

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-338401

(P2004-338401A)

(43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/05

B 4 1 J 2/16

F I

B 4 1 J 3/04

B 4 1 J 3/04

1 O 3 B

1 O 3 H

テーマコード (参考)

2 C O 5 7

審査請求 有 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2004-135696 (P2004-135696)
 (22) 出願日 平成16年4月30日 (2004. 4. 30)
 (31) 優先権主張番号 03101195.0
 (32) 優先日 平成15年4月30日 (2003. 4. 30)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 503003854
 ヒューレット・パカード デベロップメント カンパニー エル. ピー.
 アメリカ合衆国 テキサス州 77070
 ヒューストン 20555 ステイト
 ハイウェイ 249
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男
 (74) 代理人 100114591
 弁理士 河村 英文

最終頁に続く

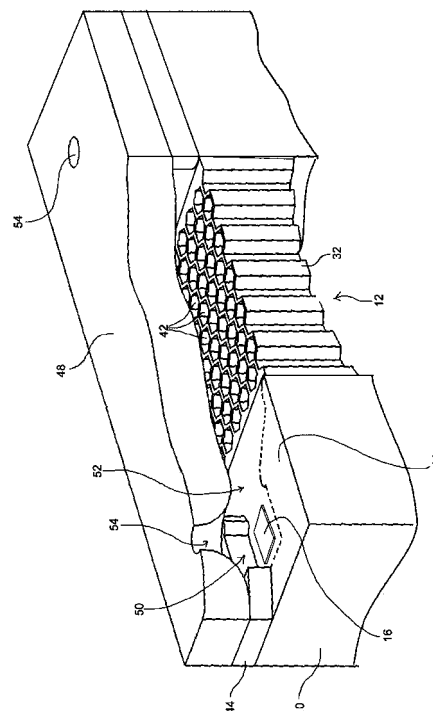
(54) 【発明の名称】 インクジェットプリントヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 プリントヘッド内のインク供給スロットに気泡が捕捉されることを回避するインクジェットプリントヘッドの新規な構成と製造方法を提供する。

【解決手段】 基板10の厚さを貫いて延在し、インク供給源と複数のインク噴射素子との間に液通を提供する少なくとも1つのインク供給スロット12を有する基板10を備えるインクジェットプリントヘッドであって、インク供給スロット12は、フィルターを形成する複数のインク給送穴42が開いている選択的に露光され現像されるレジスト材料で、少なくともその深さの一部まで満たされている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板の厚さを貫いて延在し、インク供給源と複数のインク噴射素子との間に液通を提供する少なくとも 1 つのインク供給スロットを有する基板を備えるインクジェットプリントヘッドであって、前記インク供給スロットは、フィルターを形成する複数のインク給送穴が開いている選択的に露光され現像されるレジスト材料で、少なくともその深さの一部まで満たされている、インクジェットプリントヘッド。

【請求項 2】

前記インク給送穴の断面は略正多角形である、請求項 1 に記載のインクジェットプリントヘッド。

10

【請求項 3】

前記インク給送穴の断面は略正六角形である、請求項 2 に記載のインクジェットプリントヘッド。

【請求項 4】

前記インク噴射素子は前記基板の 1 つの表面上に配列され、前記レジスト材料は前記 1 つの表面と略同一平面上にある、請求項 1 に記載のインクジェットプリントヘッド。

【請求項 5】

前記レジスト材料は、前記インク供給スロットの前記深さの一部のみを満たすものである、請求項 1 に記載のインクジェットプリントヘッド。

【請求項 6】

前記インク給送穴の断面はテーパ状である、請求項 1 に記載のインクジェットプリントヘッド。

20

【請求項 7】

前記インク給送穴の断面積は、前記インク噴射素子から遠ざかるにつれて大きくなっている、請求項 6 に記載のインクジェットプリントヘッド。

【請求項 8】

前記複数のインク噴射素子は、前記基板の 1 つの表面上で、前記インク供給スロットの横に配列され、前記プリントヘッドはさらに、前記基板の前記 1 つの表面および前記インク噴射素子を覆う構造を有し、該構造は、それぞれ前記インク噴射素子に関連する複数のインク噴射チャンバと、前記インク供給スロットから前記インク噴射素子までのインク供給経路と、それぞれ個々のインク噴射チャンバから前記構造の露出した外面まで通じている複数のインク噴射オリフィスとを画定している、請求項 1 に記載のインクジェットプリントヘッド。

30

【請求項 9】

基板の厚さを貫いて延在し、インク供給源と複数のインク噴射素子との間に液通を提供する少なくとも 1 つのインク供給スロットを有する基板を設けること、前記インク供給スロットを、少なくともその深さの一部までレジスト材料で満たすこと、および前記レジスト材料を選択的に露光して現像し、フィルターを形成する複数のインク給送穴を設けることを含む、インクジェットプリントヘッドを製造する方法。

【請求項 10】

前記インク供給スロットを、少なくともその深さの一部までレジスト材料で満たす前記段階は、前記基板の 1 つの表面に密着シート材料を貼ること、前記インク供給スロットを前記基板の反対側の表面から流動可能なレジスト材料で少なくとも部分的に満たすこと、選択的に露光し現像することができるという前記レジスト材料の能力をなくすことなく、前記レジスト材料を硬化するよう処理すること、および前記密着シート材料を取り除くことを含む、請求項 9 に記載のインクジェットプリントヘッドを製造する方法。

40

【請求項 11】

前記インク噴射素子は前記基板の 1 つの表面上に配列され、それぞれ前記インク噴射素子に関連する複数のインク噴射チャンバであって、前記 1 つの表面上にレジスト層を設けること、および該レジスト層を選択的に露光して現像することによって少なくとも部分的に

50

形成されるインク噴射チャンバを形成することをさらに含む、請求項 10 に記載のインクジェットプリントヘッドを製造する方法。

【請求項 12】

前記レジスト層は液体として施される、請求項 11 に記載のインクジェットプリントヘッドを製造する方法。

【請求項 13】

前記レジスト層はドライシート材料として施される、請求項 11 に記載のインクジェットプリントヘッドを製造する方法。

【請求項 14】

少なくとも 1 つのインク槽からプリントヘッドにインクを供給する少なくとも 1 つの開口部を有するカートリッジ本体と、該カートリッジ本体上に取付けられた請求項 1 に記載のプリントヘッドとを備え、前記少なくとも 1 つの開口部は前記プリントヘッドの前記少なくとも 1 つのインク供給スロットに液通している、プリントカートリッジ。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔発明の詳細な説明〕

本発明はインクジェットプリントヘッドに関し、かつそのようなプリントヘッドを製造する方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

インクジェットプリンタは、プリントヘッドのノズル板上に設けられたオリフィスのアレイにおける個々のオリフィスから小さなインク滴を噴射することによって作動するようになっている。プリントヘッドは、プリントカートリッジの一部を形成しており、このプリントカートリッジは、紙のシートに対して動かすことが可能であり、プリントヘッドと紙とが相対的に動くときに特定のオリフィスからタイミングを調節して滴を噴射することにより、文字、画像およびその他のグラフィック素材 (material) を、その紙の上にプリントするようになっている。

