(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3851789号
(P3851789)
(45)発行日　平成18年11月29日(2006.11.29)　(24)登録日　平成18年9月8日(2006.9.8)

(51)Int.Cl.			F I		
C25D	1/10	(2006.01)	C25D	1/10	311
B41J	2/135	(2006.01)	B41J	3/04	103N
C25D	1/08	(2006.01)	C25D	1/08	311

請求項の数 14　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2001-231402(P2001-231402)
(22)出願日　平成13年7月31日(2001.7.31)
(65)公開番号　特開2002-115089(P2002-115089A)
(43)公開日　平成14年4月19日(2002.4.19)
審査請求日　平成15年3月31日(2003.3.31)
(31)優先権主張番号　09/629402
(32)優先日　平成12年8月1日(2000.8.1)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　398038580
ヒューレット・パッカード・カンパニー
HEWLETT－PACKARD COMPANY
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ハノーバー・ストリート　３０００
(74)代理人　100075513
弁理士　後藤　政喜
(74)代理人　100084537
弁理士　松田　嘉夫
(72)発明者　バン　チャイ　ティーイー
シンガポール共和国　１４１０８２　＃１１－１４２　ストラスモア　アベニュー　ブロック　８２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マンドレルおよびそれを用いて電鋳するオリフィス板

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
オリフィス板を電鋳するためのマンドレルであって、前記オリフィス板は、オリフィスを含むオリフィス領域と、オリフィス板のうちの前記オリフィス領域よりもその厚さが厚い部分とを含む、マンドレルにおいて、
基板と、
前記基板上にあり、前記厚い部分を電鋳するための第１の鋳造表面を有する第１の金属層と、
前記基板上にあり、前記第１の鋳造表面から電気的に絶縁され前記オリフィス領域を電鋳するための第２の鋳造表面を有し、前記第１の金属層よりも高い位置にある第２の金属層と、
前記第１の金属層から、前記第２の金属層に向かう傾斜面と、
前記金属層上にあって前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための手段と、を含み、
前記マンドレル上でオリフィス板を電鋳するにあたり、まず前記オリフィス板の前記第１の鋳造表面に前記厚い部分を電鋳し、この電鋳された厚い部分が、前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とを電気的に接続することで、引き続いて前記オリフィス領域の電鋳が行われ、前記オリフィス板の表面が平面に形成されるようにしたことを特徴とするマンドレル。
【請求項２】

__前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための前記手段は、前記金属層上にパターン形成された絶縁体領域であることを特徴とする請求項１に記載のマンドレル。
【請求項３】
__前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための前記手段は、前記金属層を通してあけた穴であることを特徴とする請求項１に記載のマンドレル。
【請求項４】
__前記厚い部分は、前記オリフィス板上の前記オリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分であることを特徴とする請求項１に記載のマンドレル。
【請求項５】
__前記第１の鋳造表面には、さらにインクチャンバおよびインクチャネルを規定する領域がオリフィス板上に電鋳されるようにパターン形成されることを特徴とする請求項４に記載のマンドレル。
【請求項６】
__前記基板は研磨されたシリコンウエハーであり、前記傾斜面は前記研磨されたシリコンウエハーを適切にエッチングすることによって形成されることを特徴とする請求項１に記載のマンドレル。
【請求項７】
__前記傾斜面は、前記基板上に厚いフォトレジストの層を付け加えることによって形成されることを特徴とする請求項１に記載のマンドレル。
【請求項８】
__オリフィス板を電鋳するためのマンドレルを形成する方法であって、
　前記オリフィス板は、オリフィスを含むオリフィス領域と、オリフィス板のうちの前記オリフィス領域よりも厚さが厚い部分とを含む方法において、
　基板上に金属層をデポジットする工程と、
　前記金属層上に第１のフォトレジスト層をデポジットする工程と、
　前記第１のフォトレジスト層上に、第１のパターンを有する第１のフォトマスクを配置する工程と、
　前記第１のフォトマスクおよび前記第１のフォトレジスト層を、紫外光に露光する工程と、
　前記第１のフォトレジスト層を現像して、前記金属層上に前記第１のパターンを作成する工程と、
　前記金属層のうち、前記第１のフォトマスクの前記第１のパターンによって露出した部分をエッチングして、前記厚い部分を電鋳する第１の鋳造表面を有する第１の金属層と、前記第１の鋳造表面から電気的に絶縁され前記オリフィス領域を電鋳する第２の鋳造表面を有し、前記第１の金属層よりも高い位置にある第２の金属層とを規定する工程と、
　前記オリフィス領域において前記オリフィスを電鋳するための手段を導入する工程と、
　前記フォトレジスト層のあらゆる残りの層を取り除いて前記マンドレルの形成を完了する工程と、
　前記第１の金属層から、前記第２の金属層に向かう傾斜面を導入する工程とを含むことを特徴とする方法。
【請求項９】
__前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための手段を導入する前記工程は、前記金属層をエッチングして、前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための穴を前記第２の鋳造表面内に規定する工程を含むことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
__前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳する手段を導入する前記工程は、
　前記フォトレジスト層のあらゆる残りの層を取り除く工程と、
　前記エッチングした金属層上に絶縁体層をデポジットする工程と、
　前記絶縁体層上に第２のフォトレジスト層をデポジットする工程と、

