

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6273194号
(P6273194)

(45) 発行日 平成30年1月31日 (2018. 1. 31)

(24) 登録日 平成30年1月12日 (2018. 1. 12)

(51) Int. Cl.	F I
B 4 1 J 2/14 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 4 0 1
B 4 1 J 2/16 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 6 1 1
	B 4 1 J 2/16 5 0 3
	B 4 1 J 2/16 5 1 7

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-242764 (P2014-242764)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成26年12月1日 (2014. 12. 1)		ゼロックス コーポレーション
(65) 公開番号	特開2015-112877 (P2015-112877A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015. 6. 22)		アメリカ合衆国、コネチカット州 068
審査請求日	平成29年11月29日 (2017. 11. 29)		56、ノーウォーク、ピーオーボックス
(31) 優先権主張番号	14/106, 020		4505、グローバー・アヴェニュー 4
(32) 優先日	平成25年12月13日 (2013. 12. 13)		5
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110001210
早期審査対象出願			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】 静電膜拡散接合構造およびプロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の静電アクチュエータを含むプリントヘッドであって、各静電アクチュエータが、半導体基材アセンブリを覆い、第1の部分を含むパターンニングされた第1の伝導性層と

、
前記パターンニングされた第1の伝導性層の第1の部分と物理的および電氣的に接触した第1の部分を有するパターンニングされた第2の伝導性層であって、前記前記パターンニングされた第2の伝導性層の前記第1の部分は、アクチュエータ電極の少なくとも一部である、第2の伝導性層と、

前記半導体基材アセンブリを覆い、側壁を含む第1の誘電体層と、

前記第1の誘電体層を覆う第2の誘電体層であって、前記側壁が、前記第2の誘電体層の下において側方に埋め込まれ、凹部を提供する第2の誘電体層と、

前記第2の誘電体層上の前記第2の伝導性層の第2の部分と、

前記第2の伝導性層の前記第2の部分に拡散接合したアクチュエータ膜と、を含む、プリントヘッド。

【請求項 2】

前記第2の伝導性層の前記第1の部分が、前記凹部内に縁部を含む、請求項 1 に記載のプリントヘッド。

【請求項 3】

前記第2の伝導性層が、自己パターンニングされた層である、請求項 1 に記載のプリント

10

20

ヘッド。

【請求項 4】

前記パターニングされた第 1 の伝導性層の前記第 1 の部分および前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分の下層となる第 3 の誘電体層をさらに含み、前記側壁が、前記第 2 の誘電体層と前記第 3 の誘電体層との間に埋め込まれる、請求項 1 に記載のプリントヘッド。

【請求項 5】

前記第 1 の伝導性層と前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分との間に介在された第 3 の誘電体層をさらに含み、前記側壁が、前記第 2 の誘電体層と前記第 3 の誘電体層との間に埋め込まれる、請求項 1 に記載のプリントヘッド。

【請求項 6】

前記パターニングされた第 1 の伝導性層が、前記複数の静電アクチュエータのために複数のトレースを提供する複数の第 2 の部分をさらに含み、

前記複数のトレースが、前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分と前記半導体基材アセンブリとの間に直接挿入される、請求項 1 に記載のプリントヘッド。

【請求項 7】

前記パターニングされた第 1 の伝導性層の前記第 1 の部分が第 1 の幅を含み、

前記パターニングされた第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分が、前記第 1 の幅よりも広い第 2 の幅を含む、請求項 1 に記載のプリントヘッド。

【請求項 8】

プリンタであって、

複数の静電アクチュエータを含むプリントヘッドを備え、

各静電アクチュエータが、

半導体基材アセンブリを覆い、第 1 の部分を含むパターニングされた第 1 の伝導性層と

前記パターニングされた第 1 の伝導性層の第 1 の部分と物理的および電氣的に接触した第 1 の部分を有するパターニングされた第 2 の伝導性層であって、前記前記パターニングされた第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分は、アクチュエータ電極の少なくとも一部である、第 2 の伝導性層と、

前記半導体基材アセンブリを覆い、側壁を含む第 1 の誘電体層と、

前記第 1 の誘電体層を覆う第 2 の誘電体層であって、前記側壁が、前記第 2 の誘電体層の下において側方に埋め込まれ、凹部を提供する第 2 の誘電体層と、

前記第 2 の誘電体層上の前記第 2 の伝導性層の第 2 の部分と、

前記第 2 の伝導性層の前記第 2 の部分に拡散接合したアクチュエータ膜と、を含む、プリンタ。

【請求項 9】

前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分が、前記凹部内に縁部を含む、請求項 8 に記載のプリンタ。

【請求項 10】

前記第 2 の伝導性層が、自己パターニングされた層である、請求項 8 に記載のプリンタ。

【請求項 11】

前記パターニングされた第 1 の伝導性層の前記第 1 の部分および前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分の下層となる第 3 の誘電体層をさらに含み、前記側壁が、前記第 2 の誘電体層と前記第 3 の誘電体層との間に埋め込まれる、請求項 8 に記載のプリンタ。

【請求項 12】

前記第 1 の伝導性層と前記第 2 の伝導性層の前記第 1 の部分との間に介在された第 3 の誘電体層をさらに含み、前記側壁が、前記第 2 の誘電体層と前記第 3 の誘電体層との間で埋め込まれる、請求項 8 に記載のプリンタ。

【請求項 13】

前記パターニングされた第 1 の伝導性層が、前記複数の静電アクチュエータのために複

10

20

30

40

50

数のトレースを提供する複数の第2の部分を含み、

前記複数のトレースが、前記第2の伝導性層の前記第1の部分と前記半導体基材アセンブリとの間に直接挿入される、請求項8に記載のプリンタ。

【請求項14】

前記パターンニングされた第1の伝導性層の前記第1の部分が第1の幅を含み、

前記パターンニングされた第2の伝導性層の前記第1の部分が、前記第1の幅よりも広い第2の幅を含む、請求項8に記載のプリンタ。

【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デバイスの分野に関し、より詳細には静電駆動式インクジェットプリントヘッドのための方法および構造、ならびに静電駆動式インクジェットプリントヘッドを含むプリンタに関する。

