日 (2013. 5. 30)
審査請求日 平成27年10月15日 (2015. 10. 15)
(31) 優先権主張番号 13/293, 235
(32) 優先日 平成23年11月10日 (2011. 11. 10)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 596170170
ゼロックス コーポレイション
XEROX CORPORATION
アメリカ合衆国、コネチカット州 068
56、ノーウォーク、ビーオーボックス
4505、グローバー・アヴェニュー 4
5
(74) 代理人 110001210
特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(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】 高密度プリントヘッドに関する結合シリコン構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のトランデュースを含むプリントヘッドのジェット積層体であって、
半導体基板の本体プレートと、
前記半導体基板本体プレートの上に位置するダイヤフラムと、
前記ダイヤフラムの上に位置するパターン化圧電層と、
前記パターン化圧電層の上に位置する第1パターン化導電層と、
前記複数のトランデュースの隣接するトランデュース間に位置し、平坦な上面を有する
誘電体層間層と、

前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触する第2パターン化導電層と、を含
み、

前記ダイヤフラムは、前記複数のトランデュースの導電性下部電極を含み、前記パター
ン化圧電層は、前記複数のトランデュースに関する複数の圧電素子を含み、各圧電素子は
、空間によって隣接する圧電素子と隔てられ、前記第1パターン化導電層は、前記複数の
トランデュースに関する複数の上部電極を含み、

前記誘電体層間層は、前記ダイヤフラムと前記パターン化圧電層と物理的に接触し、前
記ダイヤフラムから前記第1パターン化導電層の上面までの前記隣接する圧電素子間の空
間を満たしており、且つ前記第1パターン化導電層の上面の一部を覆っており、

前記誘電体層間層の一部は、前記ダイヤフラムに対して垂直な方向で、前記第1パター
ン化導電層と前記第2パターン化導電層との間に位置し、

10

20

前記第 2 パターン化導電層は、

前記複数の上部電極の上に位置し、前記複数の上部電極に物理的且つ電氣的に接触し、
前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触している複数の第 1 パッドと、

前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触している前記複数の第 1 パッドに電氣的に接触している複数の配線と、

前記複数の第 1 パッド及び前記複数の配線と電氣的に接触しており、前記パターン化圧電層に対して側方に位置している複数の第 2 パッドと、

前記複数の第 2 パッドの各々に電氣的に接触している特定用途向け集積回路 (ASIC) と、を有する、プリントヘッドのジェット積層体。

【請求項 2】

前記ダイヤフラムと前記半導体基板本体プレートとの間に位置するエッチング停止層を有する、請求項 1 に記載のプリントヘッドのジェット積層体。

【請求項 3】

プリンタであって、

プリントヘッドのジェット積層体を含むプリントヘッドであって、前記プリントヘッドのジェット積層体が、

複数のトランジューサと、

半導体基板の本体プレートと、

前記半導体基板本体プレートの上に位置するダイヤフラムと、

前記ダイヤフラムの上に位置するパターン化圧電層と、

前記パターン化圧電層の上に位置する第 1 パターン化導電層と、

前記複数のトランジューサの隣接するトランジューサ間に位置し、平坦な上面を有する誘電体層間層と、

前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触する第 2 パターン化導電層と、を含み、

前記ダイヤフラムは、前記複数のトランジューサの導電性下部電極を含み、前記パターン化圧電層は、前記複数のトランジューサに関する複数の圧電素子を含み、各圧電素子は、空間によって隣接する圧電素子と隔てられ、前記第 1 パターン化導電層は、前記複数のトランジューサに関する複数の上部電極を含み、

前記誘電体層間層は、前記ダイヤフラムと前記パターン化圧電層と物理的に接触し、前記ダイヤフラムから前記第 1 パターン化導電層の上面までの前記隣接する圧電素子間の空間を満たしており、前記第 1 パターン化導電層の上面の一部を覆っており、

前記誘電体層間層の一部は、前記ダイヤフラムに対して垂直な方向で、前記第 1 パターン化導電層と前記第 2 パターン化導電層との間に位置し、

前記第 2 パターン化導電層は、

前記複数の上部電極の上に位置し、前記複数の上部電極に物理的且つ電氣的に接触し、
前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触している複数の第 1 パッドと、

前記誘電体層間層の前記平坦な上面に物理的に接触している前記複数の第 1 パッドに電氣的に接触している複数の配線と、

前記複数の第 1 パッド及び前記複数の配線と電氣的に接触しており、前記パターン化圧電層に対して側方に位置している複数の第 2 パッドと、

前記複数の第 2 パッドの各々に電氣的に接触している特定用途向け集積回路 (ASIC) と、を有する、プリントヘッドと、

前記プリントヘッドを収納するプリンタ収納室と、を含むプリンタ。

【請求項 4】

前記プリントヘッドのジェット積層体は、前記ダイヤフラムと前記半導体基板本体プレートとの間に位置するエッチング停止層を有する、請求項 3 に記載のプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本教示は、インクジェットプリント装置の分野に関し、詳細には、高密度圧電インクジェットのプリントヘッド及び高密度圧電インクジェットのプリントヘッドを含むプリンタに関する。

【背景技術】

【0002】

印刷業界では、ドロップ・オン・デマンド式インクジェット技術が広く使われている。ドロップ・オン・デマンド式インクジェット技術を用いるプリンタは、サーマルインクジェット技術又は圧電インクジェット技術のうちのどちらかを用いることができる。圧電インクジェットは、その製造コストがサーマルインクジェットよりも高いにもかかわらず、幅の広い種類のインク使用でき、コゲーションの問題を取り除くことができるため、一般的に好まれている。