前記第２のフォトレジスト層上に、第２のパターンを有する第２のフォトマスクを配置する工程と、
前記第２のフォトマスクおよび前記第２のフォトレジスト層を紫外光に露光する工程と、
前記第２のフォトレジスト層を現像して、前記絶縁体層上に前記第２のパターンを作成する工程と、
前記絶縁体層のうちの、前記第２のフォトマスクの前記第２のパターンによって露出した部分をエッチングし、前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための絶縁体領域を規定する工程とを含むことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１１】
前記厚い部分は、前記オリフィス板上の前記オリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分であることを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１２】
前記基板は研磨されたシリコンウエハーであり、前記基板上に傾斜面を導入する前記工程は、前記研磨されたシリコンウエハー上にフォトリソグラフィーでパターンを作成する工程と、前記研磨されたシリコンウエハーをエッチングして前記傾斜面を作成する工程とを含むことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１３】
前記基板上に傾斜面を導入する前記工程は、前記基板上に厚いフォトレジスト層をデポジットする工程と、
前記厚いフォトレジスト層上にフォトリソグラフィーでパターンを作成する工程と、
前記厚いフォトレジスト層をエッチングして、前記基板上に前記傾斜面を作成する工程とを含むことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１４】
前記第１の鋳造表面上の前記オリフィス板の前記厚い部分のみを電鋳する工程と、
前記電鋳された厚い部分が、積み重なって前記第２の鋳造表面と電気接続して、前記第２の鋳造表面が前記オリフィス板の前記オリフィス領域を電鋳し始められるようにする工程と、
前記厚い部分と前記オリフィス領域の両方を所定の厚さまで電鋳し続けて、完成したオリフィス板を作成する工程と、
前記完成したオリフィス板を前記マンドレルから取り外す工程とをさらに含むことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、マンドレル、そのマンドレルの形成方法、およびそのマンドレルを用いてエレクトロフォーミング（以下電鋳という）するオリフィス板に関する。形成されるオリフィス板は厚さの薄いオリフィス領域を有し、そのオリフィス領域をより厚い境界が取り囲んでいる。オリフィス領域が薄いほど、所与の領域により多くのオリフィスを密集させられ、境界が厚いほどオリフィス板が製造の過酷さに耐えることができる。
【０００２】
【従来の技術】
オリフィス板を電鋳するための従来技術のマンドレルは、ガラス、プラスチック、または研磨されたシリコンウエハーでできた基板を有する。この基板の上に導電材料でできた薄膜層をデポジット（付着生成）する。導電材料は通常、クロムおよびステンレス鋼でできている。この導電層の上に絶縁体の層をデポジットする。この絶縁体層は炭化ケイ素などの非導電材料でできている。この絶縁体層上のパターンは、従来技術のマスキング、紫外線露光、およびエッチング技術を用いて、リソグラフィーで形成され、オリフィス板内にオリフィスを鋳造する(molding)ための鋳造表面の寸法が規定される。米国特許番号第４，７７３，９７１号は、このようなマンドレルを形成する方法を開示している。

【０００３】
オリフィス板は、電鋳プロセスでマンドレル上に形成される。このように形成されるオリフィス板は、すべて単一のシート（薄板）上にある。これもまたシート上に電鋳された分割タブ(Breaking tabs)によって、それぞれのオリフィス板の境界線が規定される。プリントヘッドの製造において、オリフィス板のシートは搭載（マウンティング）テープ、例えば東京の日東電工から入手可能な日東電工エレップホルダーＶ８Ｔに取り付けられる。次に、分割タブに沿ってシートを分割することによって、オリフィス板は個々のオリフィス板に単独化される(singulated)。搭載テープは、更なる処理のために、単独化されたオリフィス板を保持する。次に機械がそれぞれのオリフィス板をつまみ上げて、対応するプリントヘッドのダイの上方に配置する。ダイはウエハー上にあり、ウエハーはそのようなダイを多数含んでいる。ウエハーおよび取り付けられたオリフィス板は、「かしめおよび焼成(stake and bake)」プロセスによって、オリフィス板をダイに接着させる。「かしめおよび焼成」プロセスの後、ダイとオリフィス板とから成るそれぞれのプリントヘッドは、ダイシングソー(dice sawing)を用いて単独化される。すると、オリフィス板とプリントヘッドのダイとの完全なペアはそれぞれ、ペン本体に取り付けてインクジェットペンの製造を完了する準備ができる。このペン本体は通常、プリントヘッドにインクを供給するインクリザーバを含む。このような製造プロセスにおいて、オリフィス板は単独化、およびプリントヘッドのダイへの取り付け工程において、かなり過酷な取り扱いを受ける。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
従って、製造工程におけるこのような過酷さに耐えるために、オリフィス板はある最小限の厚さを有さなければならない。電鋳プロセスに起因して、オリフィスの大きさはオリフィス板の厚さに正比例するので、オリフィス板の厚さが厚いほどオリフィスは大きくなる。このように、オリフィスがより大きいということは、所与の領域内に密集させられるオリフィスの数が少なくなり、オリフィスの総数およびオリフィス板の解像度が制限されてしまう、ということを意味する。従って、オリフィス板はできるだけ薄く保ち、オリフィスを比較的小さくすることで、所与の領域内により多くのオリフィスを配列できるようにすることが望ましい。しかしながらこの所望事項は、上述の耐久強度的な理由によりオリフィス板を十分厚く保つ必要があるという要求と相反している。
【０００５】
従来技術のマンドレルでは、厚さが実質的に均一のオリフィス板しか形成することができない。従って、厚さが不均一のオリフィス板を電鋳するための、新規なマンドレルおよび方法が必要とされている。本発明はこのような問題を解決することを目的とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
本発明の一態様において、マンドレルは基板上に金属層を有する。金属層は第１の鋳造表面をもち、この第１の鋳造表面は第２の鋳造表面から電気的に絶縁されている。第２の鋳造表面はオリフィス板のオリフィス領域を実質的に電鋳するためのものである。第１の鋳造表面は、オリフィス板上において、オリフィス領域よりも厚さの厚い部分を実質的に電鋳するためのものである。こういった厚い部分はオリフィス領域を囲う境界を形成する部分であることが好ましい。マンドレルはまた、オリフィス領域においてオリフィスを電鋳する手段を有する。第１の鋳造表面は第２の鋳造表面がオリフィス領域を電鋳することなく、前記厚い部分を主として先に電鋳できる。この厚い部分は成長するにつれて、やがて第１の鋳造表面と第２の鋳造表面との間を電気的に接続し、これによって第２の鋳造表面にオリフィス領域が電鋳できるようにする。このようにして形成されたオリフィス板はその厚さが不均一となる。
【０００７】
本発明の他の態様において、上述のマンドレルを形成する好適な方法は、基板上に金属層をデポジットする工程と、それに続いて金属層上に第１のフォトレジスト層をデポジットする工程とを含む。次に、第１のフォトレジスト層上に、第１のパターンを有する第１の