【背景技術】

【0002】

ドロップ・オン・デマンドのインクジェット技術は、印刷産業において広く使用されている。ドロップ・オン・デマンドの技術を用いるプリンタは、複数の静電アクチュエータ、圧電アクチュエータ、またはサーマルアクチュエータを用いて、アパーチャプレートの複数のノズルからインクを吐出できる。静電吐出において、基材アセンブリ上に形成された各静電アクチュエータは、通常、可撓性の隔膜または膜、このアパーチャプレートと膜との間のインクチャンバ、およびこのアクチュエータ膜と基材アセンブリとの間のエアチャンバを含む。静電アクチュエータはさらに、基材アセンブリ上に形成されたアクチュエータ電極を含む。電圧が印加されてアクチュエータ電極を活性化するとき、膜は、電場によって電極の方に引っ張られ、緩和状態から屈曲状態に駆動され、これによりインクチャンバの体積を増大し、インクはインク供給部または貯蔵部からインクチャンバにインクを引き込む。電圧が取り除かれてアクチュエータ電極を不活性化するとき、膜は緩和し、インクチャンバ内の体積が減少して、インクがアパーチャプレートのノズルから吐出される。

【0003】

静電アクチュエータの重要な態様の1つは、アクチュエータ電極と膜との間の空間またはギャップの寸法である。ギャップは、アクチュエータ電極からの電圧が取り除かれる際にノズルから吐出されるインクの体積と、膜を十分に歪めるのにアクチュエータ電極に印加されなければならない電圧との両方に影響を与える。非常に狭いまたは非常に広いギャップは、それぞれインクの不十分なまたは過剰の量のいずれかを吐出する。さらに、ギャップ高さが増大にするにつれて、膜を十分に歪めるためにアクチュエータ電極に印加されなければならない電力も増大する。

【0004】

静電アクチュエータはさらに、アクチュエータ電極を形成するために使用される伝導層の部分に形成された誘電ギャップスタンドオフ層を含む。膜は、ギャップスタンドオフの上方面に接着または接合され、膜を電極から距離をあけて配置し、こうしてギャップスタンドオフ層の厚さが、アクチュエータ電極と膜との間のギャップを部分的に決定する。ギャップ高さはまた、ギャップスタンドオフに膜を接合させるために使用される技術によっても影響を受ける。接着剤層、例えばEPON（商標）（Miller Stephenson Chemical Co.（Danbury, CT）から入手可能）またはTechFilm i2300（Resin Designs, LLC（Woburn, MA）から入手可能）を、アクチュエータ電極と膜との間に介在させてもよく、次いで熱および圧力の適用中に硬化され、アクチュエータ膜をギャップスタンドオフに接合させる。しかし、このプロセスは、遊離接着剤によるアクチュエータのエアチャンバの汚染を受け易い。さらに、加工処理の変動は、最終的な接着剤厚さの精度に影響する場合があります、ターゲット高さから外れたギャップ高さの変動の一因となる。他のプロセスは、制限された範

10

20

30

40

50

囲の材料でのみ成功し得るので、材料の選択が制限される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一部の他の形成方法に関連した問題を克服する静電駆動式インクジェットプリントヘッドを形成するための方法、および環境条件を変化させる際により安定な操作を有する形成プロセスが所望される。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下に、本教示の1つ以上の実施形態の一部の態様について基本的な理解を提供するために簡単な要約を示す。この要約は、広範囲の概説ではなく、本教示の主要なおよび重要な要素を同定することを意図することもなく、開示の範囲を詳述することも意図しない。さらにその主要な目的は、単に1つ以上の概念を後に示される詳細な説明の導入部として簡単な形態で示すことである。

【0007】

実施形態において、プリントヘッドは、複数の静電アクチュエータを含み、ここで各静電アクチュエータは、半導体基材アセンブリを覆い、第1の部分を含むパターニングされた第1の伝導性層、パターニングされた第1の伝導性層の第1の部分と物理的および電気的に接触した第1の部分を有するパターニングされた第2の伝導性層であって、パターニングされた第2の伝導性層の第1の部分は、アクチュエータ電極の少なくとも一部である第2の伝導性層、ならびに半導体基材アセンブリを覆い、側壁を有する第1の誘電体層を含む。各静電アクチュエータはさらに、第1の誘電体層を覆う第2の誘電体層を含み、この側壁が、第2の誘電体層の下において側方に埋め込まれ、凹部を与える第2の誘電体層、第2の誘電体層上の第2の伝導性層の第2の部分、ならびに第2の伝導性層の第2の部分に拡散接合したアクチュエータ膜を含む。

【0008】

別の実施形態において、プリントヘッドのための静電アクチュエータを形成するための方法は、半導体基材アセンブリにわたってパターニングされた第1の伝導性層を形成する工程であって、このパターニングされた第1の伝導性層が第1の部分を含む工程、第1の伝導性層にわたってブランケット第1の誘電体層を形成する工程、ブランケット第1の伝導性層にわたってブランケット第2の誘電体層を形成する工程、ならびにブランケット第2の誘電体層およびブランケット第1の誘電体層をパターニングして、パターニングされた第1の伝導性層の第1の部分を露呈する工程を含んでいてもよい。この方法がさらに、第1の誘電体層を等方的にエッチングし、第2の誘電体層の下において第1の誘電体層の側壁を側方にエッチングし、凹部を提供する工程、指向性堆積プロセスを用いて自己パターニングされた第2の伝導性層を形成する工程であって、この第2の伝導性層が、第1の伝導性層の第1の部分と物理的および電気的に接触する第1の部分を有する工程、ならびに少なくともアクチュエータ電極の一部および第2の誘電体層と物理的に接触する第2の部分を形成する工程であって、ここで第2の伝導性層の第1の部分が、第2の伝導性層の第2の部分から電気的に隔離している工程、アクチュエータ膜を第2の伝導性層の第2の部分に拡散接合する工程を含んでいてもよい。

