

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5139444号  
(P5139444)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int.Cl.  
B 4 1 J 2/05 (2006.01)

F I  
B 4 1 J 3/04 1 O 3 B

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-541309 (P2009-541309)	(73) 特許権者	590000846
(86) (22) 出願日	平成19年12月4日 (2007.12.4)		イーストマン コダック カンパニー
(65) 公表番号	特表2010-512262 (P2010-512262A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(43) 公表日	平成22年4月22日 (2010.4.22)		スター ステート ストリート 343
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/024836	(74) 代理人	100075258
(87) 国際公開番号	W02008/073242		弁理士 吉田 研二
(87) 国際公開日	平成20年6月19日 (2008.6.19)	(74) 代理人	100096976
審査請求日	平成22年11月29日 (2010.11.29)		弁理士 石田 純
(31) 優先権主張番号	11/609,365	(72) 発明者	レベンス ジョン アンドリュウ
(32) 優先日	平成18年12月12日 (2006.12.12)		アメリカ合衆国 ニューヨーク ラッシュ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ラッシュ スコッツヴィル ロード 1 819

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体射出装置および液体射出装置を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各部分が液体供給部を画定する基板と、  
各液体チャンバが、前記基板の上に配置され、ノズルプレート及びチャンバ壁を含み、前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁が無機材料を含み、各液体チャンバの中に液体が存在するときに前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁の無機材料が液体と接触可能である、複数の液体チャンバと、  
前記基板の上に配置された有機材料の領域であって、各液体チャンバの中に液体が存在するときに前記有機材料の領域が液体と接触不可能なように前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁に対して配置される有機材料の領域と、  
を備え、  
前記液体供給部の同一側に配置された隣接する液体チャンバの間には有機材料の領域が存在しない、液滴射出装置。

【請求項 2】

基板と、  
液体を収容するための液体チャンバであって、前記液体チャンバが、前記基板の上に配置され、ノズルプレート及びチャンバ壁を含み、前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁が無機材料を含み、前記チャンバの中に液体が存在するときに前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁の無機材料が前記液体と接触可能であり、前記ノズルプレートが上部表面を含み、前記チャンバ壁が、互いに間隔をあけた無機材料の2つの壁部分を含み、前記2つ

の壁部分の間に空隙が存在するようになっており、前記空隙が、前記ノズルプレートの上部表面まで延在する、液体チャンバと、

前記基板の上に配置された有機材料の領域であって、前記チャンバの中に液体が存在するときに前記有機材料の領域が前記液体と接触不可能なように前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁に対して配置される有機材料の領域と、

を備える液滴射出装置。

【請求項 3】

液体射出装置を製造する方法であって、

基板を設け、

前記基板の上に複数の液体チャンバを形成し、このとき、

前記基板の上に有機材料を設け、

前記有機材料にパターン形成して各液体チャンバのチャンバ壁のための領域を作成し

、  
パターン形成された前記有機材料の上に無機材料を堆積させて各液体チャンバのためのノズルプレート及びチャンバ壁を形成し、各液体チャンバの中に液体が存在するときに前記ノズルプレート及び前記チャンバ壁の無機材料が液体と接触可能とし、

パターン形成された前記有機材料の一部を除去し、有機材料の領域が残り、隣接する液体チャンバのチャンバ壁がその境界となるようにし、各液体チャンバの中に液体が存在するときに前記有機材料の領域が液体と接触不可能とする、

ことを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、モノリシックに形成された液体チャンバに関し、特に、インクジェット装置及びその他の液滴射出装置に用いる液体チャンバに関する。

【背景技術】

【0002】

ドロップ・オン・デマンド（DOD）方式の液体放出装置が、長年、インクジェット印刷システムにおけるインク印刷装置として知られている。初期の装置は、例えば、カイザー（Kyser）らの米国特許第 3,946,398 号明細書及びシュテム（Stemme）の米国特許第 3,747,120 号明細書に開示されているような圧電アクチュエータによるものであった。インクジェット印刷の現在普及している形態であるサーマルインクジェット（又は、“バブルジェット”（登録商標））では、ハラ（Hara）らの米国特許第 4,296,421 号明細書に記載されているように、電気抵抗ヒータを用いて蒸気気泡を発生させることで液滴の放出を行う。液滴射出装置の市場の大部分がインクの印刷を行うためのものであるが、例えば、ポリマーや導電性インクの射出あるいは薬物送達のような、その他の市場も生まれてきている。