【0003】

典型的な従来のプリントヘッドは、基板の表面 (front surface) 上に堆積された薄膜抵抗器および関連する回路を有する、シリコン基板から製造されている。抵抗器は、基板の 1 つまたはそれよりも多くのインク供給スロットに対してアレイとなるように配置されており、抵抗器のまわりの基板上でバリアー材料が形成され、それぞれの抵抗器を熱噴射チャンバ内に絶縁している。バリアー材料は、熱噴射チャンバを形成するとともに、チャンバとインク供給スロットとの間に液通を提供する形状となっている。このようにして、熱噴射チャンバは、毛管作用によってインク供給スロットからのインクで満たされ、インク供給スロット自体には、プリントヘッドがその一部を形成しているプリントカートリッジ内のインク槽からインクが供給されるようになっている。 30

【0004】

上述の複合組立体は、通常、金属のノズル板で覆われている。ノズル板は、各噴射チャンバに対応してその上に配置され、ドリリングによって形成されたオリフィスのアレイを有している。したがって、プリントヘッドは、ノズル板によってシールされ、プリントカートリッジからのインク流の唯一の経路は、ノズル板内のオリフィスを経由するようになっている。 40

【0005】

プリントヘッドは、プリンタ制御回路の制御の下で作動するようになっている。プリンタ制御回路は、プリントする所望のパターンに従って個々の抵抗器に、通電するように構成されている。抵抗器は、通電すると急速に熱くなって、熱噴射チャンバ内において隣接する少量のインクを過熱している。この過熱されたインクの容積は、爆発的な気化のために膨張し、これによって、その膨張しながら過熱されたインクの上方にあるインク滴が、 50

チャンバからノズル板の関連するオリフィスを経由して噴射されることになる。

【0006】

当業者には、この基本構成の多くの変形が既知であろう。例えば、オリフィスとチャンバとのいくつかのアレイは、所与のプリントヘッド上に設けられていてもよく、それぞれのアレイは、異なるカラーのインク槽に通じている。インク供給スロット、プリント回路、バリアー材料およびノズル板の構成は、これらを製造する材料およびこれらの製造方法と同様に、多くの変形例が開発されている。

【0007】

このような一般的タイプのプリントヘッドは、寸法が非常に小さいので、この構造のインク通路はインク粒子またはその他のコンタミナント（汚染物）によって詰まりやすい、という短所を有している。これを回避する方法のひとつは、主要なインク供給スロットをバイパスしたり、代替りのインク供給経路を設けたりして、代替りのインク供給経路を提供する、というものである。例えば、本願の発明者らによる米国特許第6,364,466号を参照されたい。その特許の図7は、浅いインクバイパスチャネルを示している。このインクバイパスチャネルは、主要なインク供給スロットから離れて横方向に延在し、たとえ主要なインク供給スロットが詰まっても、インクがインク噴射チャンバに達することが可能となるようにしている。

10

【発明の開示】

【0008】

しかし、そのような解決法は、構造が複雑になることを伴う傾向があり、それによって、さらなる望ましくない処理段階を招いてしまう。また、そのような解決法では、小さな構成部が設けられており、それによって、インク内に閉じ込められた気泡を捕捉してしまう可能性がある。

20

【0009】

本発明の目的は、このような短所が回避または緩和される、インクジェットプリントヘッドの新規な構成を提供することである。

【0010】

本発明は、基板の厚さを貫いて延在し、インク供給源と複数のインク噴射素子との間に液通を提供する少なくとも1つのインク供給スロットを有する基板を備えるインクジェットプリントヘッドであって、インク供給スロットは、フィルターを形成する複数のインク給送穴が開いている選択的に露光され現像されるレジスト材料で、少なくともその深さの一部まで満たされている、インクジェットプリントヘッドを提供するものである。

30

【0011】

また、本発明は、基板の厚さを貫いて延在し、インク供給源と複数のインク噴射素子との間に液通を提供する少なくとも1つのインク供給スロットを有する基板を設けること、インク供給スロットを、少なくともその深さの一部までレジスト材料で満たすこと、およびレジスト材料を選択的に露光して現像し、フィルターを形成する複数のインク給送穴を貫通して設けることを含む、インクジェットプリントヘッドを製造する方法を提供するものである。

【0012】

さらに、本発明は、少なくとも1つのインク槽からプリントヘッドにインクを供給する少なくとも1つの開口部を有するカートリッジ本体と、カートリッジ本体上に取付けられた上述のプリントヘッドとを備え、少なくとも1つの開口部はプリントヘッドの少なくとも1つのインク供給スロットに液通している、プリントカートリッジを提供するものである。

40

【0013】

本明細書において、レジスト材料とは、選択的に露光して化学現像を行い、露光していない材料（ポジレジストの場合）または露光した材料（ネガレジストの場合）を溶解して取り除くことができる材料を意味している。例えば、レジスト材料は、フォトリソグラムまたはイオンによって画像形成可能なレジストであってもよい。そのようなレジスト材料は

50

、当然当該技術分野において既知である。

【0014】

本明細書において、「インクジェット」、「インク供給スロット」および関係する用語は、噴射する液体がインクである装置に本発明を限定するように解釈してはならない。用語は、プリントヘッドからの熱噴射、圧電噴射、またはその他の噴射による表面上への液体のプリント用で、この一般的な技術のための略記であり、主に意図する用途はインクのプリントではあるが、本発明はまた、その他の液体を同様の方法で堆積（デポジット）するプリントヘッドにも適用可能である。

【0015】

さらに、本明細書において述べる方法の各段階は、述べる順序で実行することが必要であるという暗示がない限り、必ずしも述べる順序で実行する必要はない。したがって、例えば、インク供給スロットを基板に作成した後に、薄膜抵抗器またはその他のインク噴射素子が堆積されてもよいということもまた、同様に可能である。さらなる例として、インク供給スロット内の選択的に露光したレジストは、その上の構造を設置する前に現像することが必要というわけではない。その構造の一部は、最後にフォトレジストの選択的露光によって製造することができ、このフォトレジストは、インク供給スロット内のレジストと同時に現像することができるからである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、本発明の好ましい実施形態によるインクジェットプリントヘッドにおいて、基板として用いるシリコンウエハーの一部10を示している。この基板10は、対向して互いに略平行な表面14および裏面（裏面15は、図1においては見えないが、図2において見ることができる）と、表面14から裏面15まで基板10を完全に貫いてカットイングされた3つのインク供給スロット12とを有している。組み立てが完成したプリントカートリッジにおいて、このようなスロット12は、それぞれ異なるカラーのインクを収容する槽に通じる通路に連通している。

【0017】

基板10の表面14上で、それぞれのスロット12の縁12a（図2）の横には、薄膜加熱抵抗器16のアレイが配置されている。抵抗器16は、導電トレース18によって一連の接点20に接続されている。接点20を用いて、フレキシブルプリントヘッド担持回路部材（図示せず）上の対応するトレースに、ワイヤ（flex beams）（図示せず）を介してトレース18が接続されるようになっている。フレキシブルプリントヘッド担持回路部材は、プリントカートリッジ上に取付けられている。フレキシブルプリントヘッド担持回路部材によって、プリンタ内に配置されたプリンタ制御回路が、ソフトウェアの制御下で既知の方法で個々の抵抗器に選択的に通電することが可能となっている。説明したように、抵抗器16が通電されると、急速に熱くなって、隣接する少量のインクを過熱し、この少量のインクは、爆発的な気化のために膨張することになる。

【0018】

図1においては、数個のトレース18のみが示されている。本実施形態において、それぞれの抵抗器16には、接点20に通じるトレースが設けられ、通常は、共通のアースへの接続を行うトレースも設けられている、ということが理解されよう。そのような詳細は、従来技術の一部であり、当業者にはよく知られている。