【0009】

別の実施形態において、プリンタは、プリントヘッドを含んでいてもよく、ここでこのプリントヘッドは複数の静電アクチュエータを含み、ここで各静電アクチュエータは、半導体基材アセンブリを覆い、第1の部分を含むパターニングされた第1の伝導性層、パターニングされた第1の伝導性層の第1の部分と物理的および電気的に接触した第1の部分を有するパターニングされた第2の伝導性層であって、ここでパターニングされた第2の伝導性層の第1の部分が、アクチュエータ電極の少なくとも一部である第2の伝導性層、ならびに半導体基材アセンブリを覆い、側壁を有する第1の誘電体層を含む。各静電アクチュエータはさらに、第1の誘電体層を覆う第2の誘電体層であって、ここでこの側壁が

10

20

30

40

50

、第2の誘電体層の下において側方に埋め込まれ、凹部を提供する第2の誘電体層、第2の誘電体層上の第2の伝導性層の第2の部分、ならびに第2の伝導性層の第2の部分に拡散接合したアクチュエータ膜を含む。プリンタはさらに、プリントヘッドを包み込むハウジングを含む。

【図面の簡単な説明】

【0010】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本教示の実施形態を詳細な説明と共に例示し、開示の原理を説明するように作用する。図面において：

【図1】図1は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図2】図2は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

10

【図3】図3は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図4】図4は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図5】図5は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図6】図6は、本教示の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図7】図7は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図8】図8は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図9】図9は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図10】図10は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図11】図11は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図12】図12は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

20

【図13】図13は、本教示の別の実施形態によるインプロセス構造を示す断面である。

【図14】図14は、本教示の実施形態によるプリントヘッドを含むプリンタの透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図の詳細部の一部は簡略化されており、構造上の厳密な精度、詳細および尺度を維持することよりも本教示の理解を促進するために描かれていることに留意すべきである。

【0012】

ここで、本教示の例示的な実施形態を詳細に参照する。この例は、添付の図面に例示される。可能である限り、同じ、同様のまたは似た部分を言及するために同じ参照番号を図面全体にわたって使用する。

30

【0013】

本明細書で使用される場合、特に断らない限り、用語「プリンタ」は、何らかの目的のためにプリント出力機能を果たすいずれかの装置、例えばデジタルコピー機、製本機、ファクシミリ機、多機能機、静電複写機などを包含する。

【0014】

本教示の実施形態は、アクチュエータ膜と誘電体ギャップスタンドオフ層との間に改善された物理的な連結を有する静電アクチュエータをもたらし得る。プロセスおよび構造は、自己パターンニングされ（すなわち *in situ* でパターンニングされ）、ほとんどまたは全く後続加工処理を必要としない最終金属層堆積を含むことができる。最終金属層を用いて、膜は、拡散プロセスを用いてギャップスタンドオフ層に接合され、結果として精密なギャップ高さと、膜と電極との間の電氣的隔離をもたらし得る。

40

【0015】

本教示の実施形態の間に形成できるインプロセス構造を図1～6に示す。図に示された構造は、単純化のために示されていない追加の特徴を含んでいてもよいが、示された構造は取り除かれてもよく、または変更されてもよいことが理解される。図1のインプロセス静電アクチュエータ構造10は、半導体基材アセンブリ12、プランケット誘電体層14、第1の伝導性層16（例えば、金属1層）、およびパターンニングされた第1のマスク層18を含む。本明細書の種々の実施形態において、半導体基材アセンブリ12は、シリコンウェハまたはウェハセクションを含んでいてもよく、種々の他の層（単純化のために示

50

されていない)、例えば種々のドーブされた領域および1つ以上の層、例えば酸化物層(この層の上にブランケット誘電体層14が形成される)をさらに含んでもよい。ブランケット誘電体層14は、約0.01 μm ~約1.0 μm 厚さの窒化ケイ素または酸窒化ケイ素のような窒化物層を含んでもよい。伝導性層16は、約0.1 μm ~約0.6 μm 厚さのアルミニウム層を含んでもよい。フォトレジストまたは別のマスクであってもよいパターンニングされたマスク層18は、伝導性層16の第1の部分を露呈し、伝導性層16の第2の部分を覆う。続いて、エッチングが行われて、伝導性層16の露呈した第1の部分を除去し、誘電体層14上で停止させ、これにより図2に示されるように、パターンニングされた伝導性層16を形成する。好適なエッチングは当該技術分野において既知である。伝導性層16をエッチングした後、マスク層18が除去され、これにより結果として伝導性部分16A、16Bおよび16Cを得る。実施形態において、伝導性層16の部分16Cは、アクチュエータ電極を与え、部分16A、16Bは、以下に記載されるように、誘電体ギャップスタンドオフ層を支持する。

【0016】

続いて、ブランケット酸化物層20を堆積させ、ブランケット窒化物層22を堆積させ、パターンニングされた第2のマスク24を形成して、結果として図2に示される構造と同様の構造を得る。ブランケット酸化物層20は、約0.1 μm ~約2.0 μm の厚さまで堆積されてもよく、ブランケット窒化物層22は、約0.01 μm ~約1.0 μm の厚さであってもよい。パターンニングされた第2のマスク24は、ブランケット酸化物層20の第1の部分およびブランケット窒化物層22を露呈する。他の誘電体材料が好適であってもよいことが理解され、ここで誘電体層14、20、および22は、誘電体20が誘電体14および22に対して選択的にエッチングされ得るように選択される(すなわち、層20は、層14および22よりも迅速な速度でエッチングされ得る)。パターンニングされた第2のマスク24は、アクチュエータエアチャンバの広さを規定し、伝導性層16の部分16Cを露呈するように配置され、これはアクチュエータ電極の部分形成する。