10

【0003】

圧電インクジェットのプリントヘッドは、一般に可撓性ダイヤフラムを含み、このダイヤフラムはステンレス銅等から製造される。圧電インクジェットのプリントヘッドは、ダイヤフラムに取り付けられる個々の圧電トランデュースアのレイ（即ち、PZT又はアクチュエータ）を含むことができる。その他の構造体としては、1つ以上のレーザによりパターン化された誘電隔離層、及び各トランデュースアに電氣的に接続する可撓性プリント回路（フレックス回路）、又はプリント基板（PCB）を含むことができる。プリントヘッドは本体プレート、出口プレート、及び開口プレートをさらに含むことができ、これらはそれぞれステンレス銅から製造される。さらに、プリントヘッドは、レーザによりパターン化された化接着剤層等の、種々の接着剤層を含んで、各構造体を一つに結合して、インクタンクから、プリントヘッドの中を、開口プレート内の複数のノズルまで達するインクの経路を提供することができる。

20

【0004】

圧電プリントヘッドを使用中、一般的には、電圧源に電氣的に接続するフレックス回路の電極の電気接続を通して、電圧が圧電トランデュースアに印加されて、屈曲し、または、曲がり、その結果ダイヤフラムも屈曲する。圧電トランデュースアがダイヤフラムを屈曲させることで、チャンバから開口プレート内の特定なノズル（即ち、1つ以上の開口）を通して一定量のインクが噴射される。さらにこの屈曲により、メインインクタンクから開口を通してチャンバ内に次のインクが引き込まれ、噴射されたインクと入れ替わる。

30

【0005】

プリントヘッドの解像度と密度が増加すると、電気の相互接続が可能な領域が減少する。ヘッド内のインク供給構造体及び電気の相互接続等のその他の機能のルーティングにより、この減少したスペースが奪い合われ、使用する種類の材料に規制が加えられる。例えば、600ドット・パー・インチ（DPI）のプリントヘッドを用いて使用する現在の技術では、各配線がフレックス回路のパッドレイ（即ち、電極レイ）内のパッド（即ち、電極）と電氣的に接続した状態で、並列の電気配線を、このフレックス回路上に含むことができる。この並列配線は、38マイクロメートル（ μm ）のピッチ及び16 μm の配線幅を含むことができ、これにより、各配線間で22 μm のスペースを残せる。プリントヘッドの密度が増加すると、現在のフレックス回路の設計では、慣例により、より厳しい公差と、より小さな形状を有する配線及びパッドの形状が要求される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

信頼性、生産性、及び拡張性が向上したプリントヘッドを製造する方法、及びその方法により製造される、プリントヘッドが望まれることになる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本教示の一実施形態では、複数のトランデュースアを有するプリントヘッドのジェット積層体を形成する方法を含むことができ、この方法は、半導体基板を覆って金属層を形成す

50

るステップと、この金属層を覆って圧電層を形成するステップと、この圧電層を覆って導電層を形成するステップと、を含む。導電層をエッチングして、複数のトランデュースサに関する、複数のトランデュースサの上部電極を形成することができる。さらに、圧電層をエッチングして複数のトランデュースサに関する複数の圧電素子を形成することができ、半導体基板をエッチングし、本体プレートを、プリントヘッドのジェット積層体に関する半導体基板から形成することができる。

【 0 0 0 8 】

別の実施形態では、プリントヘッドのジェット積層体が、複数のトランデュースサを含むことができ、このプリントヘッドのジェット積層体は、半導体基板の本体プレートと、半導体基板の本体プレートを覆うダイヤフラムと、このダイヤフラムを覆うパターン化圧電層と、このパターン化圧電層を覆うパターン化導電層とを含む。一実施形態では、このダイヤフラムは、複数のトランデュースサの導電性下部電極を含み、パターン化圧電層は、複数のトランデュースサに関する複数の圧電素子を含み、このパターン化導電層は、複数のトランデュースサに関する複数の上部電極を含む。

【 0 0 0 9 】

本教示の別の実施形態では、プリンタが、プリントヘッドのジェット積層体を有するプリントヘッドを含むことができる。プリントヘッドのジェット積層体は、複数のトランデュースサと、半導体基板の本体プレートと、半導体基板の本体プレートを覆うダイヤフラムと、ダイヤフラムを覆うパターン化圧電層と、パターン化圧電層を覆うパターン化導電層と、を含むことができる。一実施形態では、このダイヤフラムは、複数のトランデュースサの導電性の下部電極を含み、パターン化圧電層は、複数のトランデュースサに関する複数の圧電素子を含み、パターン化導電層は、複数のトランデュースサに関する複数の上部電極を含む。またプリンタは、プリントヘッドを取り囲むプリンタ収納室をさらに含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 2】図 2 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 3】図 3 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 5】図 5 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 7】図 7 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 8】図 8 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 9】図 9 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 10】図 10 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 11】図 11 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドに関する構造体の製造過程を示す断面図である。

【図 12】図 12 は、本教示の一実施形態による、インクジェットのプリントヘッドを含むプリンタの斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、本教示の別の実施形態による、インクジェットのプリントヘッドの構造体の製造過程を示す平面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本教示の別の実施形態による、インクジェットのプリントヘッドの構造体の製造過程を示す平面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本教示の別の実施形態による、インクジェットのプリントヘッドの構造体の製造過程を示す平面図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本教示の別の実施形態による、インクジェットのプリントヘッドの構造体の製造過程を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