【0019】

図2は、インク供給スロット12の近傍における基板10の断面図を示している（さまざまな構成要素の大きさは縮尺率が正確ではない）。基板10の表面14上のインク供給スロット12の周囲12aに隣接して、導電トレース18に接続された抵抗器16が設けられている、ということがわかる。ここでもまた、簡単にするために、堆積した薄膜層16、18の詳細は省略している。典型的な実施形態において、薄膜層は、抵抗器（例えば、TaAlから形成することができる）、ならびに、電源から抵抗器に通じているとともに、抵抗器からアースに通じる導電トレース（例えば、Au、Al、またはCu）だけで

はなく、断熱（例えば SiO_2 ）、インクおよび熱からの化学的保護（例えば SiC および Si_3N_4 ）を行い、ならびに機械的強度を有するパッシベーション（例えば Ta ）を行うさまざまな層も含まれている。

【0020】

図1に示す基板は、大きなウエハー結晶から切り出されている。抵抗器が露出した状態で切り出した後を示しているが、実際には、後述するように、ウエハーレベルで、プリントヘッドを完成するのに必要なさらなる各段階が行われ、個々のプリントヘッドは、プリントヘッドが略完成した後にウエハーから切り出されることになる。

【0021】

したがって、図3は大きな円形のウエハー結晶22を示している。このウエハー22には、少数のインク供給スロット12（縮尺率は正確ではない）が示されている。実際には、ウエハー表面は、上述のインク供給スロットのアレイおよび薄膜回路で覆われることになる。インク供給スロット12は、レーザー・アブレーション、サンドブラスト、またはその他のウエハー切出し技術を用いてウエハーに作成されている。スロットは、（好ましくは）薄膜回路を画定する前にカッティングしても、または薄膜回路を画定した後にカッティングしてもよい。

【0022】

図4に示す本発明の好ましい実施形態による次の処理段階において、ウエハー22は、表面14を上向きにした状態で、加熱したチャック24上に配置される。次いで、加圧ローラ26が、ウエハーの端から端まで密着（conformal）シート材料28を貼ることにより、当該表面を覆う。密着シート材料28は、ポリジメチルシロキサン（PDMS）テープであってもよい。このテープは、上に位置する抵抗器16および導電トレース18を含むウエハーの表面14の輪郭に良好に密着し、加熱されると表面に穏やかに付着する、半硬質のテープである。

【0023】

図5Aは、密着テープ28をウエハーに貼った後で、図2における基板の部分を示している。簡単にするために、図5Aおよびそれに続く各図においては、導電トレース18が省略されている。テープ28は、全体としてウエハーの表面14に密着し、インク供給スロット12の開口部を横切って延びており、それによってテープ境界面29は、スロット12が作成される前に基板の当初の表面を再作成している、ということがわかる。

【0024】

次に図5Bにおいて、ウエハーが反転し、その裏面15が一番上となるようにする。次に、インク供給スロット12のそれぞれは、流動可能なレジスト材料32で部分的に満たされる。レジスト材料32は、密着テープ28に当たった状態で流動する。レジスト材料32は、好ましくは、マサチューセッツ州ニュートン市のマイクロケム社から入手可能なネガ型のSU-8というフォトレジストである。フォトレジスト32は、Asymtek Liquid Dispenser Millennium Series M-2010等の工作機械、または、液体を小型のオリフィス内に満たすのに好適ないかなる他の工作機械を用いて施してもよい。

【0025】

フォトレジスト32は、スロット12内に施した後、ソフトベーキングされる。既知のとおり、ソフトベーキングはフォトレジストを硬化させるが、以下に説明するように、選択的に露光し現像することができるというフォトレジストの能力は維持されている。

【0026】

フォトレジストが固まると、図5Cのように密着テープを取り除いてウエハーを再び反転し、基板10の表面14と略同一平面上にあるフォトレジスト32の表面33を残す。

【0027】

次に、図5Dで示すように、ソフトベーキングしたフォトレジスト32は、マスク34を介して選択的に紫外線に露光される。マスク34は、紫外光を通さない領域36と、これと相補的な（complementary）紫外光を通す領域38とを有し、フォトレジスト32の

10

20

30

40

50

全深さを貫いて延在する互いに別個の領域 40 のマトリクスにおいてフォトレジスト 32 を露光するようになっている。図 5 D において、露光領域 40 はハッチングなしで示されているが、これは、このような領域をこの段階において露光したということを単に示し、取り除いた（現像した）ということを示すのではない。フォトレジスト 32 の選択露光は、超紫外ステッパマスク配列および露光方式（Ultra tech UV Stepper Mask Aligner and Expose system）（またはその他の I-line）UV 露光工作機械）において行ってもよい。

【0028】

次に、図 5 E で示すように、選択的に露光したフォトレジスト 32 は、従来の現像段階を用いて化学的に現像し、露光したフォトレジスト 40 を優先的に溶解して取り除き、フォトレジスト層 32 の全深さを完全に貫いて延在するインク給送穴 42 のマトリクスを作成する。穴 42 の形成後、フォトレジスト 32 はハードベークキングされて、最終の形状にセットされる。次に、ウエハー 22 の上面 14 の全体に、密着ドライフォトレジストテープ 44 が従来の方法で貼られ、フォトレジスト 32 および抵抗器 16 を覆ってから、フォトレジスト 44 が選択的に露光し現像して、領域 46 においてその一部を取り除き、インクスロット 12 および抵抗器 16 を露出する。そして、残りのフォトレジスト 44 がハードベークキングされる。密着フォトレジストテープ 44 は、デュポンの V a c r e l（登録商標）またはその他のドライフィルムフォトレジスト方式であってもよい。

【0029】

最後に図 5 F で示すように、前もって形成した金属のノズル板 48 がフォトレジストテープ 44 の上面に従来の方法で貼られる。最終構造は、図 5 F においてわかるように、複数のインク噴射チャンバ 50 を備えている。インク噴射チャンバ 50 はそれぞれ、個々の抵抗器 16 と、インク供給スロット 12 から抵抗器 16 までのインク供給経路 52 と、それぞれ個々のインク噴射チャンバ 50 からノズル板 48 の露出した外面まで通じている複数のインク噴射オリフィス 54 とを有している。

【0030】

基板表面 14 の上方の構造、すなわち、インク噴射チャンバ 50 を含む構造の製造において、上述のインク供給経路 52 およびインク噴射オリフィス 54 は、全く従来のものであり当業者に既知である、ということが理解されよう。しかし、この構造を製造する他の方法も可能である。例えば、ドライフォトレジストテープ 44 を用いる代わりに、SU-8 等の液体フォトレジストを用いてもよい。その場合、領域 40 は、図 5 D に示すように露光されるが、その段階では現像しない。その代わりにウエハーは SU-8 でコーティングされてソフトベークキングすることになる。次に領域 46 は露光され、露光領域 40、46 を単一段階で現像している。

【0031】

使用するとき、図 5 G で示すように、プリントヘッドは、少なくとも 1 つのインク槽（図示せず）からプリントヘッドにインクを供給する開口部 58 を有するカートリッジ本体 56 に取付けられる。この目的のために、プリントヘッドは、プリントヘッドのインク供給スロット 12 に液通した状態で、開口部 58 を有するカートリッジ本体 56 に取付けられる。