【0017】

次に、図3に示されるように、ブランケット窒化物層22およびブランケット酸化物層20は、例えばほぼ垂直の異方性エッチングを用いてエッチングし、示されるように伝導性層16および窒化物層14を露呈する。実施形態において、第1のエッチング化学物質を使用して、窒化物層22の露呈部分を除去し、ブランケット酸化物層20上で停止させてもよく、次いで第2のエッチング化学物質を使用して、ブランケット酸化物層20の露呈部分を除去し、伝導性層16および窒化物層14上で停止させてもよい。

【0018】

続いて、第2のマスク層24が除去され、酸化物層20の等方性エッチングが行われ、結果として図4の構造を得る。露呈した窒化物層14、22および伝導性層16を除去するよりも迅速な速度で酸化物層20の露呈部分を除去するエッチング化学物質を使用する。実施形態において、エッチング化学物質は、緩衝酸化物(すなわちBOE)エッチング、希フッ化水素(HF)酸、HFガス、およびテトラフルオロメタン(CF₄)ガスブレンドを含んでもよい。酸化物層20の等方エッチングにより、窒化物層22のアンダーカットを行い、窒化物層22の下において、窒化物層14、22の間にある酸化物層20の側壁40を側方に(すなわち図4に示されるように水平に)埋め込む。実施形態において、酸化物層20の側壁40は、窒化物層22の下において最も離れた位置で約0.1 μm ~約1.0 μm 埋め込まれてもよい。図5に示される酸化物層20のそれぞれの側壁は、半円プロファイルを有するが、側壁は、垂直、ほぼ垂直であってもよく、または使用されるエッチングプロセスに依存して想定される他のプロファイルを有していてもよい。加えて、図5は第1のおよび第2の側壁40を示すが、側壁40は、部分的に、部分16Cを露呈する層16の部分16Cの周りに連続的な四角形または長方形の開口部、リング、またはポケットを規定することにより、示された断面において2つの別個の側壁として現れてもよいことが理解される。

【0019】

次に、第2の伝導性層50（例えば、金属2層）が、図5に示されるように形成される。第2の伝導性層50は、例えば、非水平面、特に垂直もしくはほぼ垂直な面にわたるステップ被覆が劣る指向性堆積プロセス、例えばスパッタリングプロセス、エバポレーションプロセス、例えばサーマルまたはeビームエバポレーション、蒸着プロセス、例えば化学蒸着（CVD）、物理蒸着（PVD）、プラズマ強化CVD（PECVD）などを用いて形成されてもよい。ステップ被覆が劣る堆積の使用を用いるこれらのプロセスのそれぞれについて堆積パラメータは、本明細書の情報から当業者によって決定されてもよい。実施形態において、金属、例えば銀のスパッタリングプロセスは、第2の伝導性層50を形成するために使用されてもよい。酸化物層20の側壁40は、窒化物層14、22との間において側方に埋め込まれるので、第2の伝導性層50の指向性堆積は、結果として層50の部分50A、50Bが部分50Cから電氣的に隔離するように材料ボイドをもたらす。故にこのプロセスは、自己パターニングされた（すなわち*in situ*パターニングされた）層50を形成する。この開示の目的のために、自己パターニングされた層は、互いに電氣的に隔離した2つ以上の部分を提供するために伝導性層の別個のマスクまたはエッチングを必要としないブランケット堆積プロセスを用いて形成された電気伝導性層である。この実施形態において、層50は、ブランケット堆積プロセスを用いて形成され、ここで部分50Cは、互いに電氣的に隔離した部分を与えるために層50の別個のマスクされたエッチングを必要とせず、部分50Aおよび50Bから電氣的に隔離される。このプロセスにおいて、部分50A、50Bの部分50Cからの電氣的隔離は、層50が酸化物層20のターゲット厚さよりも小さいターゲット厚さを有するように形成されさえすれば、得られる。一般に、酸化物層20は、伝導性層50より相当厚いターゲット厚さ、例えばそのターゲット厚さの約1.5～約2.5倍を有する。実施形態において、層50は、約0.05μmのターゲット厚さを有していてもよいが、酸化物層20は約1.0μmのターゲット厚さを有する。部分50Aおよび50Bが部分50Cの周りにリングを形成し得るので、電氣的に共にカップリングされてもよく、単一の連続構造を形成してもよいことが理解される。

【0020】

伝導性層50の部分50Cは、示されるように伝導性層16の部分16Cと物理的および電氣的に接触する。故に伝導性層16の部分16Cおよび伝導性層50の部分50Cは、完成型アクチュエータ電極52を形成する。図5に示されるように、伝導性層50の部分50Cは、層16の部分16Cに直接形成され、これらと電気連通する。さらに、部分50Cは、部分16Cより広いので、完成型アクチュエータ電極52の幅を有効に増大させる。図5の断面に示されるように、アクチュエータ電極52は、窒化物層14のすべての露呈部分を被覆するので、アクチュエータ電極52の幅を最大化する。故にアクチュエータ52の部分50Cの幅は、自己パターニングされる。故にアクチュエータ電極52の主要な（すなわち外側の）幅は、アクチュエータ電極52の一部を形成する自己パターニングされた層50Cによって提供される。故にアクチュエータ電極52の外側縁部は、電気短絡のリスクなしでアクチュエータエアチャンバに整列される。部分50Cによって提供されるアクチュエータ電極52の外側縁部は、エッチングされた酸化物側壁40によって提供される凹部内において窒化物層22の下に直接形成されてもよい。