図面内の詳細部のいくつかのは、構造体の正確さ、詳細さ、縮尺を厳密に維持するよりもむしろ、本教示を理解し易くするために簡略化して示されていることを理解されたい。

【0012】

本明細書で使用される「プリンタ」という用語は、他に特に規定がない限り、デジタル複写機、製本機、ファクシミリ、多機能装置、作図装置等の、あらゆる目的で印刷物を出力する機能を実行する全ての装置を包含する。

【0013】

圧電プリントヘッドの設計は、種々の故障モードが含まれることで知られている。例えば、複数の材料及び積層は、離脱、即ち層間剥離を起し易く、これにより、インク漏れ、や圧電トランデュースの電氣的接続の腐食が発生する可能性がある。さらに、汚れによりノズルが詰まる可能性もあり、これが印刷品質の低下につながる。また、パターン化接着剤層と隔離層との位置ずれにより、インク経路のインク流が制限される可能性がある。プリントヘッドの耐用期間に渡る、温度サイクル、及びその他の誘発ストレスによる障害により信頼性が悪影響を受ける可能性もある。

20

【0014】

さらに、各圧電トランデュースへ個々の配線（即ち、リード線）を走らせるスペースが、フレックス回路又は PCB 上で制限される。圧電トランデュースの数が増えて、より高い解像度のプリントヘッドが提供されると、利用可能なスペースに多くの配線を提供することがさらに困難となる。

【0015】

30

本教示の一実施形態では、半導体ウエハ組立体製造技術等の、半導体素子の（マイクロ電子工学の）製造技術を用いた、様々なプリントヘッドの機械的構造及び電氣的構造の製造過程を含むことができる。下記により詳細に記載するが、例えば、従来のステンレス鋼の本体プレートを、エッチングされた半導体基板から製造される構造体に置き換えることができる。従来のステンレス鋼のダイヤフラムを、半導体基板を覆って形成される金属層に置き換えることができる。従来、フレックス回路又は PCB を用いて形成された種々のパッド及び配線を、半導体素子の金属皮膜技術を含む過程を用いて、提供することができる。一般に光学フォトリソグラフィ、ケイ素、金属、絶縁体材料のエッチング、化学気相蒸着（CVD）、スパッタリング等の、半導体素子の製造技術を使用することで、高密度プリントヘッド及び高密度プリントヘッドを用いたプリンタを提供することができる。半導体素子の処理技術を用いて形成された、これらの材料の層間剥離の可能性は従来の構造体ほど高くない。

40

【0016】

本教示の一実施形態を図 1 ～ 図 1 1 に示す。図 1 には半導体基板 10 が示され、この半導体基板 10 は、シリコンウエハ、ガリウムウエハ等の、半導体ウエハでよい。他の実施形態では、半導体基板 10 は、エピタキシャルシリコン層、石英、セラミック、ガラス、及びこれらの材料の組成物でよい。本明細書で使用される「半導体基板」という用語には、他に特に規定がない限り、これらの材料全てを含が含まれる。半導体基板 10 は、半導体のウエハの一部又はその他の好適な大きさの材料でもよいことは言うまでもない。例えば、半導体ウエハから材料をダイスカットすることができる、又は形成してダイスカットす

50

る必要のない好適な大きさにすることもできる。半導体基板 10 は、導電構造体、誘電構造体、又はドーパ領域等の、その他の様々な構造体を含むことができるがこれらは簡略化のために図示しない。

【0017】

処理の中のこの段階で、特定な設計次第では、半導体基板 10 を約 200 μm から約 600 μm の間の厚みを有することができる。一実施形態では、ウエハの厚みは、約 500 μm から約 600 μm の間でよい。別の実施形態では、ウエハの厚みは約 200 μm から約 300 μm の間でよく、例えば、約 250 μm 、又は別の好適な厚みを作る。下記に記載する通り、少なくとも、半導体の層は、完成したプリントヘッドのジェット積層体の本体プレート部分として機能する。

10

【0018】

図 1 に示す通り、材料を蒸着、即ち、シリコンウエハを酸化させることによる二酸化ケイ素の成長等の周知の技術を用いて、二酸化ケイ素又は窒化ケイ素等の、ブランケット誘電体のエッチング停止層 12 を、半導体基板を覆って形成することができる。エッチング停止層 12 をシリコンウエハ上で成長させて、又は半導体基板 10 上に蒸着させて、約 1 μm から約 10 μm までの厚み、又はその他の好適な厚みを作ることができる。別の実施形態では、構造体 12 は半導体基板 10 内のドーパ領域を表すことができ、エッチング停止層により、構造体に厚みが加えられないように、ホウ素注入等を用いてエッチング停止層を提供することができる。

