

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3803985号
(P3803985)

(45) 発行日 平成18年8月2日(2006.8.2)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

B 4 1 J 2/05 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 B

請求項の数 4 (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平9-11026 | (73) 特許権者 | 000005201 |
| (22) 出願日 | 平成9年1月24日(1997.1.24) | | 富士写真フイルム株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開平10-202889 | | 神奈川県南足柄市中沼2 1 O 番地 |
| (43) 公開日 | 平成10年8月4日(1998.8.4) | (74) 代理人 | 100080159 |
| 審査請求日 | 平成16年1月23日(2004.1.23) | | 弁理士 渡辺 望穂 |
| | | (72) 発明者 | 山田 健二 |
| | | | 茨城県ひたちなか市武田1 O 6 O 番地 日 |
| | | | 立工機株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 三谷 正男 |
| | | | 茨城県ひたちなか市武田1 O 6 O 番地 日 |
| | | | 立工機株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 川澄 勝則 |
| | | | 茨城県ひたちなか市武田1 O 6 O 番地 日 |
| | | | 立工機株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インク噴射記録ヘッドの製造方法および記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン基板の第1面上に形成された薄膜抵抗体と薄膜導体からなる複数個のヒータと、該ヒータを駆動するべく同一シリコン基板上に形成され、前記ヒータに接続された駆動用LSIと、前記複数個のヒータに順次パルス通電することによって該ヒータの発熱面と垂直またはほぼ垂直方向にインク滴を吐出する複数個の吐出口と、該複数個の吐出口のそれぞれに対応して該シリコン基板上に設けられた複数個の個別インク通路と、該個別インク通路の全てが連通するべく前記シリコン基板上に設けられた共通インク通路と、該共通インク通路の全長にわたって導通されるよう前記シリコン基板に設けられた1本のインク溝と、該インク溝が前記シリコン基板の第1面の裏面である第2面と連通するべく該シリコン基板の第2面に穿たれた少なくとも1個の連結穴とからなるインク噴射デバイスの複数個が並置されているインク噴射記録ヘッドを製造する方法であって、

(1) シリコン基板の第1面に駆動用LSIを形成する工程と、
 (2) 該シリコン基板の第1面に薄膜抵抗体および薄膜導体を形成する工程と、
 (3) 該シリコン基板の第1面に前記インク通路を構成する隔壁層を形成する工程と、
 (4) 前記薄膜導体に被覆された前記シリコン基板の前記第1面にサンドブラスト加工によって前記インク溝を形成する工程と、

(5) 該シリコン基板にサンドブラスト加工によって前記連結穴を形成する工程と、

(6) 該シリコン基板の第1面にオリフィスプレートを接着する工程と、

(7) 該オリフィスプレートにフォトリソグラフィによって前記吐出口を形成する工程と、

10

20

(8) 該シリコン基板を切断してヘッドチップに分割する工程を含むことを特徴とするインク噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

前記薄膜抵抗体が、反応性スパッタ法によって形成される T a - S i - O 三元合金薄膜抵抗体であり、

前記薄膜導体が、高速スパッタ法によって形成される N i 薄膜導体であることを特徴とする請求項 1 に記載のインク噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 3】

前記インク溝を形成する工程および前記連結穴を形成する工程は、前記シリコン基板の両面にサンドブラスト加工によって前記インク溝および前記連結穴を同時に形成する工程であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のインク噴射記録ヘッドの製造方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法によって製造されたインク噴射記録ヘッドを搭載することを特徴とする記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式のインク噴射記録ヘッドの製造方法およびこの製造方法によって製造されたインク噴射記録ヘッドを搭載する記録装置に関するものである。

20

【0002】

【従来の技術】

パルス加熱によって、インクの一部を急速に気化させ、その膨張力によって、インク液滴をオリフィスから吐出させる方式のインクジェット記録装置は、特開昭 4 8 - 9 6 2 2 号公報、特開昭 5 4 - 5 1 8 3 7 号公報等によって開示されている。

【0003】

このパルス加熱の最も簡便な方法は、ヒータにパルス通電することであり、その具体的な方法が日経メカニカル 1 9 9 2 年 1 2 月 2 8 日号 5 8 ページ、および Hewlett-Packard-Journal, Aug. 1988 で発表されている。これら従来のヒータの共通する基本的構成は、薄膜抵抗体と薄膜導体とを酸化防止層で被覆し、この上に該酸化防止層のキャビテーション破壊を防ぐ目的で、耐キャビテーション層を 1 ~ 2 層被覆するというものであった。