【0021】

次に、層50の部分50Aおよび50Bを使用して、図6に示されるようにアクチュエータ膜60を物理的に取り付ける。実施形態において、膜60は、鉄ニッケル合金、例えばInvar（64FeNi）、ケイ素層、または別の好適な材料であってもよく、約2.0μm～約40μmの厚さまたは約10μm～約20μmの厚さを有する。膜60は、層50のために使用される同じまたは同様の金属の薄いコーティングを有していてもよい。実施形態において、膜60は、層50の部分50A、50Bと物理的に接触した状態にて圧力下（例えばプレスにて）で配置されてもよく、次いで加熱されて原子的に層50A、50Bを膜60と混ぜ合わせる。例えば、図6の構造は、約50psi～約25,000psi、または約75psi～約1,000psi、または約100psi～約500

10

20

30

40

50

p s i の圧力下で、プレス内に配置されてもよく、約 1 5 0 ~ 約 3 5 0 の温度に加熱される。次いで構造は、冷却されて、伝導性層 5 0 A、5 0 B を用いて種々の介在層を通して膜 6 0 を半導体基材アセンブリ 1 2 に接合させてもよい。この拡散接合プロセスは、充填剤金属または他の別個の接着剤を必要とせず、熱および圧力を用いることだけで層 5 0 A、5 0 B を膜 6 0 と接合する。接合温度は、層 5 0 と膜 6 0 との両方の融点未満である。理論に束縛されないが、層 5 0 および膜 6 0 の界面の原子は、界面にわたって移動し、グレイン境界がシフトし、マイクロギャップが低下される。層 5 0 の部分 5 0 A、5 0 B と膜 6 0 との間の最終境界は、この混ぜ合わせによって曖昧になる。アクチュエータ膜 6 0 の取り付けは、各アクチュエータ 6 4 のためにアクチュエータエアチャンバ 6 2 の形成を完了し、これは複数のアクチュエータを含むアクチュエータアレイの一部である。

10

【0022】

層 5 0 の追加は、アクチュエータ電極 5 2 とアクチュエータ膜 6 0 との間のギャップ高さに影響を与えないことを理解されたい。例えば、部分 5 0 A、5 0 B は、部分 5 0 C と同じ厚さを有し、故に部分 5 0 C を含むアクチュエータ電極 5 2 と、アクチュエータ膜 6 0 の底部との間の正味の距離は、大抵の使用において埋め合わせを必要とする量までは変化しない。いずれかの埋め合わせが必要とされる場合、図 6 の 1 つ以上の層のターゲット堆積厚さは、調整されてもよい。

【0023】

図 7 ~ 1 3 に示される別の実施形態において、2 つの伝導性層を含むプロセスが、トレース経路密度を増大させるために使用されてもよい。第 1 の伝導性層、例えば金属 1 として使用されるアルミニウム層は、複数のトレースを形成するために使用されてもよく、第 2 の伝導性層、例えば金属 2 として使用される銀層は、アクチュエータ電極および拡散接合材料を形成するために使用されてもよい。図に示される構造は、単純化するために記載されていない追加の特徴を含んでいてもよいが、示された構造は除去または変更されてもよいことが理解される。

20

【0024】

図 7 のインプロセス静電アクチュエータ構造 7 0 は、半導体基材アセンブリ 1 2、ブランケット誘電体層 1 4、第 1 の伝導性層 1 6 (例えば金属 1 層)、およびパターニングされた第 1 のマスク層 7 2 を含む。実施形態において、半導体基材アセンブリ 1 2 は、シリコンウェハまたはウェハセクションを含んでいてもよい。ブランケット誘電体層 1 4 は、窒化物層、例えば窒化ケイ素または酸窒化ケイ素、酸化物または別の誘電体を、例えば約 0 . 0 1 μm ~ 約 1 . 0 μm 厚さで含んでいてもよい。伝導性層 1 6 は、約 0 . 1 μm ~ 約 1 . 0 μm 厚さのアルミニウム層を含んでいてもよい。フォトレジストまたは別のマスクであってもよいパターニングされたマスク層 7 2 は、伝導性層 1 6 の第 1 の部分を露呈し、伝導性層 1 6 の第 2 の部分を覆う。続いて、エッチングは、伝導性層 1 6 の露呈した第 1 の部分を除去するためおよび誘電体層 1 4 にて停止するように行われ、これにより図 8 に示されるように層 1 6 から複数のトレース 8 0 を形成する。図において、層 8 0 の第 1 の部分「8 0 A」は、示される静電アクチュエータのためのトレースを指定するが、層 8 0 の第 2 の部分「8 0 B」は、プリントヘッド内の他の位置において示されていない静電アクチュエータに対して経路付けられるトレースを指定する。誘電体層 1 4 に対して選択的に伝導性層 1 6 をエッチングするために好適なエッチングは、当該技術分野において既知である。伝導性層 1 6 をエッチングした後、マスク層 7 2 を除去する。

30

40

【0025】

次に、平面のブランケット第 2 の誘電体層 8 2 および第 2 のマスク 8 4 が、図 8 に示されるように形成される。第 2 の誘電体層 8 2 は、窒化物、例えば窒化ケイ素または酸窒化ケイ素であってもよい。マスク層 8 4 は、トレース 8 0 の第 1 の部分 (例えば示された位置におけるトレース「8 0 A」および示されていない他のアクチュエータ電極位置におけるトレース 8 0 B) を露呈し、トレース 8 0 (例えば示されていない他の位置でのトレース「8 0 A」) の第 2 の部分を被覆してもよい。一般に、各トレース 8 0 は、1 つのアクチュエータ電極位置だけが第 2 のマスク層 8 4 によって露呈され、こうして各フィーチャ

50

アクチュエータ電極は、トレース 80 の 1 つを用いて個々に対処されてもよい。第 2 のマスク層 84 はまた、示されていない他の位置において各トレース 80 を露呈し、第 2 の誘電体層 82 内の開口部を通して各トレース 80 に 1 つ以上の接触を与えてもよいことが理解される。図 8 に示される構造と同様の構造を形成した後、第 2 の誘電体層 82 は、1 つ以上の位置にて各トレース 80 を露呈するためにパターンとして第 2 のマスク 84 を用いてエッチングされる。続いて、第 2 のマスク 84 が除去される。