フォトマスクが配置される。第１のフォトマスクおよび第１のフォトレジスト層は、所定期間の間、紫外光に露光される。露光後に第１のフォトレジスト層を現像して、金属層上に第１のパターンを作成する。金属層のうちの第１のフォトマスクの第１のパターンによって露出した部分は、次にエッチングされ、第１鋳造表面および第２の鋳造表面を規定する。上記方法はまた、オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための手段を導入する工程も含む。エッチングした金属層から残りのフォトレジスト層が取り除かれる。好ましくは、オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための手段を導入する工程は、残りの第１のフォトレジスト層を取り除く工程と、エッチングした金属層上に絶縁体層をデポジットする工程と、それに続いて絶縁体層上に第２のフォトレジスト層をデポジットする工程とを含む。第２のフォトレジスト層上に第２のパターンを有する第２のフォトマスクが配置される。同様にして、第２のフォトマスクおよび第２のフォトレジスト層が紫外光に露光される。ここでもまた露光後、第２のフォトレジスト層は現像され、絶縁体層上に第２のパターンが作成される。絶縁体層のうちの第２のパターンによって露出された部分はエッチングされ、絶縁体領域を規定する。

【０００８】

さらに他の態様において、上述のマンドレルを用いて電鋳するオリフィス板はオリフィス領域と、オリフィス領域よりも厚さの厚い部分とを有する。オリフィス領域の上にはオリフィスが電鋳されている。厚い部分はオリフィス板のうちのオリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分であることが好ましい。

【０００９】

本発明は以下の図面を参照すればよりよく理解されるであろう。

【００１０】

【発明の実施の形態】

図１Ａおよび図１Ｂは、オリフィス板を電鋳（エレクトロフォーミング）する例示的で再利用可能なマンドレル２を示される。このマンドレル２は、オリフィス板を１つのみ形成することができるものとして示す。ただし、当業者にとっては、オリフィス板およびマンドレル２の基板の表面領域の大きさが与えられれば、単一のマンドレルを用いて多くのオリフィス板を同時に形成することができるということが周知である。図１Ａはマンドレル２の拡大断面図である。マンドレル２は、基板６上にデポジットされた導電性薄膜４を有する。基板６の例としては、ガラス基板、プラスチック基板、研磨したシリコンウエハーがある。この導電性薄膜４は厚さが１００オングストロームから２００ミクロンの範囲であることが好ましいが、他の厚さ範囲も可能である。この導電性薄膜４は、クロムでできた層４－１およびその上にあるステンレス鋼でできた層４－２で構成されていることが好ましい。クロム層４－１は基板６にしっかりと接合されて、ステンレス鋼層４－２が接着することのできる表面を提供する。導電性薄膜４の上に、絶縁体層８をデポジットする。この絶縁体層８は、オリフィス板においてオリフィスを電鋳する鋳造表面を形成するようにパターニングおよびエッチングされるものとして示されている。

【００１１】

図２Ａないし図２Ｈは、マンドレル２を形成するプロセスの異なる各工程を示す。このプロセスは、米国特許番号第４，７７３，９７１号において開示されているものと同様である。しかし、マンドレルの形成において使用されるフォトマスク上のイメージすなわちパターンは、完成したマンドレルの構造を実質的に変化させ、従来技術である前記特許において開示されているマンドレルよりもかなりの優位性をもつ。