【0003】

これまで、プリントヘッドを製造するには、プリントヘッド上にノズルプレートを積層することが必要であった。この方法では、ノズルをヒータに整列させるのが難しい。また、ノズルプレートの厚さが一定の厚さを超えるものに限定される。最近では、光画像形成技術を用いたプリントヘッド製造方法によりモノリシックプリントヘッドが開発されている。各構成要素は、様々な材料の層を選択的に追加したり取り除いたりすることによって基板上に作成される。

【0004】

オオクマ（Ohkuma）らの米国特許第 5,478,606 号明細書には、インク流路及びチャンバをノズルプレートとともにモノリシックに作成する方法が開示されている。図 1 に示す従来技術の装置では、基板 1 が電熱素子 2 とインクフィードポート（インク供給口）3 とを備える。チャンバ 4 を含むインク流路を画定する溶解性樹脂の上に光パターン形成可能な樹脂 5 が形成される。溶解性樹脂はその後除去されインク流路及びチャンバを形

10

20

30

40

50

成する。

【 0 0 0 5 】

インク流路及びチャンバを形成する方法において、電熱素子 2 を含む基盤とインク流路形成部材の接合は、流路形成部材となる樹脂 5 の接着力に依拠する。インクジェットヘッドの中で流路及びチャンバは、通常の使用状態では常にインクで満たされているので、基板と流路形成部材とが接合する部分の周辺は常にインクと接触している。従って、流路形成部材となる樹脂材料の接着力のみによって接合される場合に、インクの影響でこの接着が劣化することがある。特に、アルカリ性インクでは接着が不良である。

【 0 0 0 6 】

さらに、ほとんどのサーマルインクジェットヘッドでは、樹脂材料が、様々な領域で、例えば、窒化ケイ素や酸化ケイ素のような無機層に接着する。また、キャビテーション保護用のタンタル層に樹脂が接着する領域もある。流路形成部材となる樹脂系材料に対して、そのようなタンタル層の接着力は、窒化ケイ素層よりも低い。このため、樹脂がタンタル層から剥がれ落ちることもある。これを防ぐために、ヤベ (Yabe) の米国特許第 6 , 6 7 6 , 2 4 1 号明細書には、基板と流路形成部材との間にポリエーテルアミド樹脂からなる接着層を形成することが開示されている。この場合、窒化ケイ素又はタンタル層と、これに接合する流路部材樹脂との間により良い接着を保つことができる。但し、電熱素子と接触する部分がないように、この接着層を正確にパターン形成することが重要である。この層をパターン形成する場合には、製造時に追加の工程を伴うので、経費が増加し、歩留まりが低下する。また、流路部材となる樹脂は依然としてインクと接触しているので、膨張して、これと接着層との間に応力を生じさせ、さらに流路部材の剥離を生じさせる場合もあるであろう。

【 0 0 0 7 】

また、スタウト (Stout) らの米国特許第 6 , 7 3 9 , 5 1 9 号明細書には、犠牲レジスト層の上に光画定可能なエポキシを用いて、あるいは代替的に、光画定可能なエポキシの二重露光により、インク流路及びチャンバをノズルプレートとともにモノリシックに作成する方法が開示されている。この特許では、エポキシノズルプレートと基板とを接着させ続けるという課題について記載されている。エポキシは、熱膨脹率が基板よりもはるかに大きいので、各ヒータの点火 (firing) 中に熱応力が生じ、層間剥離に繋がることもある。上記特許では、ノズルプレートと基板との間に下塗り層を用いることが提案されている。但し、エポキシ境界面は、依然としてヒータの近傍にある。

【 0 0 0 8 】

樹脂材料で作成されたノズルプレートは気体透過性である。従って、ノズルプレートの下チャンバの中のインクは、蒸発する量が多くなる。その結果、チャンバの中では、例えば、粘度のような、インクの性質が変化し、射出特性が劣化してしまうことがある。また、外からチャンバの中に入ってくる空気によって、気泡が生じ、さらに射出を劣化させることもある。イノウエ (Inoue) らの米国特許第 6 , 1 8 6 , 6 1 6 号明細書には、ノズルプレート樹脂の上層に金属層をさらに設けて空気を取り込まないようにすることが開示されている。但し、樹脂と金属層とが良好に接着されるように注意する必要がある。また、この金属は、腐食しないように、インクと相性のよいものでなければならない。樹脂材料の温度的な制約のため、より高温で堆積させられる材料を用いることはできない。

【 0 0 0 9 】

チャンバの内側がエポキシで形成されていることで、もう一つの問題となるのが、チャンバ壁のインクに対する濡れ性である。チャンバ内壁がインクに対して濡れ性があることが重要である。そうでなければ、ヘッドを充填することが難しくなる。また、液滴が射出された後、チャンバは、インクがなくなり、さらに液滴を発射 (fired) することが可能となる前に完全に再充填されなければならない。壁に濡れ性がないと、再充填プロセスが妨げられることになる。エポキシ壁の接触角は、例えば、酸素プラズマにさらすことによって小さくすることができる。但し、その表面は、時間が経つにつれて濡れ性のない状態に戻る。また、酸素プラズマによって、エポキシの表面が粗くなり、これによって、さら