【0026】

続いて、ブランケット酸化物層 90 が堆積され、ブランケット窒化物層 92 が堆積され、パターニングされた第 3 のマスク 94 が形成されて、図 9 に示される構造と同様の構造をもたらす。ブランケット酸化物 90 は、約 $0.1\ \mu\text{m}$ ~ 約 $2.0\ \mu\text{m}$ の厚さに堆積されてもよく、ブランケット窒化物層 92 は、約 $0.01\ \mu\text{m}$ ~ 約 $1.0\ \mu\text{m}$ 厚さであってもよい。パターニングされた第 3 のマスク 94 は、ブランケット酸化物層 90 およびブランケット窒化物層 92 の第 1 の部分を露呈する。他の誘電体材料が好適であってもよく、ここで誘電体層 82、90、および 92 は選択されて、結果として誘電体 90 は、誘電体 82 および 92 に対して選択的にエッチングされてもよいことが理解される（すなわち、層 90 は、層 82 および 92 よりも迅速な速度でエッチングされてもよい）。パターニングされた第 3 のマスク 94 は、以下に記載されるように、アクチュエータエアチャンバの幅を規定する。

【0027】

次に、図 10 に示されるように、ブランケット窒化物層 92 およびブランケット酸化物層 90 は、示されるようにトレース 80 および窒化物層 82 を露呈するためにエッチングされる。実施形態において、第 1 のエッチング化学物質が、窒化物層 92 の露呈された部分を除去し、ブランケット酸化物層 90 にて停止するように使用されてもよく、次いで第 2 のエッチング化学物質が、ブランケット酸化物層 90 の露呈部分を除去し、トレース 80 および窒化物層 82 で停止するように使用されてもよい。

【0028】

続いて、第 3 のマスク層 94 は除去されて、酸化物層 90 の等方エッチングが行われ、図 11 の構造をもたらす。露呈した窒化物層 82、92 およびトレース 80 を除去する速度よりも迅速な速度で、酸化物層 90 の露呈部分を除去するエッチング化学物質が使用される。実施形態において、エッチング化学物質は、例えば緩衝酸化物エッチング（BOE）、希 HF、HF ガス、および CF_4 ガスブレンドを含んでいてもよい。酸化物層 90 の等方エッチングにより、窒化物 92 のアンダーカットを行い、窒化物層 92 の下において、窒化物層 92、82 の間において酸化物層 90 の側壁 110 を側方に（すなわち図 11 に示されるように水平に）埋め込む。さらに、図 1 ~ 6 の実施形態とは対照的に、誘電体層 14 は、この等方アンダーカットエッチングに曝されない。実施形態において、酸化物層 90 の側壁は、窒化物層 92 の下においてその最も離れた位置で約 $0.01\ \mu\text{m}$ ~ 約 $2.0\ \mu\text{m}$ 、または約 $0.5\ \mu\text{m}$ ~ 約 $1.0\ \mu\text{m}$ 、そのさらなる程度にて埋め込まれてもよい。図 11 に示される酸化物層 90 の各側壁 110 は、半円プロファイルを有するが、他のプロファイルが、使用されるエッチングされるものに依存して想定される。

【0029】

次に、第 2 の伝導性層 120（例えば金属 2 層）は、図 12 に示されるように形成される。第 2 の伝導性層 120 は、例えば指向性堆積プロセス、例えばスパッタリングプロセスを用いて形成されてもよい。実施形態において、第 2 の伝導性層 120 は、スパッタリングされた銀であってもよい。酸化物層 90 の側壁 110 が窒化物層 82、92 との間で側方に埋め込まれるので、指向性堆積は材料ボイドをもたらす、結果として層 120 の部分 120A、120B は、部分 120C から電氣的に単離される。故に、このプロセスは、自己パターニングされた（すなわち *in situ* でパターニングされた）層 120 を形成する。この実施形態において、層 120 は、ブランケット堆積プロセス、例えば上記で開示された技術の 1 つを用いて形成され、ここで部分 120C は、層 120 の別個のマスクされたエッチングを必要とせずに、部分 120A および 120B から電氣的に隔離さ

れ、互いに電氣的に隔離した部分を提供する。このプロセスにおいて、図 1 ~ 6 を参照して記載されるプロセスのように、部分 1 2 0 A、1 2 0 B と部分 1 2 0 C との間の電氣的隔離は、層 1 2 0 が酸化物層 9 0 のターゲット厚さ未満のターゲット厚さを有するように形成されさえすれば、得られる。

【 0 0 3 0 】

伝導性層 1 2 0 の部分 1 2 0 C は、示されるように露呈したトレース 8 0 A と物理的および電氣的に接触し、それによって誘電体 8 2 のビアを通してトレース 8 0 A とアクチュエータ電極 1 2 2 との間に電氣的連結を完成させる。他のトレース 8 0 B と他のアクチュエータ電極 1 2 2 (単純化のために示されていない) の間の同様の電氣的連結が、同時に想定される。こうして伝導性層 1 2 0 の部分 1 2 0 C は、完成型アクチュエータ電極を形成し、これは電氣的にカップリングされたトレース 8 0 を通して個々に対処されてもよい。図 1 2 に示されるように、伝導性層 1 2 0 の部分 1 2 0 C は、露呈されたトレース 8 0 A に直接形成され、これと電氣的連通する。図 1 2 の断面に示されるように、アクチュエータ電極 1 2 0 C は、窒化物層 8 2 のすべての露呈部分を被覆し、こうして一部の先行電極に比較してアクチュエータ電極の幅を最大限にする。故にアクチュエータを形成する部分 1 2 0 C の幅は、自己パターンニングされる。アクチュエータ電極 1 2 0 C の主要な (すなわち外側) 幅は、自己パターンニングされた層によって提供される。故に、アクチュエータ電極 1 2 2 の外側縁部は、電氣的短絡のリスクなしでアクチュエータエアチャンバに整列される。部分 1 2 0 C によって提供されるアクチュエータ電極 1 2 2 の外側縁部は、エッチングされた酸化物側壁 1 1 0 によって提供される凹部内において窒化物層 9 2 の下に直接形成され得る。