【0019】

20

その後、このエッチング停止層 12 が、ブランケット金属層 14 と半導体基板 10 との間に配置されるように、半導体基板 10 の表面を覆ってブランケット金属層 14 をエッチング停止層 12 の上に形成する。例えば、スパッタリング又は化学気相蒸着 (CVD) 等を用いて、ブランケット金属層 14 を形成して、約 5 μm から約 10 μm までの間の厚み、又は約 7 μm から約 8 μm までの間の厚み、あるいは、その他の好適な厚みを作ることができる。一実施形態では、金属層 14 は、ニッケル、クロミウム、又はチタニウム、合金、及び/又は、これらの金属の組合せ、あるいは、その他の好適な金属を含むことができる。別の実施形態では、金属層 14 は、異なる金属からなる複数の層を含むことができる。金属層 14 は、その他に接着層等の 1 枚以上の層を含むことができ、この接着層がエッチング停止層 12 と物理的に接して、金属層 14 とエッチング停止層 12 との間の接着を確保する、又は、この接着層は主要な中心金属層の上部に形成され、その上の層との接着を確保する。下記に記載する通り、この金属層 14 は、完成したプリントヘッドのジェット積層体のダイヤフラムの部分、及び、各圧電トランジューサの下部電極 (又は、底部プレート、あるいは、底部キャパシタプレート) として少なくとも機能することができる。この段階で、又は別の処理段階で、金属層 14 及びエッチング停止層 12 のうちのどちらかを、又は両方をパターン化して、完成したプリントヘッドのダイヤフラムの中のインク流に関するインクポートを形成することができる。ダイヤフラムを通してインクポートを形成するための処理段階は、特定なプリントヘッドの設計に依存する。

30

【0020】

図 1 に示す構造体と同等の構造体が形成された後、図 2 に示す通り、この金属層 14 を覆って圧電層 20 を形成することができる。この圧電層 20 は、例えば、金属層 14 に結合する鉛・ジルコネート・タイタネートのモノリシック層でよい。別の実施形態では、圧電層 20 は、例えば、ゾルゲル法によって化学沈殿された膜でよい。さらに別の実施形態では、例えば、スパッタリング過程を用いて機械的に圧電層 20 を堆積させることができる。また、その他の好適な処理技術を用いることもできる。一実施形態では、圧電層 20 を形成して約 5 μm から約 5 μm の間の厚み、又は、その他の好適な厚みを作ることができる。下記に記載する通り、この圧電層 20 はトランジューサの圧電層として機能する。

40

【0021】

その後、例えば、エッチバック、研削、又は研磨処理を用いて、半導体基板 10 の厚みを減らして、図 3 の構造体を形成することができる。半導体基板 10 の厚みを減らすこと

50

で、ジェット積層体を本体プレートとして用いるための好適な厚みの構造体を形成する。一実施形態では、半導体基板 10 の厚みを、約 50 μm から約 125 μm の間、又は約 75 μm から約 100 μm の間まで減らすことができる。プリントヘッドの製造を開始した直後に、半導体基板の厚みを減らすことにより、傷つき易いウエハへの損傷を抑えることができる。最終的なウエハの厚みは、プリントヘッドの製造工程の初期段階、又は後段階で確定させることができる。

【0022】

その後、図 4 に示す通り、この圧電層 20 を覆って導電層 40 を形成することができる。この導電層 40 は、1 枚以上のニッケル、金、アルミニウム、1 つ以上の合金、又はその他の好適な材料の層を含むことができる。一実施形態では、圧電層 20 の上に接着層（簡略化のため個々に図示せず）を形成して、導電層 40 の圧電層 20 への付着を確保することができる。一実施形態では、導電層 40 は約 0.05 μm から約 2.0 μm の間の厚みでよく、スパッタリング、CVD、又はその他の好適な処理を用いて形成することができる。導電層 40 は、完成したジェット積層体の圧電トランデュースアレイ内の各トランデュースの上部電極（又は、上部プレート又は上部キャパシタプレート）として機能することができる。図 4 には、この導電層 40 上に光学フォトリソグラフィを用いて、形成可能なパターン化フォトレジストマスク等の、パターン化マスク層 42 がさらに示されている。

【0023】

図 4 に示す構造体と同等の構造体が形成された後、エッチングを行って、導電層 40 及び圧電層 20 の露出した部分を取り除き、金属層 14 の上でエッチングを停止させて、図 5 の構造体を形成する。一実施形態では、第 1 のエッチングにより、導電層 40 を取り除くことができ、別の第 2 のエッチングにより、導電層 40 及び金属層 14 に対して選択された圧電層 20 を取り除くことができる。別の実施形態では、単一のエッチングを行って導電層 40 及び圧電層 20 の露出した部分を取り除き、上部金属層 14 の上でエッチングを停止させることができる。金属層 14 の上での停止は、時限エッチングの使用を通して、又は金属層 14 に対して選択された導電層 40 及び圧電層 20 を取り除く化学エッチングの使用を通して行うことができる。このエッチングで、導電層 40 及び圧電層 20 は、分離されて別々の圧電素子になる。これらの圧電素子が圧電トランデュースに関するキャパシタ誘電体として機能する。図 4 の導電層 40 により、図 5 の個々のトランデュースの上部電極 40 が提供され、一方、圧電層 20 により、各トランデュースに関する圧電材料が提供される。この金属層 14 により、完成した構造体の各トランデュースに関する下部電極を提供することができる。したがって、各トランデュースは上部電極 40、誘電 20、及び下部電極 14 を含むことができる。

【0024】

その後、パターン化マスク層 42 を取り除き、各トランデュースの上部電極 40 の上にパターン化導体層（導体）60 を形成することができる。図 6 に示す通り、導体 60 は、複数の導電性バンプを含むことができ、各トランデュースの上部電極 40 の上に 1 つ以上のバンプが含まれる。導体 60 を、はんだ等の金属から形成することができる。一実施形態では、導体 60 を、トランデュース上部電極 40 銀充填ペースト等の、導体ペーストとして分配することができる。処理のこの段階の間で、導体 60 を形成することができる、又は現在の処理段階の前後で形成することもできる。図 6 には、完成した 2 つの圧電素子 20A 及び 20B と、圧電素子 20C の一部の断面が示されている。各トランデュースは、下部電極 14、圧電素子 20、及び上部電極 40 を含む。トランデュースのアレイには、数百個のトランデュース格子が含まれ得ることは言うまでもない。