10

20

30

40

50

に再充填が妨げられる。

【 0 0 1 0 】

このため、例えば、酸化ケイ素又は窒化ケイ素のような、インクに対して濡れ性があるチャンバ内壁のための代わりとなる選択肢があれば好都合であろう。そのような層は、プリントヘッドに用いられる基板層に対して優れた接着性を有する。これらの層は、高温で堆積させられ、かつ、インクと接触した状態で用いるためのその他の優れた特性、例えば、材料頑強性、低熱膨張性、低吸湿性、透湿性のような特性を有する。

【 0 0 1 1 】

ラマスワミ (Ramaswami) らの米国特許第 6, 482, 574 号明細書には、全無機チャンバが開示されている。これは、厚い酸化物の層を 5 ~ 20  $\mu\text{m}$  堆積させ、パターン形成及びエッチングによりチャンバを形成し、このチャンバの中に犠牲層を充填した後にこれを平坦化し、ノズルプレートを堆積させ、犠牲材料を除去することによって得られる。この方法には、チャンバ領域の中に犠牲材料を充填し平坦化するという難しい工程が含まれる。平坦化が行われなければ、チャンバの高さにばらつきが生じ、チャンバとノズルプレートとの間の接着性が低下する。また、上記特許の発明者らは、犠牲材料に温度制限がある場合にノズルプレートのための高品質の誘電材料を堆積させる難しさについても述べている。また、長い堆積時間とエッチング時間とをかけてそのような厚い酸化物の層を加工することも難しい。また、そのような厚い層が基板に残ると応力がたまるため亀裂が入りやすい。

【 0 0 1 2 】

本願と同一譲受人に譲渡された米国特許第 6, 644, 786 号明細書には、熱アクチュエータ液滴射出装置のためのチャンバ形成方法が開示されている。光画像形成可能ではないポリイミドを犠牲層としてパターン形成して、例えば、酸化ケイ素や窒化ケイ素のような高温無機構造層の堆積を可能にし、チャンバ壁及びノズルプレートを形成する。この場合、チャンバ壁とノズルプレートの両方を画定するのに無機層をたった一回だけ堆積させればよい。

【 0 0 1 3 】

上記特許では、ただ一つの熱アクチュエータを取り囲むチャンバの形成について記載されている。サーマルバブルジェットヒータ群を液滴射出装置として用いてこのプロセスを拡張することについての記載はない。大規模アレイ群の射出装置であって、これに対応する大面積のインクフィードポートを備えたものにそのチャンバ形成を拡張することについての記載も、どのようにしてこの供給ラインを構造的に支えるかについての記載もない。構造設計において拡張可能であることは重要である。大規模なアレイ状の液滴射出装置を含むチップは、さらに、そのチップ上に駆動回路と論理回路とを含み、これらはインクから保護されなければならない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 3, 946, 398 号明細書

【 特許文献 2 】 米国特許第 3, 747, 120 号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許第 4, 296, 421 号明細書

【 特許文献 4 】 米国特許第 5, 478, 606 号明細書

【 特許文献 5 】 米国特許第 6, 676, 241 号明細書

【 特許文献 6 】 米国特許第 6, 739, 519 号明細書

【 特許文献 7 】 米国特許第 6, 186, 616 号明細書

【 特許文献 8 】 米国特許第 6, 482, 574 号明細書

【 特許文献 9 】 米国特許第 6, 644, 786 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

本発明は、複数の液体チャンバを備えた液滴射出装置であって、チャンバ壁及びノズルプレートが無機材料からなり、犠牲有機材料を用いて形成される、液滴射出装置を提供することを目的とする。

【0016】

また、本発明は、液体供給フィードから懸垂された有機材料の領域を設け、液滴射出装置の力学的頑強性を高めることを目的とする。

【0017】

また、本発明は、液滴射出装置の液体供給フィードの中にリブを設け、液滴射出装置の力学的頑強性をさらに高めることを目的とする。

【0018】

また、本発明は、チャンバ壁の中に空隙を設け、構造体の応力を低減させることを目的とする。

【0019】

また、本発明は、液滴射出装置の回路の上に有機材料層を設け、インクから保護することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明の1つの態様によれば、液滴射出装置が、基板と複数の液体チャンバとを含む。この基板の各部分が液体供給部を画定する。各液体チャンバは、基板の上に配置され、ノズルプレート及びチャンバ壁を含む。ノズルプレート及びチャンバ壁は、無機材料を含む。各液体チャンバの中に液体が存在するときに、ノズルプレート及びチャンバ壁の無機材料は、液体と接触可能である。有機材料の領域が、基板の上に配置され、各液体チャンバの中に液体が存在するときに、この有機材料の領域が液体と接触不可能なようにノズルプレート及びチャンバ壁に対して配置される。液体供給部の両側に配置された隣接する液体チャンバのチャンバ壁が、この有機材料の領域の境界となる。