【0032】

図 6 においてわかるように、インク給送穴 42 は、大きすぎるインク粒子およびその他の固体コンタミナントがインク噴射チャンバ 50 に達することを防止する、フィルターを形成している。インク流の速度は、スロット 12 内のフォトレジスト 32 の厚さ（深さ）、穴 42 の断面積、および単位面積当たりの穴 42 の数、の関数である。このようなパラメータは、必要に応じて調整して、所望のインク流特性を提供することが可能となる。好ましくは、穴 42 の断面は、充填密度（packing density）が高いので六角形であるが、断面がその他の多角形である穴 42 を用いてもよく、望む場合には円形の穴を用いてもよい。

【0033】

10

20

30

40

50

図示のように、インク給送穴４２は、全長を通して断面が一定であり、これは、図５Ｄに示す段階において平行紫外線を用いることによって製造される。しかし、発散紫外線または収束紫外線を用いることによって、先細りの穴４２、すなわち、インク供給経路５２から遠ざかる向きに（すなわち、図５Ｆにおいて下向きに）断面積が大きくなるかまたは小さくなる穴、を製造することができる。インク供給経路５２から遠ざかるにつれてインク給送穴４２の断面積が大きくなると、特に有利である。これにより、捕捉した気泡が、プリントヘッドではなく、プリントカートリッジ本体５６内の直立管へと移動するのが促進されるからである。

【００３４】

本発明は、本明細書において説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲から逸脱することなく変更または変形してもよい。 10

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】その上に堆積した抵抗器および関連する回路を有する、本発明の好ましい実施形態によるもので、プリントヘッドにおいて用いるシリコン基板の平面図である。

【図２】図１の基板のⅠⅠ－ⅠⅠ線部分拡大断面図である。

【図３】本発明の好ましい実施形態によるもので、多数のプリントヘッドの同時製造において用いるウエハー全体の斜視図である。

【図４】ウエハーに貼ってある密着テープを示す、図３と同様の斜視図である。

【図５Ａ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。 20

【図５Ｂ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。

【図５Ｃ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。

【図５Ｄ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。

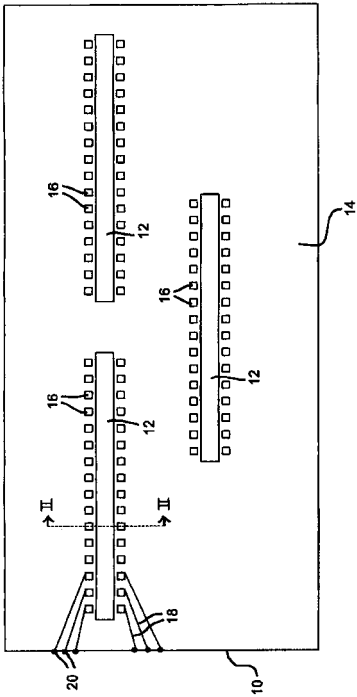
【図５Ｅ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。

【図５Ｆ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。 30

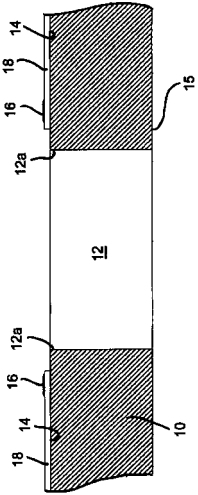
【図５Ｇ】図２と同様で、本発明の好ましい実施形態によるさらなる処理段階を経ている基板の、同じ断面を示す断面図である。