【0025】

次に、図 7 に示す通り、例えばフォトレジスト層の光学フォトリソグラフィ、又は刷り込み等の、その他の好適な処理を用いて、半導体基板 10 を覆ってパターン化マスク 70 を形成する。図示する通り、パターン化マスク 70 により、圧電材料 20 の下に位置する半導体基板 10 が露出される。

【 0 0 2 6 】

その後、マスク層 70 を雛形として用いて、半導体基板 10 のエッチングを行うことができる。化学エッチングを用いて、エッチング停止層 12 の材料（例えば、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、又は基板のホウ素ドーピング）に対して選択された、半導体基板 10 の材料（例えばシリコン）を取り除くことができる。別の実施形態では、時限エッチングを用いることができ、この時限エッチングは、エッチング停止層 12 を露出させると、終了することができる。図 8 に示す通り、このエッチングにより、図 7 の半導体基板 10 はパターン化されて、パターン化ジェット積層体の本体プレート 80 を提供する。パターン化マスク 70 が取り除かれた後、図 8 に示す構造体と同等の構造体を残すことができる。

【 0 0 2 7 】

次に、追加の処理が図 8 の構造体に対して行われる。この処理には、接着剤 92 を用いて入口 / 出口プレート 90 を本体プレート 80 に取り付ける処理が含まれる。さらに、接着剤 98 を用いて、入口 / 出口プレート 90 に、複数のノズル 96 を含む開口プレート 94 を取り付けて、図 9 に示す構造体と同等の構造体を作成することができる。入口 / 出口プレート 90 及び開口プレート 94 は、ステンレス銅、又はその他の好適な材料から形成することができる。

【 0 0 2 8 】

次に、図 10 に示す通り、図 9 の構造体の上面にパターン化隔離層 100 を取り付けることができる。パターン化隔離層 100 は、1 つ以上の誘電層を含むことができ、これらの誘電層は、例えば、レーザを用いて型抜きされて開口を提供し、これにより導体 60 及びトランデュースの上部電極 40 が露出される。図 10 に示す通り、フレックス回路は、複数の導電パッド 102、導電配線 104、及び 1 つ以上の誘電層 106 を含み、図 9 の構造体に物理的・電導的に取り付けられる。導電パッド 102 を導体 60 に物理的に接続させることができ、次いで、導体 60 を加熱及び冷却（金属又ははんだ導電性バンプの場合）して、又は、好適な技術を用いて硬化（導体ペーストの場合）して、複数のフレックス回路のパッド 102 と、複数のトランデュースの上部電極 40 と、を、導体 60 を用いて、電気的に接続させる。これにより、トランデュースアレイ内の複数のトランデュースは、フレックス回路の配線 104 を通して、個々にアドレス指定が可能となる。図 10 に示す通り、あらゆる付加的な処理を、完成したジェット積層体 108 に対して施すことができる。

【 0 0 2 9 】

次に、ジェット積層体 108 の上面にマニホールド 110 を接続することができ、このマニホールド 110 を、物理的にジェット積層体 108 に取り付ける。マニホールド 110 の取り付けには、接着剤等の、流体密着シール接続 112 を含むことができ、これにより、図 11 に示す、インクジェットのプリントヘッド 114 が形成される。インクジェットのプリントヘッド 114 は、マニホールド 110 の表面とジェット積層体 108 の上面により形成されたインクタンク 116 を含むことができ、このインクタンクが一定量のインクを蓄える。インクは、タンク 116 からジェット積層体 108 内のポート（個々には図示せず）を通して供給される。このインクポートは部分的には、フレックス回路 106、隔離層 100、ダイヤフラム 14、及びエッチング停止層 12 を連続して貫通する開口により提供される。図 11 が簡略化された図であることは言うまでもない。実際にはプリントヘッドは、種々の構造体を含むことができ、図 11 には、それらの相違点は示されていない、例えば左右に対して付加構造を有するが、これらは説明を簡素化するために図示していない。

【 0 0 3 0 】

使用中、プリントヘッド 114 のマニホールド 110 内のタンク 116 は、一定量のインクを含む。最初にプリントヘッドにインクで呼び水をして、ジェット積層体 108 内に、タンク 116 からのインクポート（個々には図示せず）を通るインク流を発生させる。配線 104 に電圧 122 が印加され、フレックス回路のパッドアレイ内のパッド 102、導体 60、圧電電極の上部プレート 40 に伝わり、これに反応して、それに応じた適切な

10

20

30

40

50

時間で各圧電トランデュースが、屈曲、即ち、曲げられる。このトランデュースの屈曲により、ダイヤフラム 14 が曲がり、これによりジェット積層体 108 のチャンバ 124 内に圧力パルスが生成され、ノズル 96 からインク滴が噴射される。

【0031】

上記に記載した方法及び構造により、インクジェットプリンタに関するジェット積層体 108 が形成される。一実施形態では、図 12 に示す通り、ジェット積層体 108 をインクジェットのプリントヘッド 114 の構成部品として用いることができる。