【0021】

本発明のもう1つの態様によれば、液滴射出装置が、基板と複数の液体チャンバとを含む。この基板の各部分が液体供給部を画定する。各液体チャンバは、基板の上に配置され、ノズルプレート及びチャンバ壁を含む。ノズルプレート及びチャンバ壁は、無機材料を含む。各液体チャンバの中に液体が存在するときに、ノズルプレート及びチャンバ壁の無機材料は、液体と接触可能である。有機材料の領域が、基板の上に配置され、各液体チャンバの中に液体が存在するときに、この有機材料の領域が液体と接触不可能なようにノズルプレート及びチャンバ壁に対して配置される。液体供給部の同一側に配置された隣接する液体チャンバの間には有機材料の領域が存在しない。

【0022】

本発明のもう1つの態様によれば、液滴射出装置が、基板と、液体を収容するための液体チャンバと、を含む。この液体チャンバは、基板の上に配置され、ノズルプレート及びチャンバ壁を含む。ノズルプレート及びチャンバ壁は、無機材料を含む。チャンバの中に液体が存在するときに、ノズルプレート及びチャンバ壁の無機材料は、この液体と接触可能である。ノズルプレートは、上部表面を含む。チャンバ壁は、互いに間隔をあけた無機材料の2つの壁部分を含み、これら2つの壁部分の間に空隙が存在するようになっている。この空隙は、ノズルプレートの上部表面まで延在する。有機材料の領域が、基板の上に配置され、チャンバの中に液体が存在するときに、この有機材料の領域が液体と接触不可能なようにノズルプレート及びチャンバ壁に対して配置される。

【0023】

本発明のもう1つの態様によれば、液体射出装置を製造する方法において、基板を設け、この基板の上に複数の液体チャンバを形成し、このとき、基板の上に有機材料を設け、この有機材料にパターン形成して各液体チャンバのチャンバ壁のための領域を作成し、パターン形成された有機材料の上に無機材料を堆積させて各液体チャンバのためのノズルプレート及びチャンバ壁を形成し、各液体チャンバの中に液体が存在するときにノズルプレ

10

20

30

40

50

ート及びチャンバ壁の無機材料が液体と接触可能とし、パターン形成された有機材料の一部を除去し、有機材料の領域が残り、隣接する液体チャンバのチャンバ壁がその境界となるようにし、各液体チャンバの中に液体が存在するときに有機材料の領域が液体と接触不可能とする。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】従来技術のインクジェットプリントヘッドを示す概略断面図である。

【図2】本発明のインクジェット印刷システムを示す概略図である。

【図3】本発明のインクジェットプリントヘッドを示す概略上面図である。

【図4】本発明のノズルアレイ付近のインクジェットプリントヘッドを示す切欠き上面図である。

10

【図5A】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図5B】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図5C】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

20

【図5D】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図5E】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図5F】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図5G】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

30

【図5H】本発明のチャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッドを形成するプロセスを示す図であって、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通過して切り取った断面図である。

【図6】本発明のプリントヘッドの一部を示す切取図である。

【図7】本発明のアレイ状のリブを備えた基板1を示す図である。

【図8】本発明のプリントヘッドのインクチャンバ領域の一端を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

40

以下に記載の本発明の好適な実施の形態についての詳細な説明において、添付の図面を参照する。本明細書では、特に、本発明による装置の一部をなす各要素、又は本発明による装置とより直接的に連絡する各要素について説明する。具体的に図示又は説明されていない各要素については、当業者によく知られた様々な形態をとりうるということは言うまでもない。

【0026】

以下に説明するように、本発明によれば、液滴射出装置のためのノズルプレート及びチャンバを形成するための方法が提供される。そのような装置のうちの最もありふれたものが、インクジェット印刷システムにおけるプリントヘッドとして用いられている。数多くのその他の用途が新たに現れつつあるが、それらの用途では、インクジェットプリントヘ

50

ッドと同様の装置を用いるが、インク以外の、精密に計量され高い空間精度で堆積させられる必要がある液体を放出する。インクジェット及び液滴射出装置という用語は、本明細書において区別なく用いられる。また、以下に説明される本発明によれば、液滴射出装置のための改良されたチャンバ及びノズルプレートが提供される。