【図６】図５Ａ～図５Ｇの方法によって製造されるプリントヘッドの切欠き斜視図である。

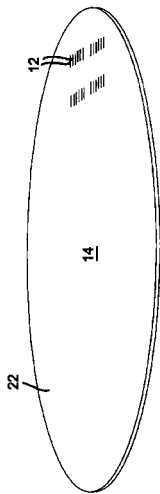
【 図 1 】



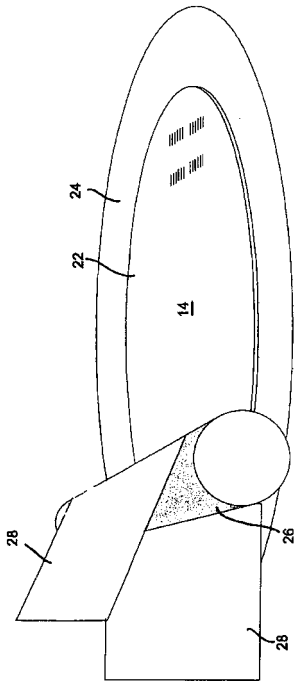
【 図 2 】



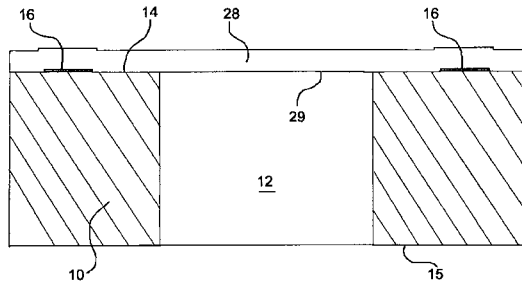
【 図 3 】



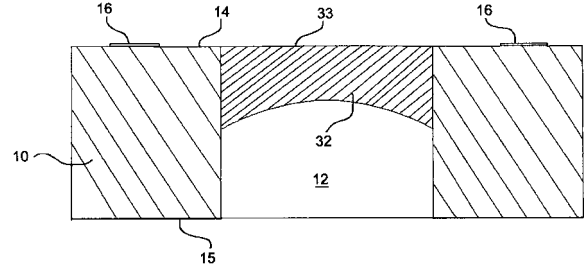
【 図 4 】



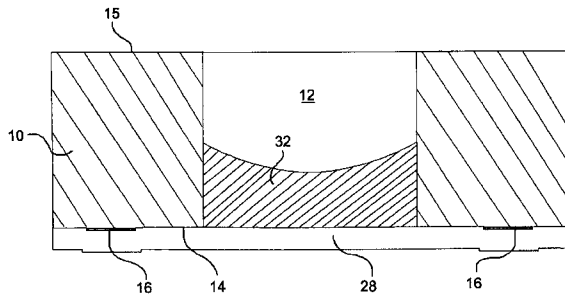
【図 5 A】



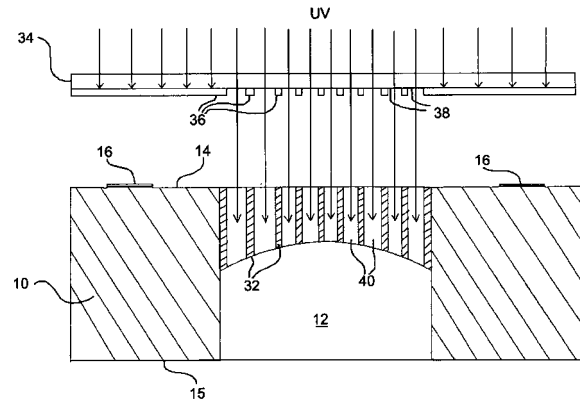
【図 5 C】



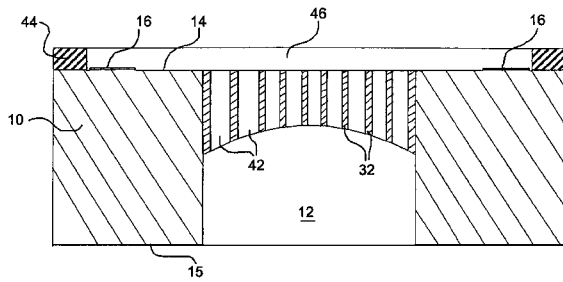
【図 5 B】



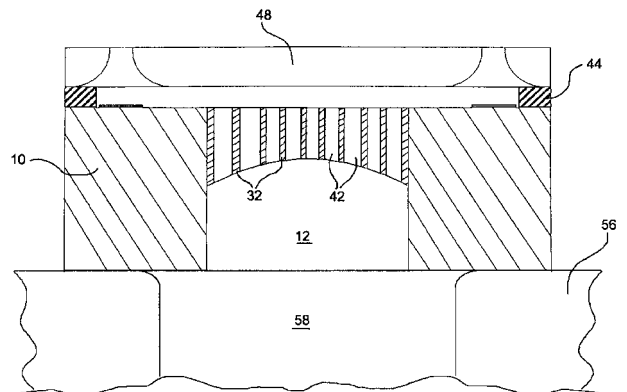
【図 5 D】



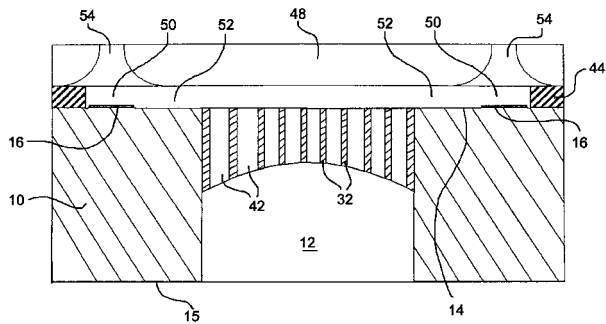
【図 5 E】



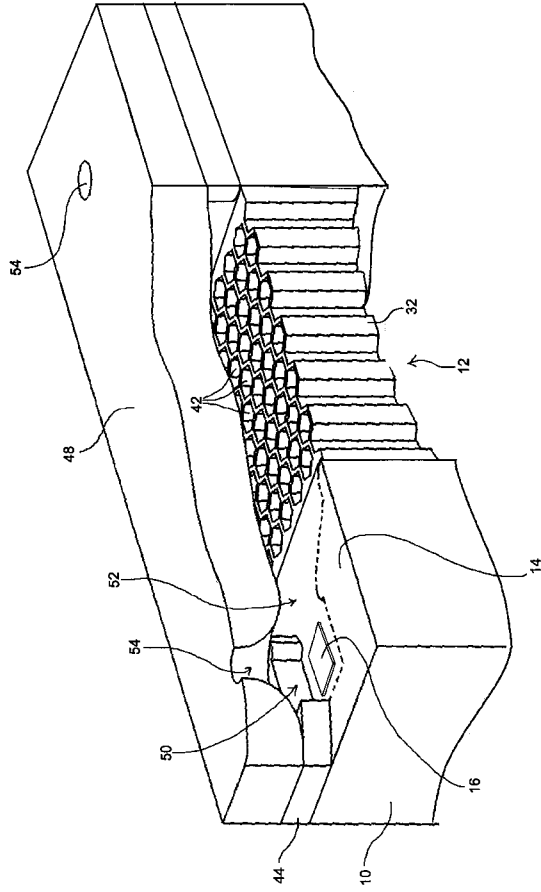
【図 5 G】



【図 5 F】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 フィル・キーナン
アイルランド国, カウンティ・ダブリン, ルーカン, グリフィーン・ヴァリー, グリフィーン・ゲ
レン・ロード 9
- (72)発明者 マーク・ラフリン
アイルランド国, ダブリン, チャーチタウン 14, ウェストン・ロード 45
- (72)発明者 エドワード・サヴェイジ
アイルランド国, ラディス, ポータリントン, キルナコート・ウッズ 54
- (72)発明者 ケヴィン・ドゥーリー
アイルランド国, カウンティ・ウィックロウ, ブレッシントン, ブレッシントン・アビー, ザ・ゲ
リー 13

Fターム(参考) 2C057 AF79 AF93 AG12 AG77 AP02 AP23 AP47 BA03 BA13

【外国語明細書】

1. Title of Invention

Inkjet Printheads

2. Detailed Explanation of the InventionTechnical Field

This invention relates to inkjet printheads and to methods of fabricating such printheads.

Background Art

Inkjet printers operate by ejecting small droplets of ink from individual orifices in an array of such orifices provided on a nozzle plate of a printhead. The printhead forms part of a print cartridge which can be moved relative to a sheet of paper and the timed ejection of droplets from particular orifices as the printhead and paper are relatively moved enables characters, images and other graphical material to be printed on the paper.

A typical conventional printhead is fabricated from a silicon substrate having thin film resistors and associated circuitry deposited on a front surface of the substrate. The resistors are arranged in an array relative to one or more ink supply slots in the substrate, and a barrier material is formed on the substrate around the resistors to isolate each resistor inside a thermal ejection chamber. The barrier material is shaped both to form the thermal ejection chambers, and to provide fluid communication between the chambers and the ink supply slot. In this way, the thermal ejection chambers are

filled by capillary action with ink from the ink supply slot, which itself is supplied with ink from an ink reservoir in the print cartridge of which the printhead forms part.

The composite assembly described above is typically capped by a metallic nozzle plate having an array of drilled orifices which correspond to and overlie the ejection chambers. The printhead is thus sealed by the nozzle plate, with the only path for ink flow from the print cartridge being via the orifices in the nozzle plate.

The printhead operates under the control of printer control circuitry which is configured to energise individual resistors according to the desired pattern to be printed. When a resistor is energised it quickly heats up and superheats a small amount of the adjacent ink in the thermal ejection chamber. The superheated volume of ink expands due to explosive evaporation and this causes a droplet of ink above the expanding superheated ink to be ejected from the chamber via the associated orifice in the nozzle plate.

Many variations on this basic construction will be well known to the skilled person. For example, a number of arrays of orifices and chambers may be provided on a given printhead, each array being in communication with a different coloured ink reservoir. The configurations of the ink supply slots, printed circuitry, barrier material and nozzle plate are open to many variations, as are the materials from which they are made and the manner of their manufacture.

Because of their very small dimensions, printheads of this general type have the disadvantage that the ink passageways of the structure are liable to blockage by ink particles or

other contaminants. One way to avoid this is to provide alternative ink supply paths that bypass the main ink supply slot and provide alternate paths for ink - see, for example, our US Patent 6,364,466. Fig. 7 of that patent shows shallow ink bypass channels which extend laterally away from the main ink supply slot and allow ink to reach the ink ejection chambers even though the main ink supply slot is blocked.

However, such solutions tend to involve complex structures which lead to additional undesirable processing steps. They also provide small features which can trap bubbles of air entrained in the ink.

It is an object of the invention to provide a new construction of inkjet printhead in which these disadvantages are avoided or mitigated.

Disclosure of the Invention

The invention provides an inkjet printhead comprising a substrate having at least one ink supply slot extending through the thickness thereof and providing fluid communication between an ink supply and a plurality of ink ejection elements, wherein the ink supply slot is filled to at least part of its depth with a selectively exposed and developed resist material having a plurality of ink feed holes therethrough forming a filter.

The invention further provides a method of making an inkjet printhead comprising providing a substrate having at least one ink supply slot extending through the thickness thereof to provide fluid communication between an ink supply and a plurality of ink ejection elements, filling the ink supply

slot to at least part of its depth with a resist material, and selectively exposing and developing the resist material to provide a plurality of ink feed holes therethrough forming a filter.