【００１２】

上記プロセスは、プレーナマグネトロンプロセス(planar magnetron process)などの真空蒸着プロセスを用いて、金属層または導電性薄膜４を任意の滑らかで非導電性の表面を有する基板６上にデポジット（付着生成）することから始まる。この導電性薄膜４はクロムおよびステンレス鋼でできていることが好ましい。図２Ａは基板６上の導電性薄膜４を示す。

【００１３】

次に、図２Ｂに示すように、スピニングプロセス(spinning process)を用いて、導電性薄膜４の上にフォトレジスト層１０をデポジットする。このフォトレジスト層１０は、フォトマスク１２（図２Ｃ）上のイメージすなわちパターン１１によって決まるポジまたはネガのいずれかである。次に、フォトマスク１２をフォトレジスト層１０上に配置する。そして図２Ｃに示すように、このフォトマスク１２とフォトレジスト層１０とを組み合わせたものを、紫外（ＵＶ）光に露光する。ＵＶ光への露光後、フォトマスク１２を除去し、パターン１１を有するようにするように、フォトレジスト層１０を現像する。パターン１１は、図２Ｄに示すように、導電性薄膜４のマスキングした領域１４およびマスキングしていない領域１６を規定する。次に、スパッタエッチングや化学エッチングなどのエッチングプロセスを用いて、マスキングしていない薄膜領域１６を完全にエッチングする。図２ＥはエッチングのＥ結果得られる導電性薄膜４を示す。このエッチングによって、第１の鋳造表面１８、第２の鋳造表面１９、および両者の間の間隙２０が規定される。第１および第２の鋳造表面１８、１９はそれぞれオリフィス板のより厚い部分と、オリフィス領域とを形成するためのものである。例えば、このより厚い部分は、オリフィス板上においてオリフィス領域を囲む境界を形成する部分であってもよい。このような構成においては、第１の鋳造表面１８は第２の鋳造表面１９を完全に取り囲んでいることが好ましい。２つの鋳造表面１８、１９は電気的に絶縁されている。ただし、導電性薄膜４でできた細長片（図示せず）が第１の鋳造表面１８とリンクし、これによって（電極と）電気的に接続されるようになっている。

【００１４】

次に、図２Ｆに示すように、プラズマＣＶＤプロセスを用いて、エッチングした導電性薄膜４および基板６の上に、窒化ケイ素でできた絶縁体層８をデポジットする。図２Ｆにおいては、鋳造表面１８、１９は絶縁体層８に覆われているため見えない。この絶縁体層８には他の非導電材料もまた用いてもよい。次に、絶縁体層８上に第２のフォトレジスト層２２が施される。ここでもまた、フォトマスクのイメージによって決まるポジまたはネガのフォトレジストが用いられる。フォトレジスト層２２を施した後、フォトレジスト層２２の上方に、ボタン状のパターン２６を有する第２のフォトマスク２４が配置される。図２Ｇに示すように、第２のフォトマスク２４とフォトレジスト層２２とを組み合わせたものをＵＶ光に露光する。適切な露光期間の後にフォトマスク２４を除去し、フォトレジスト層を現像して、その下にある絶縁体層８上のマスキングした領域およびマスキングしていない領域（図示せず）を残す。それからプラズマエッチングなどのエッチングプロセスを用いて、絶縁体層８のマスキングしていない領域を除去する。エッチングプロセスの後、残りのフォトレジスト層を除去して、図２Ｈに示すようにボタン状の絶縁体層８（以下絶縁体のボタン８ともいう）を導電性薄膜４上に残す。こういった絶縁体のボタン８は、オリフィス板のオリフィス領域においてオリフィスを電鋳する鋳造表面を形成する。こういった絶縁体のボタン８は、いかなる適当な方法で配置してもよいが、通常は２列に配置される。このように配置する場合、第１の鋳造表面は、この絶縁体のボタン８の２つの列の間にわたる表面（図示せず）を含んでもよい。このようにして、オリフィス板を電鋳するために用いられるマンドレルの準備が完了する。

【００１５】

オリフィス板を電鋳するのに用いる場合、マンドレル２は陰極の電鋳浴に挿入される。電鋳材料を供給する金属材料源２８は陽極になる。この電鋳材料プレートは、ニッケル合金などのインクに腐食されない金属でできていることが好ましい。電鋳プロセスの間、電流は最初、マンドレルの前記した細長片と接続している第１の鋳造表面１８を規定する導電薄膜領域を流れる。第２の鋳造表面１９を規定している導電薄膜領域は、第１の鋳造表面領域１８から電気的に絶縁されているので、導電性薄膜４の第２の鋳造表面領域１９には、ほとんどまたは全く電流が流れない。図３Ａに示すように、金属材料源２８、すなわち陽極の金属プレートから金属分子が第１の鋳造表面１８上へと移動する。電鋳浴もまた導体であるので、導電性薄膜４の第２の鋳造表面領域１９を流れる漏れ電流が発生する。このような漏れ電流によってまた、第２の鋳造表面１９上にも金属がデポジットされる。し