#### 【0027】

図2は、本発明によって製造された液滴射出装置を組み込むインクジェット印刷システム10の概略図である。このシステムは、画像データ源12を含み、これによって供給される信号を、液滴を印刷するための命令としてコントローラ14が受け取る。コントローラ14は、電気パルス源16に信号を出力する。電気パルス源16は、次に、電気エネルギーパルスからなる電氣的な電圧信号を発生させ、これらの各パルスが、インクジェットプリントヘッド20内の電熱ヒータ2に印加される。パルス源16は、プリントヘッドとは別体であってもよい。好適な実施の形態において、パルス源16は、プリントヘッドの中に一体化される。インクジェットプリントヘッド20は、アレイ状のノズル18と、これらに対応付けられた電熱ヒータ2とを含む。インク槽90が、プリントヘッドにインクを供給する。電気エネルギーパルスによって、パルス印加された電熱ヒータに対応付けられたノズル18を通じて液体を射出させ、記録媒体100上に着地するインク液滴50を放出する。

10

#### 【0028】

図3は、図2のインクジェットプリントヘッド20の概略上面図を示す。1つの実施の形態において、各ノズル18は2列に配列される。各列のノズルをずらすことで、ヘッドのn p i解像度が決定される。その他の実施の形態において、各列のノズルアレイを互い違いに配置してもよいし、各ノズルを2次元アレイ状にパターン形成してもよい。本発明のインクジェットプリントヘッドは、640個よりも多いノズルの大規模アレイを備えてもよいし、拡張可能であってもよい。また、プリントヘッド内に含まれるものとしては、各ヒータのパワーM O S F E T駆動回路及びC M O S制御論理回路があるが、これらについては、図3に概略的に示す。この回路は、インクジェットプリントヘッドの寿命の間にわたって、インクから保護されなければならない。ボンドパッド19は、プリントヘッドと電氣的な接続をとるためのものであり、プリントヘッドの周辺部に配置される。

20

#### 【0029】

図4は、ノズルアレイ付近のインクジェットプリントヘッド20の一部分の上面図を示す。各ノズル18は、対応する電熱ヒータの上方に配置される。また、上から見えるものとしては、ヒータとノズルの各対のチャンバを画定するチャンバ壁38と、フィルタとして機能するとともに、液滴射出中及び再充填中における流体インピーダンスを制御するピラーアレイ46と、中央支持領域8を画定する中央支持領域壁56と、がある。中央支持領域壁の中には隔壁支持構造57があり、これは、基板の中に配置されたリブ構造の上に配置されている。

30

#### 【0030】

図5A～図5Hに、チャンバ及びノズルプレートが無機層で形成されるインクジェットプリントヘッド20を形成するプロセスを、図4に示した実施の形態の切断線A-Aを通じて切り取った両方の列のノズル領域を示す断面図により示す。図5Aは、チャンバ形成前の基板を示す。ここで、駆動回路及び制御回路(図示せず)が基板1上にすでに形成されている。また、図示されているものとしては、電熱ヒータ2を含む、薄膜スタック22がある。基板1は、1つの実施の形態において、シリコン(ケイ素)である。その他の実施の形態において、基板1は、多結晶シリコン、シリカ、ステンレス鋼、又はポリイミドのうちのいずれかである。

40

#### 【0031】

断熱層24は、例えば、堆積させられた二酸化ケイ素、フィールド酸化物、ガラス(B P S G)、オキシナイトライドのような、様々な材料で形成することができる。この層によって、電熱素子2と基板1との間に熱的及び電氣的な絶縁が得られる。この断熱層24の上には、電気抵抗ヒータ層26がある。この電気抵抗ヒータ層は、この実施の形態にお

50

いて、三元のタンタルシリコン窒化物 (Tantalum Silicon Nitride) 材料で形成される。

【 0 0 3 2 】

導電性層 2 8 が電気抵抗ヒータ層 2 6 の上に堆積させられる。導電性層 2 8 は、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金であって、銅及びシリコンのうちの少なくともいずれか一方を含むもののような、MOS 製造に一般に用いられる金属で形成される。導電性層 2 8 は、パターン形成されエッチングされて導電性の線 (traces) を形成し、これが、インクジェットプリントヘッド 2 0 上に作成された制御回路に接続するとともに、電熱ヒータ 2 を画定する。