The invention further provides a print cartridge comprising a cartridge body having at least one aperture for supplying ink from at least one ink reservoir to a printhead, and a printhead as specified above mounted on the cartridge body with said at least one aperture in fluid communication with said at least one ink supply slot in the printhead.

In the present specification, by a resist material we mean a material which can be selectively exposed to radiation and subsequently chemically developed to dissolve away the unexposed (in the case of a positive resist) or exposed (in the case of a negative resist) material. For example, the resist material may be a photoresist or an ion-imageable resist. Such resist materials are of course well known in the art.

As used herein, the terms "inkjet", "ink supply slot" and related terms are not to be construed as limiting the invention to devices in which the liquid to be ejected is an ink. The terminology is shorthand for this general technology for printing liquids on surfaces by thermal, piezo or other ejection from a printhead, and while the primary intended application is the printing of ink, the invention will also be applicable to printheads which deposit other liquids in like manner.

Furthermore, the method steps as set out herein need not necessarily be carried out in the order set out, unless implied by necessity. Thus, for example, it is equally

possible that the thin film resistors or other ink ejection elements could be deposited after the ink supply slot has been created in the substrate. As a further example, it is not necessary that the selectively exposed resist in the ink supply slot be developed before overlying structure is set down, since at least part of that structure could be produced by selective exposure of a photoresist which could be developed at the same time as the resist in the ink supply slot.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a plan view of a silicon substrate for use in a printhead according to a preferred embodiment of the invention having resistors and associated circuitry deposited thereon;

Fig. 2 is a partial enlarged sectional elevation through the substrate of Fig. 1, taken along the line II-II;

Fig. 3 is a perspective view of a complete wafer used in the simultaneous manufacture of a large number of printheads according to a preferred embodiment of the invention;

Fig. 4 is a perspective view similar to that of Fig. 3, showing a conformal tape being applied to the wafer;

Figs. 5A-5G are sectional elevation views similar to that of Fig. 2, showing the same section of substrate as it undergoes further processing steps according to a preferred embodiment of the invention; and

Fig. 6 is a cutaway perspective view of the printhead made by the method of Figs. 5A-5G.

Fig. 1 shows a portion 10 of a silicon wafer for use as a substrate in an inkjet printhead according to a preferred embodiment of the invention. The substrate 10 has opposed substantially parallel front and rear surfaces 14 and 15 (the rear surface 15 is not seen in Fig. 1 but can be seen in Fig. 2) and three ink supply slots 12 cut fully through the substrate 10 from the front surface 14 to the rear surface 15. In a fully assembled print cartridge, each of these slots 12 will communicate with a passage leading to a reservoir containing a different coloured ink.

Located on the front surface 14 of the substrate 10, alongside the edge 12a, Fig. 2, of each slot 12 is an array of thin film heating resistors 16 which are connected via conductive traces 18 to a series of contacts 20. Contacts 20 are used to connect the traces 18 via flex beams (not shown), with corresponding traces on a flexible printhead-carrying circuit member (not shown), which in turn is mounted on a print cartridge. The flexible printhead-carrying circuit member enables printer control circuitry located within the printer to selectively energise individual resistors under the control of software in known manner. As discussed, when a resistor 16 is energised it quickly heats up and superheats a small amount of the adjacent ink which expands due to explosive evaporation.

Only a few traces 18 are shown in Fig. 1. In the present embodiment, it will be understood that each resistor 16 will be provided with a trace leading to a contact 20, and generally also with a trace providing connection to a common

earth. Such details are part of the state of the art and are familiar to the skilled person.

Fig. 2 shows a cross-section of the substrate 10 in the vicinity of an ink supply slot 12 (the sizes of the various components are not to scale). It can be seen that adjacent the periphery 12a of the ink supply slot 12 on the front surface 14 of the substrate 10, is provided a resistor 16 connected to a conductive trace 18. Again, for simplicity, the details of the deposited thin film layers 16,18 have been omitted for simplicity. In a typical embodiment, the thin film layers will include not just the resistors (which may be formed from e.g. TaAl) and the conductive traces (e.g. Au, Al or Cu) leading from the power supply to the resistor and from the resistor to earth, but also various layers providing thermal insulation (e.g. SiO₂), chemical protection from the ink and heat (e.g. SiC and Si₃N₄), and passivation with mechanical strength (e.g. Ta).

The substrate shown in Fig. 1 is cut from a large wafer crystal. While it is shown after cutting with the resistors exposed, in practice the further steps required to complete the printhead, as described below, will be carried out at the wafer level, and the individual printheads will be cut from the wafer after the printheads are substantially complete.

Thus, Fig. 3 shows a large circular wafer crystal 22, in which a small number of the ink supply slots 12 (not to scale) are shown. In reality, the surface of the wafer will be covered with arrays of ink supply slots and the thin film circuitry described above. The ink supply slots 12 are created in the wafer using laser ablation, sand blasting or other wafer cutting techniques. The slots can be cut either

before (preferably) or after the thin film circuitry is laid down.

In the next process step according to a preferred embodiment of the invention, Fig. 4, the wafer 22 is placed on a heated chuck 24 with the front surface 14 upwards. A pressure roller 26 then applies a conformal sheet material 28 across the wafer, covering the front surface. The conformal sheet material 28 may be a polydimethylsiloxane (PDMS) tape which is a semi-rigid tape which conforms well to the contours of the front surface 14 of the wafer, including the overlying resistors 16 and conductive traces 18, and mildly adheres to the surface when heated.

Fig. 5A shows the portion of substrate shown in Fig. 2 after the conformal tape 28 has been applied to the wafer. For simplicity, in Fig. 5A and the subsequent figures of the drawings the conductive traces 18 have been omitted. It can be seen that the tape 28 conforms generally to the front surface 14 of the wafer and stretches across the mouth of the ink supply slot 12, the tape boundary surface 29 thereby recreating the original surface of the substrate before the slot 12 was created.

Next, Fig. 5B, the wafer is inverted such that the rear surface 15 is uppermost. Each of the ink supply slots 12 is then partially filled with a flowable resist material 32 which flows against the conformal tape 28. The resist material 32 is preferably a negative SU-8 photoresist available from MicroChem Corp., Newton, Massachusetts. The photoresist 32 can be dispensed using a tool such as the Asymtek Liquid Dispenser Millennium Series M-2010, or any other tool suitable to fill a liquid into a small orifice.

After the photoresist 32 is dispensed into the slots 12 it is soft baked. As is well-known, soft baking hardens the photoresist yet preserves its ability to be selectively exposed and developed as hereinafter described.

When the photoresist has solidified, the conformal tape is removed and the wafer is re-inverted, Fig. 5C, leaving a surface 33 of the photoresist 32 which is substantially flush with the front surface 14 of the substrate 10.

Next, Fig. 5D, the soft-baked photoresist 32 is selectively exposed to UV radiation through a mask 34 having regions 36 opaque to UV light, and complementary regions 38 transparent to UV light, so as to expose the photoresist 32 in a matrix of discrete regions 40 extending through the full depth of the photoresist 32. In Fig. 5D the exposed regions 40 are shown non-hatched to indicate simply that they have been exposed at this stage, not that they have been removed (developed). The selective exposure of the photoresist 32 may be carried out in an Ultratech UV Stepper Mask Aligner and Expose system (or other I-line UV Exposure Tool).