かし、この表面１９上への金属の付着生成（図３Ａには示さず）は、第１の鋳造表面１８上への堆積と比べて実質的には緩やかである。

【００１６】

第１の鋳造表面１８の周りへの金属材料源２８からの金属の経時的な積み重なりによって、図３Ｂに示すように、やがては２つの鋳造表面１８、１９の間の間隙２０が埋まる。これによって２つの鋳造表面１８、１９は電気的に接続される。この時点から、金属材料源２８からの金属は、第１の鋳造表面１８上に加えて、第２の鋳造表面１９上にも実質的に積もり始める。このような金属のデポジットを図３Ｃに示す。第２の鋳造表面１９に対する金属のデポジットは後から行われるため、この鋳造表面１９上にデポジットされる金属はより少ない。電鋳プロセスが持続するにつれて、金属が絶縁体のボタン８の周りにデポジットされ、金属の付着が無い部分が穴となり、オリフィス３０を形成する。電鋳プロセスは、所望の厚さの金属が鋳造表面１８、１９および絶縁体のボタン８の周りにデポジットされるまで続く。そして、図３Ｄに示すように、オリフィス板の電鋳が完了する。

【００１７】

このようにしてエレクトロフォーミングが完了したオリフィス板は、マンドレル２から取り除かれ、好ましくは金メッキされ、これによって初めて、プリントヘッドのダイに取り付ける準備ができる。オリフィス板の境界３２はより厚く、オリフィス領域３４はより薄い。オリフィス領域３４の電鋳に際しては遅延の程度を制御することができるので、オリフィス領域３４の厚さを境界３２の厚さとの関係に対応して自由に変えられる。間隙２０の幅を適切に選択すれば、オリフィス板は、製造の過酷さを耐えるに十分な強度の境界３２と、所与の領域により多くのオリフィスを配列することが可能なオリフィス領域３４をもつことができる。なお、今説明した電鋳プロセスの一般的な各工程は、当業者とっては周知であり、またマンドレル２上に形成される金属蓄積の断面もまた周知である。

【００１８】

間隙２０の幅と、境界３２およびオリフィス領域３４の相対的厚さとの間には所定の関係がある。間隙２０が広くなればなるほど、境界３２の厚さとオリフィス領域３４の厚さとの差は大きくなる。下の表は異なる幅の間隙２０に対して得られる結果をいくつか示したものである。

【００１９】

【表１】

間隙幅(ミクロン)	境界とオリフィス領域の厚さ(ミクロン)	
	メッキ時間 T1	メッキ時間 T2(<T1)
0	51.07	29.35
20	46.84	21.45
30	41.25	16.66
40	38.10	11.90

間隙幅がゼロに等しい行（表の第１行）は、鋳造表面１８と１９との間に間隙２０がないことを示す。このようなマンドレルを用いてオリフィス板を電鋳すると、電気メッキ時間がＴ１およびＴ２で、それぞれ厚さが５１．０７および２９．３５ミクロンの、厚さがほぼ均一のオリフィス板になる。このようにして形成されたオリフィス板は、境界とオリフィス領域との間に差異がない。

【００２０】

時間Ｔ１の間に行われる電鋳プロセスでは、間隙幅３０ミクロンのマンドレル（表の第３行）については、電鋳されたオリフィス板の境界３２は厚さ５１．０７ミクロンとなり、オリフィス領域３４の厚さは４１．２５ミクロンになる。得られた結果から、間隙２０の幅が広くなるにつれて、境界３２の厚さとオリフィス領域３４の厚さとの差が大きくなることがわかる。オリフィス板が製造工程での過酷な取り扱いに耐えるには、境界の厚さが

３０から５０ミクロンの範囲であるのが適当である。このときオリフィス領域３４の厚さは１０～２０ミクロンの範囲であることが好ましい。境界３２およびオリフィス領域３４については、他の範囲の厚さも可能である。

【００２１】

本発明は、上記した実施形態に限定されると解釈するべきではない。当業者であれば電気的に絶縁した鋳造表面を有するマンドレルを用いて、他の構成のオリフィス板を電鋳することができることが容易に理解されるであろう。例えば、金属層４をリソグラフィーで適切にパターニングして、図４に示すようにオリフィス板にインクチャネル３６およびインクチャンバ３８を規定するための壁を電鋳加工してもよい。

【００２２】

当業者であれば、他のプロセスを用いて異なる構成のマンドレルを作成することが可能であることが理解されるであろう。図５は厚さが不均一のオリフィス板を形成する他の実施形態によるマンドレルを示す。間隙２０をエッチングする代わりに、基板６上に傾斜面４０を導入して、境界３２を形成するためのマンドレル領域とオリフィス領域３４を形成するマンドレル領域とを電気的に絶縁する。この傾斜面４０は、研磨したシリコンウエハー基板にエッチングしてもよく、また、厚いフォトレジストの層を付加することによってガラス基板上に作り出してもよい。図５はまたこのようなマンドレル上に電鋳された厚さが不均一のオリフィス板４２を示す。形成されたオリフィス板４２は、略平らな表面４４を有し、より簡単にプリントヘッドのダイのバリアー層（図示せず）に取り付けることができるようになっている。

【００２３】

図６は本発明のさらに他の実施形態による、マンドレルの拡大断面図である。このマンドレルは、好ましくはクロムのみからなる金属層４を有する。このクロム金属層４は、上述のものと同様に、第２の鋳造表面１９から電気的に絶縁された第１の鋳造表面１８を有する。このマンドレルには、絶縁体層は含まれない。オリフィスは第２の鋳造表面１９を貫いてエッチングされる穴の周囲に電鋳により形成される。