【 0 0 3 3 】

次に、図 5 A に示すように、絶縁パッシベーション層 3 0 が堆積させられる。この絶縁パッシベーション層 3 0 は、窒化ケイ素、酸化ケイ素、炭化ケイ素、又はこれらの材料のいずれかの組み合わせで形成することができる。絶縁パッシベーション層 3 0 の上に、保護層 3 2 が堆積させられる。保護層 3 2 は、タンタル、タンタルシリコン窒化物、又は両方の材料の組み合わせで形成される。この層によって、電熱ヒータがインクから保護される。2つのインクフィードポート (インク供給口) 6 がノズルの各列に1つずつ、薄膜スタックを貫通して基板 1 までエッチングされる。2つのインクフィードポートの間には、チャンバ中央支持領域 8 がある。また、一部の層又は薄膜スタック全体が、インクフィードポート間における中央支持領域 8 の下側部分を画定するのに用いられる。

【 0 0 3 4 】

図 5 B は、本発明の1つの実施の形態を示しており、ここで、有機材料 4 8 が、コーティング又は塗布される。1つの実施の形態において、有機材料 4 8 は、光画像形成可能ではないポリイミドである。選択されるポリイミドは、熱膨脹率が低く、平坦化特性が良好であって、例えば、光活性化化合物のような、添加された成分がないものである。1つのそのようなポリイミドとしては、HDマイクロシステムズ社 (HD Microsystems) 製の P I 2 6 1 1 がある。有機材料 4 8 によって、チャンバの高さが画定される。イミド化バーク後の有機材料 4 8 の厚さは、8 ~ 1 6  $\mu\text{m}$  の範囲である。この実施の形態において、その高さは、1 2 ~ 1 4  $\mu\text{m}$  の範囲である。イミド化バークは、3 0 0 ~ 4 0 0 の間の温度で一時間行われる。この実施の形態において、すべての後工程温度以上の温度が選択される。

【 0 0 3 5 】

図 5 C に、有機材料 4 8 上に堆積させられたハードマスク 5 2 を示す。ハードマスク 5 2 は、PECVD によって堆積させられた窒化ケイ素、酸化ケイ素、又はスパッタリングによって堆積させられたアルミニウムである。好適な実施の形態において、ハードマスク 5 2 は、窒化ケイ素である。ハードマスク画定レジスト層 5 1 がコーティングされパターン形成される。このパターンは、例えば、窒化物の場合、フッ素系プラズマエッチングを用いてドライエッチングによってハードマスク 5 2 に転写される。

【 0 0 3 6 】

図 5 D に示すように、ハードマスク 5 2 のパターンは、さらに、例えば、酸素を主ガス成分とする誘導結合プラズマエッチングのような、低圧高密度プラズマを用いて有機材料 4 8 に転写される。このエッチング中に、ハードマスク画定レジスト層 5 1 は除去される。転写されたパターンによって、チャンバ壁 3 8、フィルタピラー 4 6 (図示せず)、及び中央支持領域壁 5 6 のための各開口が形成されることになる。これらの構成の各々の幅は異なっているもよい。1つの実施の形態において、チャンバ壁は、8 ~ 1 0  $\mu\text{m}$  幅である。高イオン密度低圧プラズマエッチングでは、高いエッチング速度が得られ、正確なチャンバ形状とすることができるような、アンダーカットがきわめて小さい非常に垂直なエッチング断面となる。ハードマスク 5 2 は、さらに、ドライエッチング又はウェットエッチングを用いて除去される (この工程は図示せず)。有機材料 4 8 は、3つの領域に分割される。すなわち、基板上の回路を保護するとともに、チャンバから離れた各領域においてノズルプレートを構造的に支えるポリイミドパッシベーション領域 4 0 と、インクフィードの上のノズルプレートを構造的に支えるポリイミド中央フィード支持体 4 1 と、プリ