【0032】

図 12 には、本教示の実施形態による、プリンタ 120 が示され、このプリンタ 120 は 1 つ以上のプリントヘッド 114 及び 1 つ以上のノズル 96 から噴射されるインク 132 を含む。デジタル命令に従って動作して、紙シート、プラスチック等の印刷媒体 134 の上に所望の画像を生成するよう、各プリントヘッド 114 を構成する。各プリントヘッド 114 は、走査動作において、印刷媒体 134 に対して前後に移動して、印刷画像を列ごとに生成することができる。あるいは、プリントヘッド 114 を固定して保持し、これに対し印刷媒体 134 を動かし、単一のパスにおいてプリントヘッド 114 と同じ幅の画像を生成することができる。プリントヘッド 114 の幅は、印刷媒体 134 の幅よりもせまくてよい、又は印刷媒体と同じ幅でよい。プリントヘッド 114 を含むプリンタのハードウェアは、プリンタ収納室 136 に収納される。別の実施形態では、プリントヘッド 114 が、回転ドラム又はベルト（簡略化のために図示せず）等の、中間面に印刷して、その後印刷媒体に転写することができる。

【0033】

本教示の別の実施形態を、図 13 ~ 図 16 に示す。この実施形態では、フレックス回路又は PCB により一般に提供されている、いくつかの又は全ての配線及び / 又はパッドの金属配線を、半導体素子製造技術を用いて置き換えることができる。一実施形態では、導体 60 が省かれていることを除き図 9 に示す構造体と同等の構造体を形成することができる。図 13 に示す通り、平面の誘電体層間層 130 を設けて、ほぼ平面の上面を提供することができる。誘電体層間層 130 は、例えば、ポリイミド、ポリマー、二酸化ケイ素、SU-8、ベンゾシクロブテン（BCB）、フォトレジスト等の、感光性エポキシを含むことができる。この実施形態では、図示する通り、圧電トランデュースの上部電極 40 を含む全ての素子構造体を覆って、誘電体層間層 130 を形成することができる。またこの実施形態では、隣接するトランデュースの間にも誘電体層間層 130 を形成する。次に、光学リソグラフィ等を用いて、パターン化マスク層 132 を形成して、フォトレジスト層をパターン化して、このパターン化マスク層 132 が開口を含み、これらの開口が各圧電トランデュースの上部プレート 40 の部分を露出するようにする。素子の設計によっては、マスク層 132 が別の開口を含んで、その他の素子構造体を露出させて、インクポートの開口（簡略化のため個々には図示せず）等の別の形状を形成することもでき、このインクポートの開口が、印刷中にインクを流すことができるダイヤフラム 14 を貫通する。

【0034】

図 14 に示す通り、エッチングを行って露出した誘電体層間層 130 を取り除き、次いでマスク 132 を取り除いて、パターン化誘電体層間層 130 を形成する。次に、アルミニウム、銅、アルミニウム / 銅の積層等のブランケット金属層 140 を形成して、トランデュースの上部電極 40 に接触させる。図 14 には、簡略化のために平面的なブランケット金属層 140 が示されているが、ブランケット金属層 140 は共形でもよいことは言うまでもない。その後、光学フォトリソグラフィ等を用いて、パターン化マスク層 142 を形成して、フォトレジスト層をパターン化する。パターン化マスク層 142 を用いて、トランデュースの上部電極 40 との接点（即ち、パッド）、及び電圧を接点まで導く導電配線を画定することができ、それに伴って、トランデュースの上部電極も画定することができる。マスク 142 内の別の位置の開口を設けて、それ以前に形成された全てのポート（簡単にするために個々には図示せず）を取り除くことができる。

【0035】

次に、図 1 4 の構造体をエッチングし、マスク 1 4 2 を取り除いて、図 1 5 の構造体を形成する。この図 1 5 には、金属層 1 4 0 から形成されたパッド 1 5 0 及び配線 1 5 2 が示される。

【 0 0 3 6 】

図 1 6 は、図 1 5 の構造体の平面図であるが、半導体基板 1 0 のより広い領域が示されている。図 1 6 の構造体には、 4×4 のトランデュースのアレイが含まれているが、これより多くのトランデュース、例えば 1 2 0 0 個以上のトランデュースを有するアレイを含む格子を形成することができることは言うまでもない。図 1 6 では、配線 1 5 2 は、この配線 1 5 2 の第 1 の端がパッド 1 5 0 と、各配線の第 2 の端がパッド 1 6 0 と、電氣的に接続することができる。したがって、装置が動作中に各配線 1 5 2 は、パッド 1 5 0 とパッド 1 6 0 の間に電圧を送ることができる。各配線 1 5 2 第 2 の端と接続するパッド 1 6 0 は、特定用途向け集積回路 (ASIC) 1 6 2 等の半導体素子の下部に位置することができる、したがって、図 1 6 の構造体では見ることはできないはずであるが、説明のために図示する。ASIC 1 6 2 は、半導体基板 1 0 上に取り付けられたフリップチップでよく、例えば、ボールグリッドアレイ (BGA) 又はバンブダイを用いて、ASIC 1 6 2 上の接続パッド (簡略化のために図示せず) を、各配線 1 5 2 の第 2 の端の上のパッド 1 6 0 に電氣的に接続させる。さらに、配線、即ち、制御線 1 6 4 はパッド 1 6 0 と、パッド 1 6 6 と、の間に信号を通し、このパッド 1 6 6 は、基板 1 0 の端に沿って配置される。同様に、フレックス回路 (簡略化のために図示せず) にパッド 1 6 6 を接続し、ドライブ基板 (簡略化のために図示せず) に通すことができる。したがって、ドライブ基板、及び / 又は、ASIC 1 6 2 により、複数の配線 1 5 2 及び複数のパッド 1 5 0 を用いて、各トランデュースを個々にアドレス指定することができる。上記に議論した通り、各パッド 1 5 0 は、トランデュースの上部電極 4 0 と電氣的に接続する。ASIC 1 6 2 は、さらに接続パッドを含んでドライブ基板から、さらなる操作信号を受信し、論理機能や制御機能等の、その他の機能を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