【００２４】

図７Ａないし図７Ｅは、図６のマンドレルを形成する様々な各工程を示す。こういった工程は、図２Ａないし図２Ｅに示すものと同様である。唯一の相違は、フォトマスク１２上のパターン１１にある。ここで用いられるパターン１１はさらに、金属層４上のマスキングしていない円５０を規定する。マスキングしていない円５０の下にあるこういった金属層４はエッチングによって除去されて、第２の鋳造表面１９に穴を規定する。

【００２５】

厚さが不均一のオリフィス板を電鋳することができるので、マルチカラーのインクを収容するペン用のオリフィス板を電鋳することも可能である。マンドレルの鋳造表面のいくつかのオリフィス領域を、互いの間隙を調整することによって、オリフィス板には厚さの異なる部分が電鋳され、オリフィスの大きさ、従って解像度を異なるようにすることができる。

【００２６】

ここで、上記した本発明を要約すると、次のようになる。

【００２７】

１．オリフィス板を電鋳するためのマンドレルであって、前記オリフィス板は、オリフィスを含むオリフィス領域と、オリフィス板のうちの前記オリフィス領域よりもその厚さが実質的に厚い部分とを含む、マンドレルにおいて、

基板と、

前記基板上の金属層であって、前記厚い部分を実質的に電鋳するための第１の鋳造表面と、前記オリフィス領域を実質的に電鋳するための第２の鋳造表面とを有し、前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とが電気的に絶縁されている前記金属層と、

前記金属層上にあって前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための手段と、を含み、

前記マンドレル上でオリフィス板を電鋳するにあたり、まず前記オリフィス板の前記第１の鋳造表面に前記厚い部分を電鋳し、この電鋳された厚い部分が、前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とを電気的に接続することで、引き続いて前記オリフィス領域の電鋳が行われるようにしたマンドレル。

【００２８】

２．前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための前記手段は、前記金属層上にパターン形成された絶縁体領域である第１項に記載のマンドレル。

【００２９】

３．前記オリフィス領域にオリフィスを電鋳するための前記手段は、前記金属層を通してあけた穴である第１項に記載のマンドレル。

【００３０】

４．前記厚い部分は、前記オリフィス板上の前記オリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分である第１項に記載のマンドレル。

【００３１】

５．前記第１の鋳造表面には、さらにインクチャンバおよびインクチャネルを規定する領域がオリフィス板上に電鋳されるようにパターン形成される第４項に記載のマンドレル。

【００３２】

６．前記基板上に、前記金属層の前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とを分離する段差が形成される第１項に記載のマンドレル。

【００３３】

７．前記基板は研磨されたシリコンウエハーであり、前記段差は前記研磨されたシリコンウエハーを適切にエッチングすることによって形成される第６項に記載のマンドレル。

【００３４】

８．前記段差は、前記基板上に厚いフォトレジストの層を付け加えることによって形成される第６項に記載のマンドレル。

【００３５】

９．オリフィス板を電鋳するためのマンドレルを形成する方法であって、前記オリフィス板は、オリフィスを含むオリフィス領域と、オリフィス板のうちの前記オリフィス領域よりも厚さが実質的に厚い部分とを含む方法において、

基板上に金属層をデポジットする工程と、

前記金属層上に第１のフォトレジスト層をデポジットする工程と、

前記第１のフォトレジスト層上に、第１のパターンを有する第１のフォトマスクを配置する工程と、

前記第１のフォトマスクおよび前記第１のフォトレジスト層を、紫外光に露光する工程と、

前記第１のフォトレジスト層を現像して、前記金属層上に前記第１のパターンを作成する工程と、

前記金属層のうち、前記第１のフォトマスクの前記第１のパターンによって露出した部分をエッチングして、前記厚い部分を実質的に電鋳する第１の鋳造表面と、前記オリフィス領域を実質的に電鋳する第２の鋳造表面とを規定する工程であって、前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とが電気的に絶縁されている工程と、

前記オリフィス領域において前記オリフィスを電鋳するための手段を導入する工程と、

前記フォトレジスト層のあらゆる残りの層を実質的に取り除いて前記マンドレルの形成を完了する工程と

を含む方法。

【００３６】

１０．前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための手段を導入する前記工程は、前記金属層をエッチングして、前記オリフィス領域においてオリフィスを実質的に電鋳するための穴を前記第２の鋳造表面内に規定する工程を含む第９項に記載の方法。

【００３７】

１１．前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳する手段を導入する前記工程は、
前記フォトレジスト層のあらゆる残りの層を実質的に取り除く工程と、
前記エッチングした金属層上に絶縁体層をデポジットする工程と、
前記絶縁体層上に第２のフォトレジスト層をデポジットする工程と、
前記第２のフォトレジスト層上に、第２のパターンを有する第２のフォトマスクを配置する工程と、
前記第２のフォトマスクおよび前記第２のフォトレジスト層を紫外光に露光する工程と、
前記第２のフォトレジスト層を現像して、前記絶縁体層上に前記第２のパターンを作成する工程と、
前記絶縁体層のうちの、前記第２のフォトマスクの前記第２のパターンによって露出した部分をエッチングし、前記オリフィス領域においてオリフィスを電鋳するための絶縁体領域を規定する工程と
を含む第９項に記載の方法。

【００３８】

１２．前記厚い部分は、前記オリフィス板上の前記オリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分である第９項に記載の方法。