30

【0004】

この複雑な多層構造を抜本的に簡略化するものとして、特開平 0 6 - 7 1 8 8 8 号公報に記載のように、前記酸化防止層と耐キャビテーション層を不要とするヒータを用いて印字する方法がある。この場合は、薄膜抵抗体がインクと直接接触しているため、パルス加熱によるインクの急激な気化とそれによるインクの吐出特性が大幅に改善され、熱効率の大幅な改善と吐出周波数の向上を図ることができた。このような画期的な性能を実現できた最大の理由は、耐パルス性、耐酸化性、耐電食性に優れた T a - S i - S i O 合金薄膜抵抗体と N i 薄膜導体とから構成されるヒータを用いたことにあり、如何なる保護層も必要としないことによる。

40

【0005】

このように、従来技術に比較して、大幅に小さな投入エネルギーでインク噴射が可能となったので、このヒータを駆動用 L S I チップ上のデバイス領域に近接して形成しても、もはや、L S I デバイスを加熱して温度上昇をもたらすこともなく、非常に簡単な構成のモノリシック L S I ヘッドを実現することができるようになった。これについては、本出願人が先に出願した特開平 0 6 - 2 9 7 7 1 4 号公報および特開平 0 8 - 2 0 7 2 9 1 号公報に記載の通りである。この新しい技術によって、多くのインク噴射ノズルを持つオンデマンド型インクジェットプリントヘッドが高密度に、しかも 2 次元的に集積化して製造することができるようになり、しかも、その駆動を制御する配線本数が大幅に削減できるので、実装方法も非常に簡略化することができた。

50

【 0 0 0 6 】

更に、保護層の不要な薄膜ヒータの優れた発泡消滅特性（特願平 0 5 - 2 7 2 4 5 1 号）を利用すれば、このヒータの発熱面と垂直またはほぼ垂直方向にインク滴を吐出させる方式のサーマルインクジェットプリントヘッドにおいては、新しい駆動方法によってクロストークを大幅に低減できることが明らかとなった（特願平 0 6 - 4 9 2 0 2 号参照）。このことは、個別インク通路の長さを短くしてインクの流路抵抗を小さくできることを示しており、吐出インクの補充時間の短縮、すなわち印字速度の大幅な向上も達成できた。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、更なるプリントヘッドの小型化と、印字速度を向上するためには従来の技術では限界があった。すなわち、従来のインク溝および連結穴の加工は、シリコンの異方性エッチング加工やレーザ加工で行われていたが、各々下記の問題点があった。

【 0 0 0 8 】

シリコン異方性エッチング加工の問題点は、第 1 面上にインク溝をエッチング加工する際に、エッチング液が同一面上にある薄膜抵抗体や薄膜電極材料を侵すことから、ごく短時間の加工しか許されないことである。つまり、インク溝の加工深さには限度があるので、そのためインクの吐出に必要とされる小さな流路抵抗のインク溝とするためには、深さが浅いぶん、幅を広くしなければならず、ヘッドの小型化に制約を与えてしまう。その他、シリコン異方性エッチング加工には、約 8 0 に加熱された K O H、ヒドラジン等の強アルカリ水溶液を用いるため、作業に危険が伴うことや、エッチング速度が 8 0 $\mu\text{m}/\text{分}$ と遅く 5 0 0 μm 厚さのシリコンウエハを加工する場合は、約 6 時間もの長い加工時間が必要といった問題点もある。

【 0 0 0 9 】

一方、レーザ加工の問題点は、シリコン基板にレーザ照射すると、急激な熱応力で加工面のエッジ部は、大きな欠けやひび割れといった欠陥が発生するため、薄膜抵抗体と薄膜導体やインク通路を構成する隔壁層は、それら欠陥に重ならないようインク溝から十分な距離を置く必要があり、やはり、ヘッドの小型化を妨げる加工方法であることが挙げられる。また、人体に有害なレーザ光線を用いることで危険が伴う作業であることも問題であった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、大規模高集積密度のモノリシック L S I ヘッドの構造を更に小型化し、その製造方法について更に合理化することを課題とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記課題は、シリコン基板の第 1 面上に形成された薄膜抵抗体と薄膜導体からなる複数個のヒータと、該ヒータを駆動するべく同一シリコン基板上に形成され、前記ヒータに接続された駆動用 L S I と、前記複数個のヒータに順次パルス通電することによって該ヒータの発熱面と垂直又はほぼ垂直方向にインク滴を吐出する複数個の吐出口と、該複数個の吐出口のそれぞれに対応して該シリコン基板上に設けられた複数個の個別インク通路と、該個別インク通路の全てが連通するべく前記シリコン基板上に設けられた共通インク通路と、該共通インク通路の全長にわたって導通されるよう前記シリコン基板に設けられた 1 本のインク溝と、該インク溝が前記シリコン基板の第 1 面の裏面である第 2 面と連通するべく該シリコン基板の第 2 面に穿たれた少なくとも 1 個の連結穴とからなるインク噴射デバイスの複数個が並置されているインク噴射記録ヘッドを製造する方法であって、