10

20

30

40

50



ントヘッドの中のインクが位置することになる領域を画定する犠牲ポリイミド領域 5 4 と、に分割される。

【 0 0 3 7 】

図 5 E において、無機材料層が堆積させられ、無機チャンバ 3 4 及び上部ライナー層 4 2 が形成される。この無機材料層は、窒化ケイ素、炭化ケイ素、又は酸化ケイ素である。好適な実施の形態において、酸化ケイ素が、300 ~ 400 でプラズマ促進化学蒸着法 (PECVD) を用いて堆積させられる。このような高温での堆積は、犠牲ポリイミド層 5 4 を用いることで可能となるもので、レジストを犠牲層として用いる従来技術では不可能である。この結果、より高密度でより高品質の材料が堆積させられることとなり、これは、よりインク耐性がある、より良好な接着特性を有することになる。また、堆積前に短時間のスパッタエッチングを行い、接着性をさらに向上させることもできる。酸化ケイ素無機チャンバ 3 4 は、親水性のチャンバとなり、疎水性のより高い従来技術のポリマーチャンバに比べて、インク充填が容易になり、気泡の形成が起こりにくい。無機チャンバ 3 4 の上部ライナー層 4 2 及びノズルプレート 4 4 を画定する無機材料の厚さは、3  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$  の間であり、より好適には、7 ~ 8  $\mu\text{m}$  である。1つの実施の形態において、ノズルプレートの厚さは、有機材料 4 8 の厚さよりも薄い。一般に、この堆積技術によれば、本実施の形態のチャンバ壁 3 8 の場合、50 ~ 60 % の側壁カバレッジが得られるが、これは、チャンバ壁の開き具合に依存する。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 F には、フォトリソパターニング及びフッ素系プラズマを用いたドライエッチングによってノズルプレート 4 4 に形成されたノズル 1 8 を示す。このエッチング処理によって、7  $\mu\text{m}$  の無機層の中に側壁角度が 84 度よりも大きいノズルが得られる。このエッチング中に、各ボンドパッドの上の無機ライナー層が除去され、各ボンドパッド 1 9 が開口される。

20

【 0 0 3 9 】

基板 1 は、必要に応じて、厚さ 300 ~ 400  $\mu\text{m}$  まで薄くし、裏面にレジストでパターン形成される。図 5 G において、このパターンは、当該技術分野においてよく知られているように、ボッシュプロセスによるディープリアクティブイオンエッチングを用いてシリコン基板 1 を貫通してエッチングされ、インクフィールド (インク供給部) 3 を形成し、基板 1 の中に液体供給部を画定する。

30

【 0 0 4 0 】

図 5 H に示すように、犠牲ポリイミド領域は、高圧酸素プラズマを用いて基板の背面及び各ノズルを通じて除去される。犠牲ポリイミド層が除去されることで、結果として、無機インクチャンバ 3 6 及びインクフィールドポート 6 が形成されることになる。ポリイミドパッシベーション 4 0 は、ウェーハ上に残り、回路を保護する。ポリイミド中央フィード支持体 4 1 も残る。パッシベーション 4 0 及び中央フィード支持体 4 1 は両方とも、各チャンバ壁がその境界となっているので、チャンバ 3 6 の中に液体が存在するときに液体が接触可能ではない。

【 0 0 4 1 】

図 6 は、ノズルプレートの一部が取り除かれたプリントヘッドの切取図を示す。無機材料層によって、チャンバ壁 3 8 が形成されている。図示されているように、チャンバ壁の各々が、空隙 7 2 を含む。我々は、チャンバ壁 3 8 を形成するときにこの空隙を維持することが重要であるということに気が付いている。この空隙が一般に上端においてつながるところまで、無機材料層の堆積が続くのであれば、このつながった部分のさらに加わる応力によって、無機材料層に亀裂が生じることになる。この空隙を形成するために、無機層の堆積前のチャンバ壁のための開口は、ノズルプレート 4 4 の厚さ以上となるように設計される。従って、2つの壁部分及び空隙の合計幅は、ノズルプレートの厚さよりも大きい。チャンバ間の間隔を最小限にするために、各液体チャンバ間のチャンバ壁は、有機材料を含まない。

40

【 0 0 4 2 】

50

また、無機材料層によって、ピラー 46 も形成される。この実施の形態において、各ピラー 46 は延在し、保護及び絶縁のための各パッシベーション層を貫通して基板 1 に連結される。その他の実施の形態において、フィルタピラー 46 は、上部ノズルプレート 44 から懸垂されるようにしてもよい。

#### 【0043】

また、図 6 には、中央支持領域 8 の一部切欠き図を示す。中央支持領域は、基板の上に配置された有機材料の領域を含み、これは、プリントヘッドの中にインクが存在するときにインクと接触不可能である。1つの実施の形態において、中央支持領域は、ポリイミドで構成され、液体供給インクフィード 3 の上に懸垂された無機中央支持領域壁がその境界となる。中央支持領域の両側には、インクフィードポート 6 があり、これらは、インクフィード 3 の上方にあって、液体インクフィード供給部の両側にある 2 列の各ノズル 18 にインクを供給する。

10

#### 【0044】

図 6 には、リブ 74 も示されており、これは、基板 1 の中に形成され、インクフィード 3 の中に配置され、中央支持領域につながっている。インクフィードに沿って複数のリブがある。これらのリブによって、プリントヘッドに機械的な強度が与えられる。