【００３９】

１３．前記基板上に、前記金属層の前記第１の鋳造表面と前記第２の鋳造表面とを電気的に絶縁する段差を導入する工程をさらに含む第９項に記載の方法。

【００４０】

１４．前記基板は研磨されたシリコンウエハーであり、前記基板上に段差を導入する前記工程は、前記研磨されたシリコンウエハー上にフォトリソグラフィーでパターンを作成する工程と、前記研磨されたシリコンウエハーをエッチングして前記段差を作成する工程とを含む第１３項に記載の方法。

【００４１】

１５．前記基板上に段差を導入する前記工程は、
前記基板上に厚いフォトレジスト層をデポジットする工程と、
前記厚いフォトレジスト層上にフォトリソグラフィーでパターンを作成する工程と、
前記厚いフォトレジスト層をエッチングして、前記基板上に前記段差を作成する工程と
を含む第１３項に記載の方法。

【００４２】

１６．前記第１の鋳造表面上の前記オリフィス板の前記厚い部分のみを実質的に電鋳する工程と、
前記電鋳された厚い部分が、積み重なって前記第２の鋳造表面と電気接続して、前記第２の鋳造表面が前記オリフィス板の前記オリフィス領域を実質的に電鋳し始められるようにする工程と、
前記厚い部分と前記オリフィス領域の両方を所定の厚さまで電鋳し続けて、完成したオリフィス板を作成する工程と、
前記完成したオリフィス板を前記マンドレルから取り外す工程と
をさらに含む第９項に記載の方法。

【００４３】

１７．オリフィス板において、
そこを貫くオリフィスを有するオリフィス領域と、
前記オリフィス板上にあって、前記オリフィス領域よりも実質的に厚く、前記オリフィス板を製造の過酷さに耐えるように十分強固に補う部分と
を含むオリフィス板。