（ 1 ）シリコン基板の第 1 面に駆動用 L S I を形成する工程と、

（ 2 ）該シリコン基板の第 1 面に薄膜抵抗体及び薄膜導体を形成する工程と、

（ 3 ）該シリコン基板の第 1 面に前記インク通路を構成する隔壁層を形成する工程と、

（ 4 ）前記薄膜導体に被覆された前記シリコン基板の前記第 1 面にサンドブラスト加工によって前記インク溝を形成する工程と、

（ 5 ）該シリコン基板にサンドブラスト加工によって前記連結穴を形成する工程と、

10

20

30

40

50

(6) 該シリコン基板の第 1 面にオリフィスプレートを接着する工程と、
(7) 該オリフィスプレートにフォトエッチングによって前記吐出口を形成する工程と、
(8) 該シリコン基板を切断してヘッドチップに分割する工程を含むことを特徴とするインク噴射記録ヘッドの製造方法によって達成される。

【 0 0 1 2 】

前記薄膜抵抗体が、反応性スパッタ法によって形成される T a - S i - O 三元合金薄膜抵抗体であり、前記薄膜導体が、高速スパッタ法によって形成される N i 薄膜導体であることによって効果的に達成される。

【 0 0 1 3 】

ここで、さらに、前記インク溝を形成する工程および前記連結穴を形成する工程は、前記シリコン基板の両面にサンドブラスト加工によって前記インク溝および前記連結穴を同時に形成する工程であることによって効果的に達成される。

10

また、上記課題は、上記のいずれかの方法によって製造されたインク噴射記録ヘッドを搭載する記録装置によって効果的に達成される。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を用いてノズルの配列密度が 3 6 0 d p i のヘッドについて具体的な実施例を説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明になる 3 6 0 d p i のノズル列が黒インク用に 2 列、3 原色のカラーインク用に各 1 列ずつの構成としたヘッドチップの外観図であり、図 2 には、図 1 の A - A ' 拡大断面図を示し、その製造方法を以下に示す。

20

【 0 0 1 6 】

(1) の工程

シリコン基板 1 の第 1 面に駆動用 L S I デバイス 2 を形成する。駆動用 L S I デバイス 2 はバイポーラ、B i C M O S、P o w e r M O S 等の何れとすることも可能であり、どれを選択するかはウエハの製造コストとチップサイズ、並びに製造歩留まり等を総合して決定される。

【 0 0 1 7 】

(2) の工程

30

前記シリコン基板 1 の第 1 面に T a - S i - O 三元合金薄膜抵抗体 (以下、薄膜抵抗体という) と N i 金属薄膜導体とをスパッタ法で形成し、フォトエッチングで薄膜抵抗体 3、個別薄膜導体 4 および共通薄膜導体 5 を形成する。これらの形成方法については、本発明者の特許出願、特開平 0 6 - 7 1 8 8 8 号公報、特開平 0 6 - 2 9 7 7 1 4 号公報、特願平 0 7 - 3 4 0 4 8 6 号公報等に詳しく記載したので省略するが、薄膜抵抗体 3 は、酸素を含むアルゴン雰囲気中での反応性スパッタ法で、N i 金属薄膜導体 4、5 は、高磁場中での高速スパッタ法で形成する。また、本例において、薄膜抵抗体 3 の膜厚は、約 0 . 1 μ m、N i 薄膜導体 4、5 は約 1 μ m、この薄膜抵抗体 3 の抵抗値は、約 2 0 0 である。