【 0 0 3 1 】

次に、図 6 を参照して記載され、図 1 3 に示されるように、層 1 2 0 の部分 1 2 0 A および 1 2 0 B を使用して、アクチュエータ膜 6 0 を物理的に取り付ける。これにより、静電アクチュエータエアチャンバ 1 3 0 および完成型アクチュエータ 1 3 2 を、複数の静電アクチュエータを含む静電アクチュエータアレイの一部として提供する。

【 0 0 3 2 】

故に、図 1 3 の構造は、アクチュエータ電極 1 2 0 C の下部に経路付ける複数のトレース 8 0 を含む。この実施形態において、複数のトレース 8 0 B (すなわちこの実施形態においてトレース 8 0 A および 5 つのトレース 8 0 B) は、基材 1 2 の上方面に対して垂直な方向にアクチュエータ電極 1 2 0 C と半導体基材アセンブリ 1 2 との間に直接介在される。各トレース 8 0 は、異なるアクチュエータ電極 1 2 0 C と電氣的にカップリングされることができ、こうして静電アクチュエータアレイの各アクチュエータ電極 1 2 0 は、個々に対処されて、ドロップ・オン・デマンドプリントヘッドを提供し得る。各トレース 8 0 間の間隔ならびに窒化物層 8 2 の組成および厚さは、隣接トレース 8 0 との間のクロストークを低減するように選択されてもよい。本明細書で記載されるように形成されたプリントヘッドは、アクチュエータ電極 1 2 0 C と基材 1 2 との経路付けられたトレース 8 0 を提供する。

【 0 0 3 3 】

図 1 4 は、本教示の実施形態を含む少なくとも 1 つのプリントヘッド 1 4 4 が設置されているプリンタハウジング 1 4 2 を含むプリンタ 1 4 0 を示す。ハウジング 1 4 2 は、プリントヘッド 1 4 4 を包み込んでもよい。操作中、インク 1 4 6 は、1 つ以上のプリントヘッド 1 4 4 から吐出される。プリントヘッド 1 4 4 は、デジタル指示に従って操作され、所望の画像をプリント媒体 1 4 8、例えば紙シート、プラスチックなど上に創出する。プリントヘッド 1 4 4 は、走査動作においてプリント媒体 1 4 8 に対して前後に移動し、印刷された画像をスワース毎に得てもよい。あるいは、プリントヘッド 1 4 4 は、固定されており、それに対してプリント媒体 1 4 8 を移動させて、単一パスにてプリントヘッド 1 4 4 と同じ程度の広さで画像を創出してもよい。プリントヘッド 1 4 4 は、プリント媒体 1 4 8 よりも狭くてもよく、または同じ程度の広さであることができる。別の実施形態において、プリントヘッド 1 4 4 は、プリント媒体に後で転写するための中間面、例えば

回転ドラムまたはベルト（単純化のために示されない）にプリントできる。

【 0 0 3 4 】

本教示の広い範囲を示す数値範囲およびパラメータが概算であるにもかかわらず、特定の例において示される数値は、可能な限り正確に報告される。しかし、いかなる数値も、本来、それぞれの試験測定において見出される標準偏差から得られる特定の誤差を必然的に含む。さらに、本明細書に開示されるすべての範囲は、ここで組み込まれたいずれかおよびすべてのサブ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、0の最小値から10の最大値まで（それぞれを含む）のいずれかおよびすべてのサブ範囲を含むことができ、すなわち0以上の最小値および10以下の最大値を有するいずれかおよびすべてのサブ範囲、例えば1～5を含むことができる。特定の範囲において、パラメータに関して記述されるような数値は、負の値を取り得る。この場合、「10未満」として記述される範囲の例示値は、負の値、例えば - 1、 - 2、 - 3、 - 10、 - 20、 - 30などを想定できる。

10

【 0 0 3 5 】

本教示が1つ以上の実施に関して例示されるが、代替および/または変更が、添付の特許請求の範囲の趣旨および範囲から逸脱することなく、例示された例に対して行われ得る。例えば、プロセスは一連の作用または事象として記載されるが、本教示はこうした作用または事象の順序によって制限されないことが理解される。一部の作用は、異なる順序でおよび/または本明細書に記載されるような作用または事象とは異なる他の作用または事象と同時に行われてもよい。また、すべてのプロセス段階が、本教示の1つ以上の態様または実施形態による方法論を実施するために必要とされ得る。構造上の構成成分および/または加工処理段階を加えることができ、または既存の構造構成成分および/または加工処理段階を取り除くまたは変更できることが理解される。さらに本明細書に示される1つ以上の作用は、1つ以上の別個の作用および/または期間にて行われてもよい。さらに、用語「～を含んでいる」、「～を含む」、「～を有している」、「～を有する」、「～を用いて」またはそれらの変形例が詳細な説明および特許請求の範囲のいずれかにおいて使用される限りにおいては、こうした用語は、用語「～を含んでいる」と同様の様式で含まれていることを意図する。用語「～の少なくとも1つ」は、1つ以上の列挙されたアイテムが選択できることを意味するために使用される。さらに本明細書の議論および特許請求の範囲において、2つの材料に関して使用される用語「～の上に」、一方「の上に」他方は、材料間の少なくとも一部の接触を意味する一方で、「～にわたって」は材料が近接していることを意味するが、1つ以上の追加の介在材料を有する可能性があり、こうして接触は可能であるが、必要ではない。「～の上に」も「～にわたって」も、本明細書に使用される場合に方向性を暗示するものではない。用語「等角」は、下層材料の角度が等角材料によって保持されるコーティング材料を記載する。用語「約」は、変更が例示された実施形態に対してプロセスまたは構造の不適合をもたらさない限り、列挙された値が幾分変更され得ることを示す。最後に、「例示的」は、記述が、それが理想であることを暗示することよりむしろ、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、本明細書の考慮および本明細書の開示の実施から当業者には明らかである。明細書および例は、以下の特許請求の範囲によって示されている本教示の範囲および趣旨内の例示に過ぎないと考えられることが意図される。