Now, Fig. 5E, the selectively exposed photoresist 32 is chemically developed, using conventional development steps, to preferentially dissolve away the exposed photoresist 40 to create a matrix of ink feed holes 42 extending fully through the depth of the photoresist layer 32. Following the formation of the holes 42, the photoresist 32 is hard baked to set it in its final form. Next, a conformal dry photoresist tape 44 is applied in conventional manner to the entire top surface 14 of the wafer 22, covering the photoresist 32 and resistors 16, and then the photoresist 44 is selectively exposed and developed to remove portions

thereof in regions 46 to expose the ink slot 12 and resistors 16. The remaining photoresist 44 is then hard baked. The conformal photoresist tape 44 may be Dupont's Vacrel TM or other dry-film photoresist system.

Finally, Fig. 5F, a pre-formed metallic nozzle plate 48 is applied to the top surface of the photoresist tape 44 in conventional manner. The final structure, as seen in Fig. 5F, comprises a plurality of ink ejection chambers 50 each containing a respective resistor 16, an ink supply path 52 from the ink supply slot 12 to the resistors 16, and a plurality of ink ejection orifices 54 each leading from a respective ink ejection chamber 50 to the exposed outer surface of the nozzle plate 48.

It will be understood that the manufacture of the structure above the substrate surface 14, i.e. the structure containing the ink ejection chambers 50, the ink supply paths 52 and the ink ejection orifices 54 as described above, is entirely conventional and well known to those skilled in the art. However, other ways of making the structure are possible. For example, instead of using a dry photoresist tape 44 one could use a liquid photoresist such as SU-8. In that case, although the regions 40 would be exposed as shown in Fig. 5D, they would not be developed at that stage. Instead the wafer would be coated with SU-8 and soft baked. The regions 46 would then be exposed and the exposed regions 40 and 46 developed in a single step.

In use, Fig. 5G, the printhead is mounted on a print cartridge body 56 having an aperture 58 for supplying ink from at least one ink reservoir (not shown) to the printhead. To this end the printhead is mounted on the cartridge body 56

with the aperture 58 in fluid communication with the ink supply slot 12 in the printhead.

As seen in Fig. 6, the ink feed holes 42 form a filter which prevents overlarge ink particles and other solid contaminants from reaching the ink ejection chambers 50. The rate of ink flow is a function of the thickness (depth) of the photoresist 32 in the slot 12, the cross-sectional area of the holes 42, and the number of holes 42 per unit area. These parameters can be adjusted as necessary to provide desired ink flow characteristics. Preferably the cross-section of the holes 42 is hexagonal, since that provides a high packing density, but other polygonal cross-section holes 42 can be used, or even circular holes if desired.

As shown, the ink feed holes 42 have a constant cross-section throughout their length, this being produced by using collimated UV in the step shown in Fig. 5D. However, by using divergent or convergent UV one can produce tapered holes 42, i.e. holes whose cross-sectional area increases or decreases in the direction away from the ink supply paths 52 (i.e. downwardly as seen in Fig. 5F). It is a particular advantage if the cross-sectional area of the ink feed holes 42 increases away from the ink supply paths 52 since this encourages trapped bubbles to migrate to the standpipe in the print cartridge body 56 rather than to the printhead.

The invention is not limited to the embodiment described herein and may be modified or varied without departing from the scope of the invention.

1. An inkjet printhead comprising a substrate having at least one ink supply slot extending through the thickness thereof and providing fluid communication between an ink supply and a plurality of ink ejection elements, wherein the ink supply slot is filled to at least part of its depth with a selectively exposed and developed resist material having a plurality of ink feed holes therethrough forming a filter.
2. An inkjet printhead as claimed in claim 1, wherein the ink feed holes have a substantially regular polygonal cross-section.
3. An inkjet printhead as claimed in claim 2, wherein the ink feed holes have a hexagonal cross-section.
4. An inkjet printhead as claimed in claim 1, wherein the ink ejection elements are arrayed on one surface of the substrate and the resist material is substantially flush with the said one surface.
5. An inkjet printhead as claimed in claim 1, wherein the resist material only partially fills the depth of the ink supply slot.
6. An inkjet printhead as claimed in claim 1, wherein the ink feed holes are tapered.
7. An inkjet printhead as claimed in claim 6, wherein the cross-sectional area of the ink feed holes increases away from the ink ejection elements.

8. An inkjet printhead as claimed in claim 1, wherein the plurality of ink ejection elements are arrayed on one surface of the substrate alongside the ink supply slot, and wherein the printhead further includes a structure covering the said one surface of the substrate and the ink ejection elements, the structure defining a plurality of ink ejection chambers associated respectively with the ink ejection elements, an ink supply path from the ink supply slot to the ink ejection elements, and a plurality of ink ejection orifices each leading from a respective ink ejection chamber to an exposed outer surface of the structure.

9. A method of making an inkjet printhead comprising providing a substrate having at least one ink supply slot extending through the thickness thereof to provide fluid communication between an ink supply and a plurality of ink ejection elements, filling the ink supply slot to at least part of its depth with a resist material, and selectively exposing and developing the resist material to provide a plurality of ink feed holes therethrough forming a filter.

10. A method as claimed in claim 9, wherein the step of filling the ink supply slot to at least part of its depth with a resist material comprises applying a conformal sheet material to one surface of the substrate, at least partially filling the ink supply slot from the opposite surface of the substrate with a flowable resist material, treating the resist material to harden it without destroying its ability to be selectively exposed and developed, and removing the conformal sheet material.

11. A method as claimed in claim 10, wherein the ink ejection elements are arrayed on one surface of the substrate

and the method further includes forming a plurality of ink ejection chambers associated respectively with the ink ejection elements, the ink ejection chambers being formed at least in part by providing a resist layer on the said one surface and selectively exposing and developing the resist layer.

12. A method as claimed in claim 11, wherein the resist layer is applied as a liquid.

13. A method as claimed in claim 11, wherein the resist layer is applied as a dry sheet material.

14. A print cartridge comprising a cartridge body having at least one aperture for supplying ink from at least one ink reservoir to a printhead, and a printhead as claimed in claim 1 mounted on the cartridge body with said at least one aperture in fluid communication with said at least one ink supply slot in the printhead.

1. Abstract

An inkjet printhead having a substrate and having at least one ink supply slot extending through the thickness thereof and providing fluid communication between an ink supply and a plurality of ink ejection elements, wherein the ink supply slot is filled to at least part of its depth with a selectively exposed and developed resist material having a plurality of ink feed holes therethrough forming a filter.