【 0 0 1 8 】

40

(3) の工程

前記シリコン基板 1 の第 1 面に 1 0 μ m 厚さのポリイミドを積層させ、有機ケイ素系レジストを用いたフォトリソエッチングによって隔壁 6 を形成する。この場合のエッチングは、ドライエッチング、特に反応性ドライエッチング法の採用が微細化の点で優れている。この反応性ドライエッチングは、電子サイクロトロン共鳴によって励起させた酸素プラズマによって行ったが、垂直にきれいな形状で隔壁を形成することができ、個別インク通路 7 と共通インク通路 8 とが形成される。

ポリイミド材料による隔壁 6 の形成方法としては、感光性ポリイミドの塗布、露光、現像、硬化という方法を用いる方法でも可能である。

【 0 0 1 9 】

50

(4)の工程

前記シリコン基板1の第1面および第1面の裏面となる第2面にゴム系レジストマスクを形成し、この上からサンドブラスト加工を行い、インク溝12と連結穴13とを同時に形成する。サンドブラスト加工は、研磨剤を圧縮空気と共にシリコン基板に吹き付け加工する方法で、加工後の断面形状は、図2の如くU字形となる。研磨剤には、例えば窒化シリコンの1000メッシュの粒子を用いることにより、シリコン基板を約10 μ m/分の速度で加工できる。また、基板の両面から同時加工も可能で、500 μ m厚さのシリコンウエハでは、約25分で加工を終えることができる。

図2に示す断面図は、両面同時加工による形状を示している。シリコン面を1000メッシュの窒化シリコン粒子で加工した場合、加工端部に発生する欠けやひび割れといった欠陥は、10 μ m以内の大きさに押さえることができる。さらに、シリコン面の上にNi等の金属薄膜がある面を加工すると欠けやひび割れといった欠陥は、5 μ m以内の大きさに押さえることができる。これは延性な金属膜が脆性なシリコンの欠点を補う働きをすること、およびマスク材料とシリコン面との接着力よりマスク材料とNi等の金属薄膜との接着力の方がより大きく、加工の最後まで密着して非加工面をマスクできることが理由と考えられる。従って、Ni等の金属薄膜の上からサンドブラスト加工を行うことで加工精度の向上を図ることができる。

本例では、図2に示すように、第1面からのインク溝12の加工面にあらかじめ共通薄膜導体5のNi金属薄膜を被覆しておき、サンドブラスト加工を行うことで加工面の精度向上を図ることができた。1000メッシュ以下のより細かい粒子を用いることにより、この欠陥は、さらに小さくなるが逆に加工時間は長くなる。従って、精度の必要な第1面は、細かい粒子を、精度よりも加工時間が短い方がよい第2面は、粗い粒子を用いることも可能である。

また、この研磨剤は、回収して繰り返し利用可能であり、さらに、人体に有害な物質も使わず、また、加工後有害な廃棄物を出すこともない。

サンドブラスト加工のマスクにはゴム弾性を有する材料を用いる必要があり、例えば東京応化工業(株)製のドライフィルムフォトレジスト「オーディル」が利用できる。「オーディル」は、通常のドライフィルムフォトレジストと同様、基板のラミネート、露光、現像、という方法でパターンを形成可能である。ドライフィルムフォトレジスト「オーディル」の50 μ m厚さのものを用いれば(3)の工程で形成した10 μ m厚さの隔壁6も充分被覆する事が可能で、しかも、4%KOH水溶液で簡単に剥離することができ、サンドブラスト加工後、ヘッドには何らの障害もない。

さて、インク溝12の幅は、Si基板1の強度低下、オリフィスプレート9のたわみおよびチップサイズなどの観点から狭い方がよいが、インクの流路抵抗を大きくしないためには広い方がよい。そして、共通インク通路8の流路抵抗よりは十分小さくすることも考慮すると、インク溝12深さが250 μ mのとき、その幅は100~500 μ mが適当である。そして、このインク溝12の断面積と同等の断面積を連結穴13の最小断面積とすると、連結穴13の基板面での穴径は、(300~600) μ m \times (600~1000) μ mの範囲とするのが適当である。このインク穴1個で100~200ノズルにインクを充分に供給することが可能である。

【0020】

(5)の工程

オリフィスプレート9として、前記シリコン基板1の第1面に厚さ約30 μ mのポリイミドフィルム(厚さ約5 μ mの接着層を含む)を接着させる。このフィルムの厚さは、吐出インク量と密接に関係しており、ノズルの配列密度が300~800dpiの範囲では、20~80 μ mの範囲から選択するのが良い。