20

30

40

【図 1】

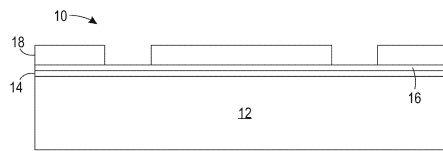


図 1

【図 4】

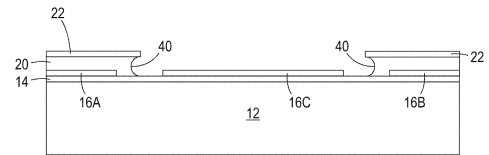


図 4

【図 2】

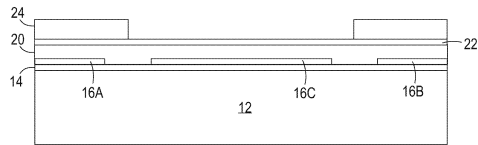


図 2

【図 5】

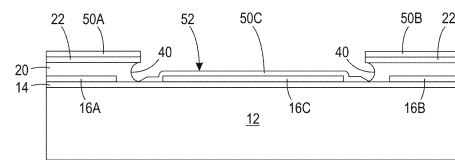


図 5

【図 3】

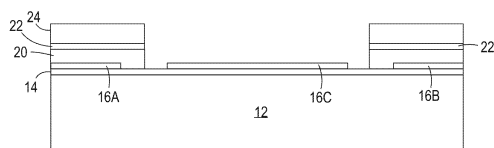


図 3

【図 6】

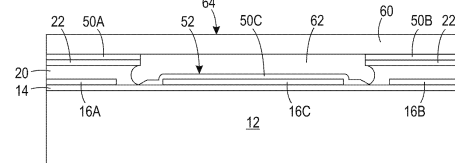


図 6

【図 7】

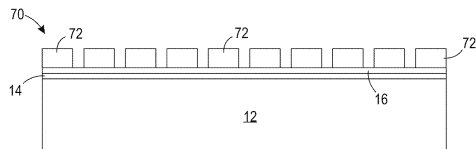


図 7

【図 9】

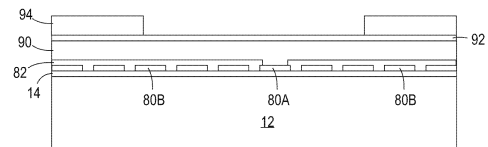


図 9

【図 8】

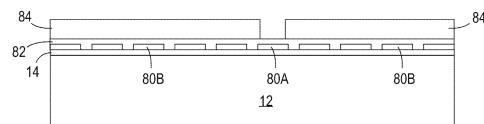


図 8

【図 10】

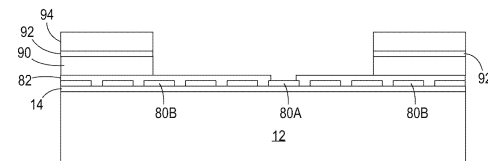


図 10

【図 1 1】

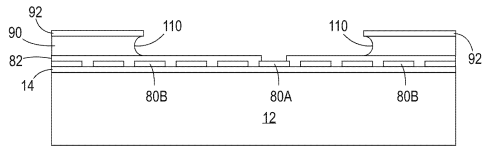


図 1 1

【図 1 3】

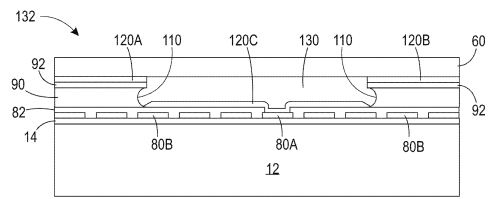


図 1 3

【図 1 2】

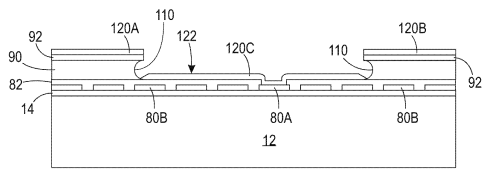


図 1 2

【図 1 4】

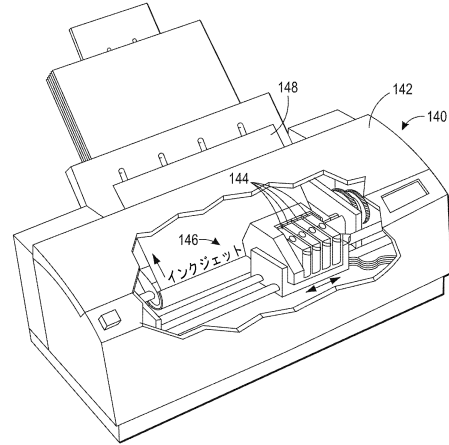


図 1 4

フロントページの続き

(72)発明者 デイヴィッド・エル・クニールム
アメリカ合衆国 オレゴン州 97070 ウィルソンヴィル サウス・ウエスト・アシュトン・
サークル 10305

審査官 上田 正樹

(56)参考文献 特開2003-034035(JP,A)
特開平11-291489(JP,A)
特開2009-066908(JP,A)
米国特許第6079813(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J 2/14
B41J 2/16