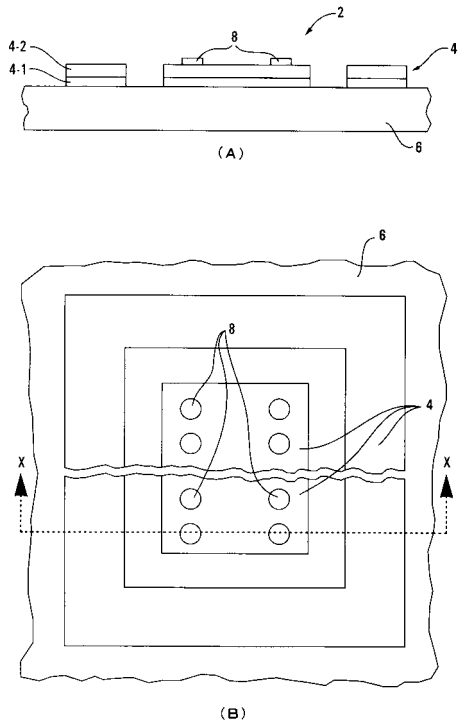
【００４４】

１８．前記オリフィス板上の前記厚い部分は、前記オリフィス領域を取り囲む境界を形成する部分である第１７項に記載のオリフィス板。

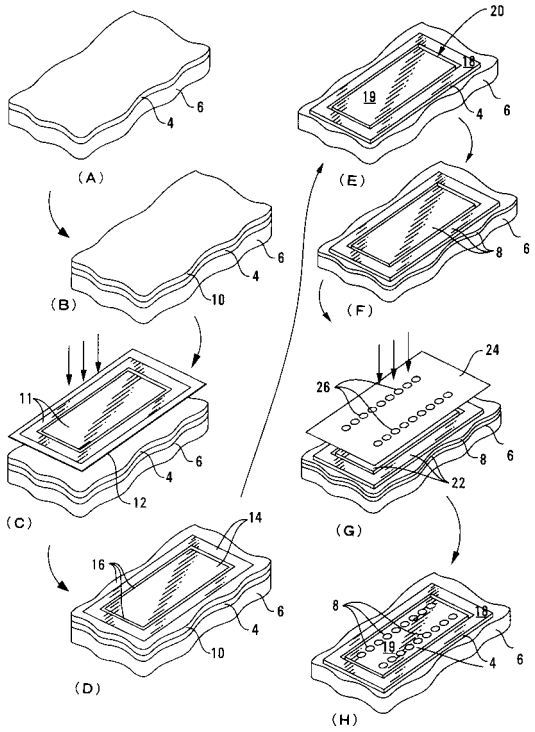
【００４５】

１９．前記境界は前記オリフィス領域を完全に取り囲む第１８項に記載のオリフィス板。
【００４６】
２０．前記オリフィスは、前記オリフィス領域において２列に配置され、前記オリフィス板はさらに、前記オリフィス領域の前記オリフィスの前記２列の間においてより厚い部分を含む第１８項に記載のオリフィス板。
【００４７】
２１．前記厚い部分の厚さは３０～５０ミクロンの範囲であり、前記オリフィス領域の厚さは１０～２０ミクロンの範囲である第１７項に記載のオリフィス板。
【００４８】
なお、本発明は上記した実施の態様に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の技術的思想に基づいて当業者がなしうるさまざまな変更が含まれる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施形態によるマンドレルを示し、（Ａ）は（Ｂ）のマンドレルのＸ－Ｘ線断面図、（Ｂ）はマンドレルの平面図である。
【図２】（Ａ）ないし（Ｈ）はマンドレルを形成するためのプロセスの各工程を示す説明図である。
【図３】（Ａ）ないし（Ｄ）はマンドレルを用いてオリフィス板を電鋳する各工程を示す説明図である。
【図４】他の実施形態によるマンドレルを用いて電鋳するオリフィス板の一部の説明図である。
【図５】本発明のさらに他の実施形態によるマンドレルの断面図である。
【図６】絶縁体層を必要としない実施形態によるマンドレルの断面図である。
【図７】（Ａ）ないし（Ｅ）はマンドレルを形成するためのプロセスの各工程を示す説明図である。
【符号の説明】
２　マンドレル
４　導電性薄膜（金属層）
６　基板
８　絶縁体層
１０　フォトレジスト層
１１　パターン
１２　フォトマスク
１８　第１鋳造表面
１９　第２鋳造表面
２２　第２フォトレジスト層
２４　フォトマスク
２８　金属材料源
３０　オリフィス
３２　境界
３４　オリフィス領域

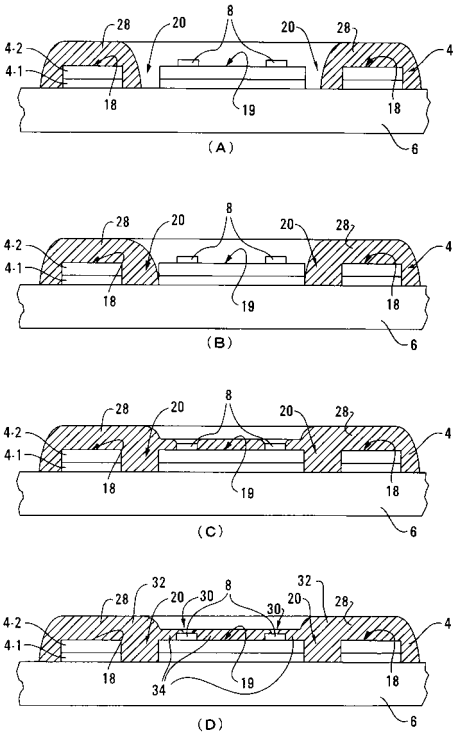
【図１】


2
8
4-2
4-1
4
6
(A)
6
8
4
X
X
(B)

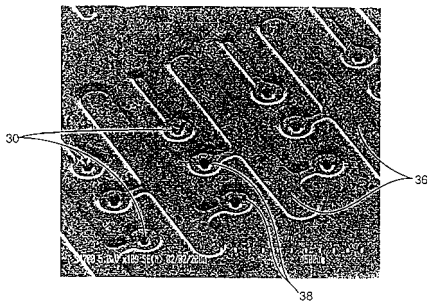
【図２】


(A)
(B)
(C)
(D)
(E)
(F)
(G)
(H)
4
6
10
11
12
14
16
18
19
20
22
24
26
8

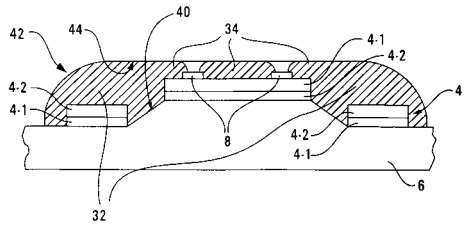
【図３】


(A)
(B)
(C)
(D)
4-2
4-1
4
6
8
18
19
20
28
30
32
34

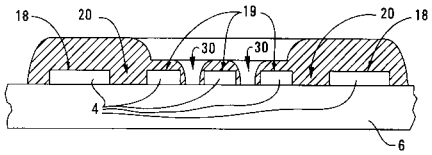
【図４】


30
36
38

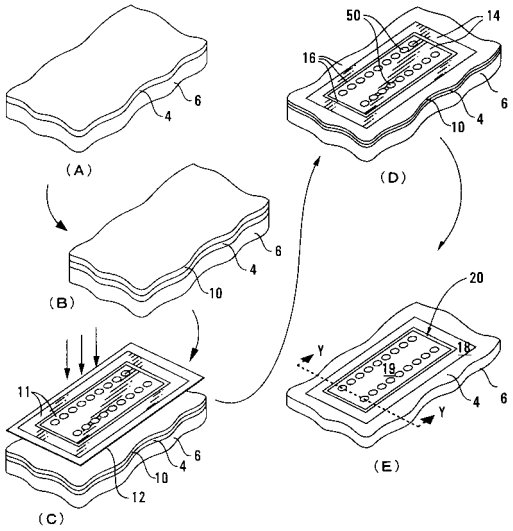
【図５】


42
44
40
34
4-1
4-2
4-2
4-1
4
8
4-2
4-1
6
32

【図６】


18
20
19
20
18
30
30
4
6

【図７】


(A)
6
4
(B)
6
4
10
(C)
11
6
4
10
12
(D)
50
14
16
6
4
10
(E)
20
18
Y
19
Y
4
6

フロントページの続き

審査官　瀬良　聡機

(56)参考文献　特開平０５－２６１９３１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２８６１４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３１３９８４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－００８２８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C25D 1/00-1/22
C25D 5/00-7/12
B41J 2/135