【0021】

(6)の工程

前記ポリイミドフィルムのオリフィスプレート9に、前記(3)の工程で説明したのと同じフォトリソエッチングで、50 μ mのインク吐出ノズル10を360dpiの配

10

20

30

40

50

列密度で薄膜抵抗体 3 の真上に形成する。この反応性ドライエッチングは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ のインク吐出口を 800 dpi の密度できれいな形状であけることができることを確認している。

なお、前記(5)と(6)の工程は、多くのノズル列を形成した薄いオリフィスプレートをインク通路の形成されている基板に位置合わせしながら接着する従来方法と比較し、格段の位置合わせ精度と製造歩留まりの向上とが達成できることは改めて説明するまでもないことであろう。

【0022】

(7)の工程

最後に、前記シリコン基板 1 を規定の寸法に切断してヘッドチップに分割し、これを 4 色インクカートリッジに実装することによって、小型低コストのフルカラーインクカートリッジが完成する。

【0023】

以上で述べた方法で、 360 dpi の密度のヘッドを製作すると、5 インチウエハには $5\sim 10$ 万ノズルを形成でき、例えば 128×4 列フルカラー用ヘッドが、約 100 個一括して製造することができた。製造歩留まりも向上し、インク吐出特性も向上して、これらのヘッドは、 $5\sim 10\text{ kHz}$ のインク吐出繰り返し周期で正常な印字動作を示し、各ノズル共 1 億ドット以上のインク吐出で何らの不都合も認められなかった。

【0024】

【発明の効果】

本発明によれば、インク噴射記録ヘッドの製造において以下に示す効果を得ることができる。

(1) プリントヘッドの小型化と、印字速度を向上する事ができる。

(2) インク溝と連結穴とが、同時に形成可能で工程数を削減できる。また、加工時間も短縮できる。

(3) シリコン基板上に薄膜プロセスのみを用いて、数万～数 10 万ノズルを一括して製造することができるので、大規模高集積密度のヘッドを安価に提供できる。

(4) 危険な薬品等を使用せず作業性の良い、廃棄物もない環境に優しい製造方法とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明になるインク噴射記録ヘッドの一例であるヘッドチップの外観図である。

【図 2】 図 1 の A - A' 拡大断面図である。

【符号の説明】

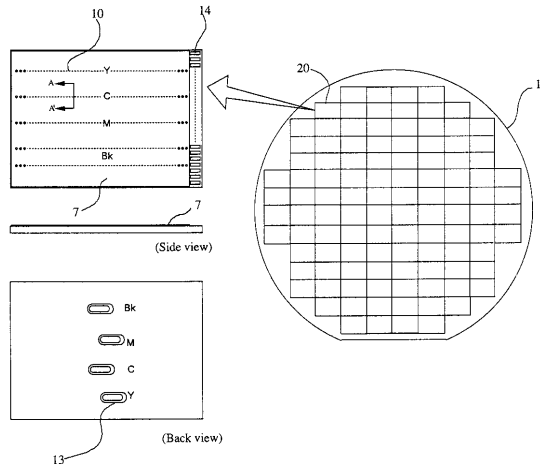
1 . シリコン基板 2 . 駆動用 L S I デバイス 3 . 薄膜抵抗体 4 . 個別薄膜導体
5 . 共通薄膜導体 6 . 隔壁 7 . 個別インク通路 8 . 共通インク通路 9 . オリフィスプレート
10 . インク吐出ノズル 11 . 吐出インク 12 . インク溝 13 . 連結穴
14 . ボンディングパッド 15 . フレーム 20 . インクジェットデバイスチップ

10

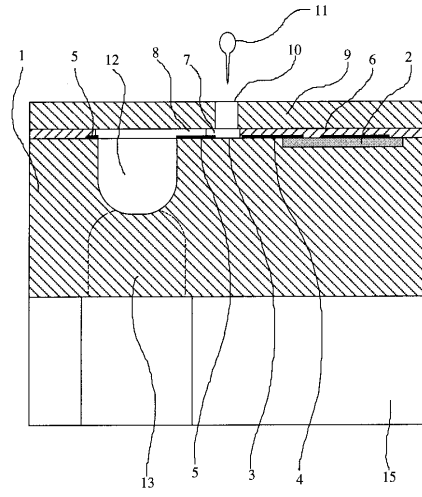
20

30

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 町田 治
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
(72)発明者 清水 一夫
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内

審査官 桐畑 幸 廣

- (56)参考文献 特開平０８－２０７２９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０５２８８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０１１４７８（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B41J 2/16
B41J 2/05