図 1 3 ~ 図 1 6 の実施形態を用いて、超小型パッド 1 5 0、1 6 0、1 6 6 と、超細型配線 1 5 2、1 6 4 と、高解像度のプリントヘッドと、を形成することができる。半導体素子の加工技術、例えば、集積デバイス形成するためのフォトリソグラフィ、スパッタリング、及び CVD 等の金属皮膜、エッチング技術を用いることで、超小型の形状の形成が可能となる。この実施形態では、ASIC 1 6 2 への制御線 1 6 4 を通して入力 / 出力機能を行うことができる。制御線 1 6 4 の数は、トランデュースアレイからの出力 1 5 2 のリード線の本数よりもはるかに少なくてもよい。2 0 本又は 2 4 本のリード線を通して ASIC 1 6 2 にアクセスすることができるが、トランデュースアレイからのリード線本数は、トランデュースの数と同じ、又は、ほとんど同じである。また、従来の方法を用いて形成された配線は、約 $38 \mu\text{m}$ のピッチを有することができるが、リソグラフィを用いて形成された配線では、素子トポグラフィ、及びその他の要因により約 $3 \mu\text{m}$ のピッチを有することができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、接着剤、及び、その結合 / 固化工程を省くことにより、生産量の向上を実現することができる。これらの構造体の層間剥離を低減、又は無くすることができる。さらに、クリーンルームでの加工では、従来のプリントヘッド加工よりも汚れが少ないため、ノズル閉塞等の故障モードを少なくすることができる。さらに、本明細書で議論した製造技術を用いることで、従来の技術を用いて製造されたプリントヘッドに比べて、温度サイクルに関連する故障が減ることが見込まれる。

【 0 0 3 9 】

既存の方法に対して、このアプローチの優位性には、超小型形状に対する可能性が含まれる。シリコン加工を、複数の請負 (半導体製造工場の) 半導体ウエハ製造施設のうちのいずれかに委託することができ、これにより、部品、材料、及び組立工程を省くことで、製造工程を簡素化することができる。この他にも、さらに高い密度により可能な高解像度

10

20

30

40

50

、及び、レーザ加工部品を無くすことにより清浄度が向上するといった恩恵がもたらされる。P Z Tの層間剥離、及びチャンパ間のインク漏れ等の数多くの現状の故障モードを無くすことで、生産量を向上させることができる。プリントヘッド標準化の廃止を可能にする可能性がある、繰り返しが著しく可能な半導体製造工程により、プリントヘッドの均一性を向上させることができる。さらに、材料設定を簡易化することで、インクジェットのプリントヘッド特有のインク及びその他の環境材料との互換性を向上させることができる。