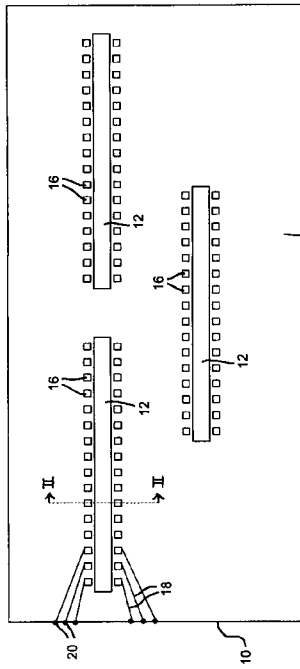


Fig. 1

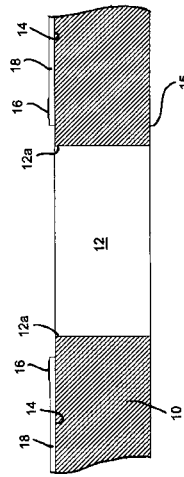


Fig. 2

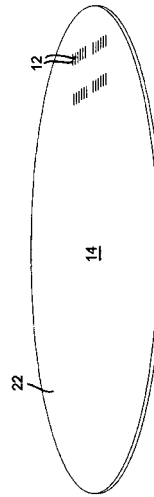


Fig. 3

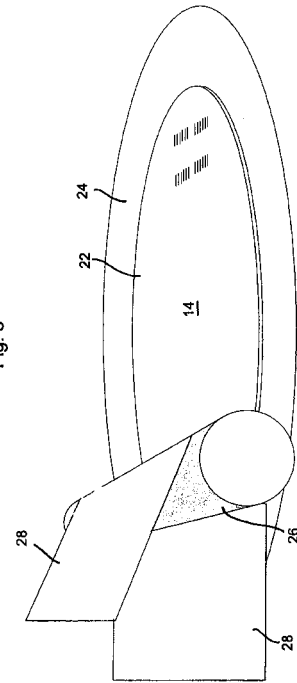


Fig. 4

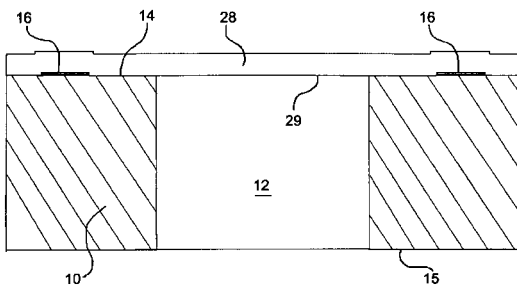


Fig. 5A

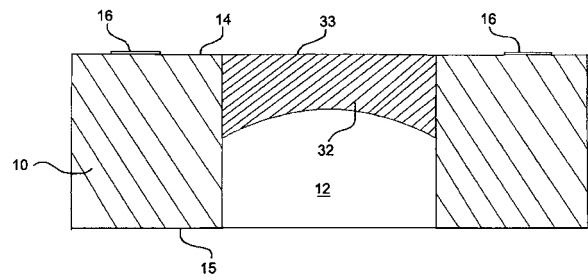


Fig. 5C

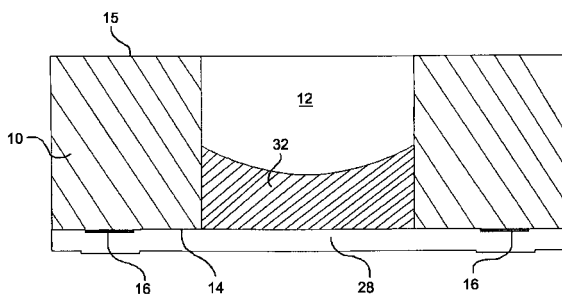


Fig. 5B

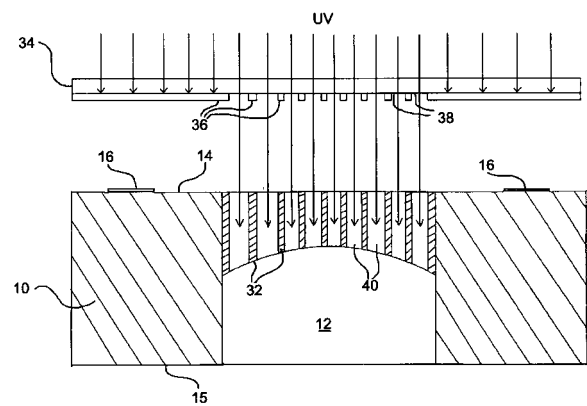


Fig. 5D

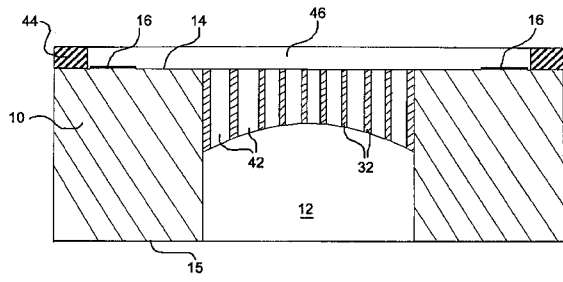


Fig. 5E

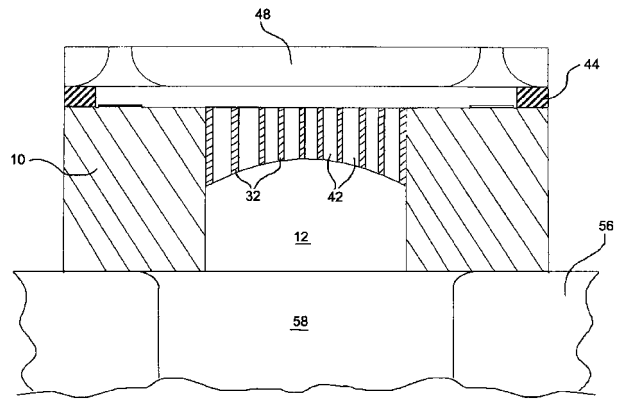


Fig. 5G

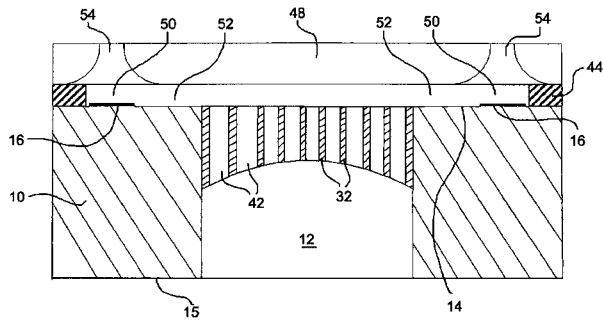


Fig. 5F

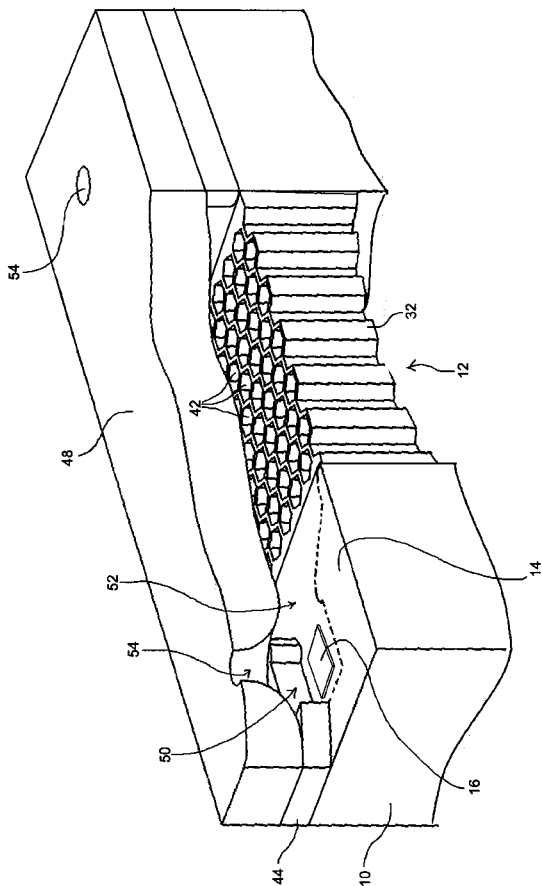


Fig. 6