【図 1】

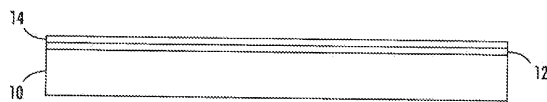


図 1

【図 2】

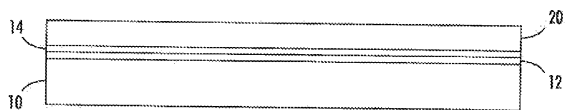


図 2

【図 3】

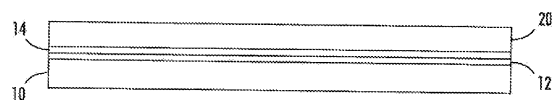


図 3

【図 4】

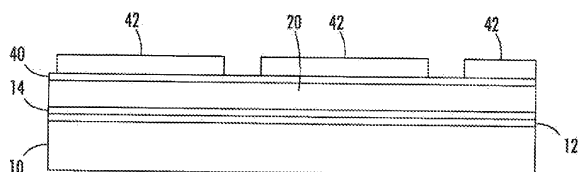


図 4

【図 5】

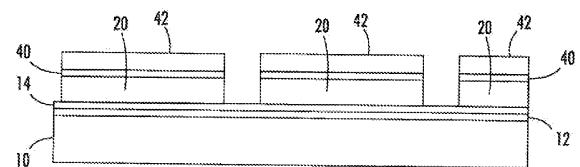


図 5

【図 6】

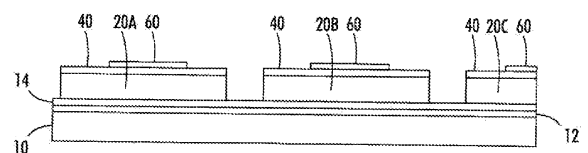


図 6

【図 7】

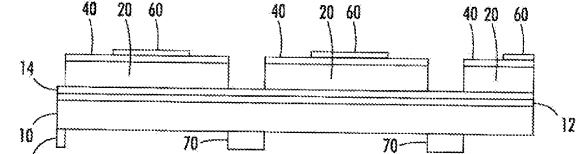


図 7

【圖 8】

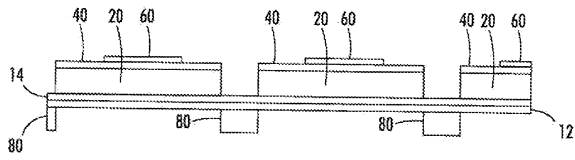


图 8

【 図 9 】

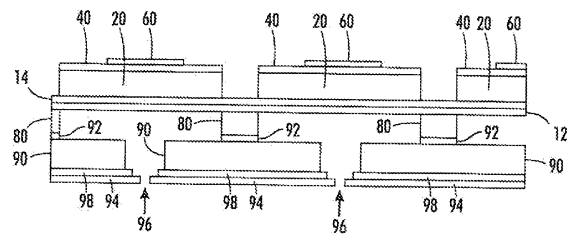


図 9

【 図 1 0 】

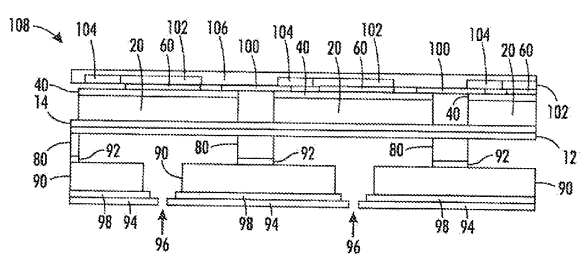


図 10

【 図 1 1 】

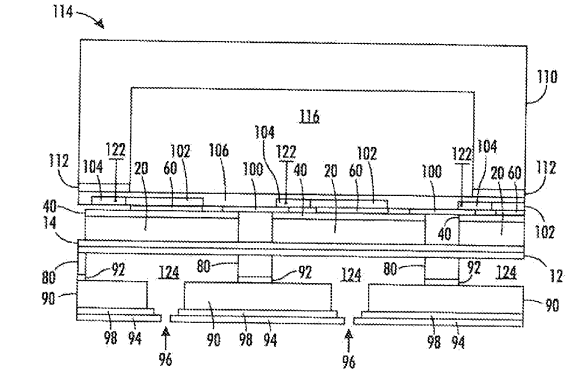


Figure 1.1

【 图 1 2 】

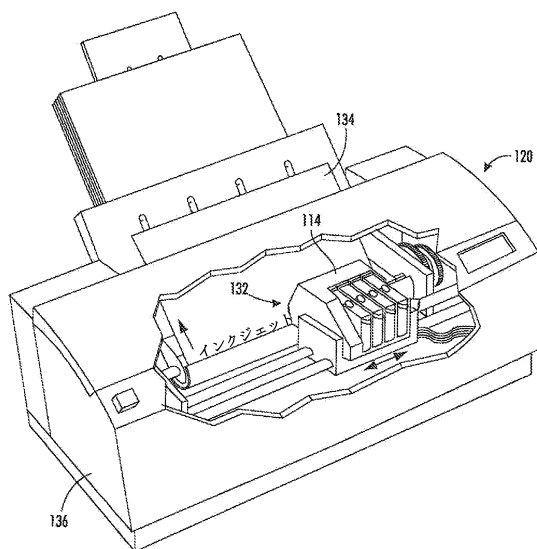


图 1 2

【 図 1 3 】

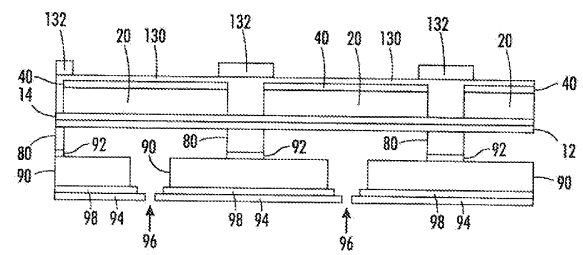


图 1 3

【 図 1 4 】

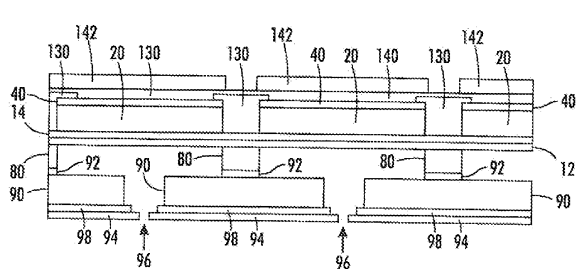


图 14

【図 15】

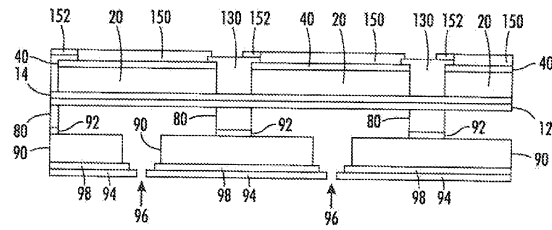


図 15

【図 16】

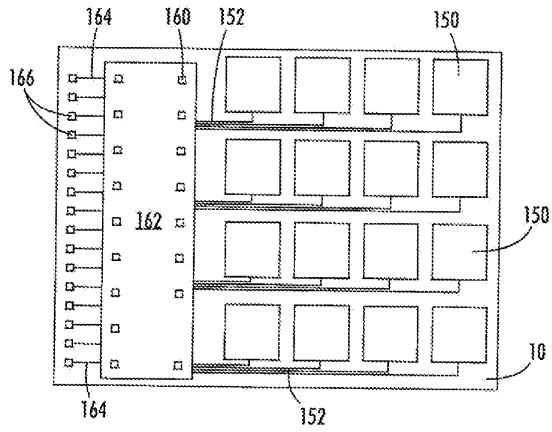


図 16

フロントページの続き

(72)発明者 ビジョイラージ・サファー

アメリカ合衆国 フロリダ州 32607 ゲインズビル サウスウエスト・トゥエンティー・ア
ベニュー 3643 アpartment ナンバー1508

審査官 小宮山 文男

(56)参考文献 特許第4221929(JP, B2)

特開2009-160883(JP, A)

特開2008-168627(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215