#### 【0045】

図 7 は、インクフィード 3 にアレイ状のリブ 74 を備えた基板 1 のみを示す。基板 1 の中のインクフィード 3 が長いと、基板の機械的な強度が低下し、ねじり曲げによって破損しやすくなる。インクフィード全体にわたってリブ 74 を加えることで、この弱点が大幅に緩和される。間隔が 1.5 mm より小さい複数のリブを用いることで十分な強度が実現される。このように機械的な強度を高めることは、プリントヘッドの長さが長くなるほど、ますます重要になる。リブを用いることで、大規模アレイ群のノズルにまでプリントヘッドを拡張することが可能となる。

20

#### 【0046】

インクフィードポートに沿ってリブが存在することで、各リブに隣接して配置された各インクチャンバの供給能力がより低くなるために、印刷アーティファクトが生じることがある。我々は、幅が 40  $\mu\text{m}$  未満のリブの場合、そのようなアーティファクトはみられないということが分かっている。代替的に、強度を得るため、そして各リブをエッチングするためのアスペクト比を得るには、我々は、リブ幅が 10  $\mu\text{m}$  より大きくなければならず、また中央支持領域につながっていなければならないということが分かっている。好適な実施の形態において、リブ幅は、15 ~ 25  $\mu\text{m}$  である。これらの幅は、基板の裏面側で測定されたものである。基板のエッチングは完全には異方的ではないので、中央支持領域におけるリブの幅は、この値よりも小さくなる。

30

#### 【0047】

再び、図 6 を参照すると、中央支持領域 8 は、リブと接触した状態となっており、さらに、リブの上に隔壁支持構造 57 を有する。我々は、もしこれを加えないと、中央支持領域 8 の下部層に亀裂が入ることがあるということが分かっている。もしそうだと、犠牲ポリイミドの放出工程の間に中央支持領域のポリイミドが影響を受ける場合がある。この隔壁支持構造 57 を中央支持領域パターンの中に加えることで、この傾向を解消する応力逃がしが加えられる。

40

#### 【0048】

装置領域の残りの部分の上のチャンバの外側に、厚いポリイミドパッシベーション層 40 及び上部ライナー層 42 がある。堆積させられた無機層 34 によって、ノズルプレート 44 及び上部ライナー層 42 の両方が形成される。パッシベーション層 40 と上部ライナー層 42 との組み合わせによって、インクジェットプリントヘッド 20 上の装置回路が、環境影響及びインクとの接触によって劣化しないように保護される。

#### 【0049】

図 8 は、プリントヘッド 20 のインクチャンバ領域の一端を示す。1つの実施の形態において、ポリイミドパッシベーション領域 40 に隣接するチャンバ壁は、ポリイミドパ

50

シベーション領域 40 の方に向かって延在する突起部 76 を含む。これらの突起部は、チャンバ壁の応力逃がしとして機能する。我々は、これらの突起部の曲率半径が 5  $\mu$ m より大きいとノズルプレート 44 に亀裂が入る可能性は低くなるが、突起部の曲率半径が 5  $\mu$ m より小さいと亀裂が入る可能性は高くなるということが分かっている。

#### 【0050】

特定の実施の形態において、無機層 34 は、インクチャンバ 36 を画定するが、この中で、対応する電熱素子 2 によってインクが加熱される。また、無機層 34 は、ノズル 18 を画定するが、これを通して、加熱されたインクが射出され、インク液滴 50 となる。この装置の動作は、以下のとおりである。電気パルスが電熱ヒータ 2 に印加される。熱パルスによって、チャンバの中で気泡の凝集が生じ、これが大きくなって、インクチャンバ 36 からノズル 18 を通じて液滴状にインクを放出させ、また、インクをインクフィードポートの方に押し戻し、インクチャンバの大部分からインクを空にする。この装置の射出頻度は、インクチャンバ 36 を再充填するのにかかる時間によって制限される。疎水性のチャンバ壁の場合は、再充填時間が長くなり、次の発射 (firing) パルスの前までにチャンバの再充填が完了しない原因となる。さらに、この結果、小さな液滴が誤った方向に向けて射出されたり、最悪の場合には、液滴が全く射出されなかったりということになる。また、疎水性のチャンバ壁は、再充填中に気泡を混入させる傾向がより高い。インクフィードポートからチャンバの中に混入させられた気泡によって、液滴射出がさらに悪化する。従来技術において用いられる有機材料は、本発明の無機ライナー層よりも疎水性が高い。本発明によれば、水性インクに対する表面エネルギーがより高い無機材料を用いることによって、チャンバを親水性に調整する自由が得られる。

#### 【0051】

また、我々は、チャンバ壁 38 を形成する、高温でプラズマにより堆積させられた窒化ケイ素及び酸化ケイ素は、エポキシ系の材料に比べて、基板上の保護層及びパッシベーション層に対する接着性が優れているということが分かっている。従って、この装置は、長期にわたって層間剥離が生じにくく、より頑強である。

#### 【0052】

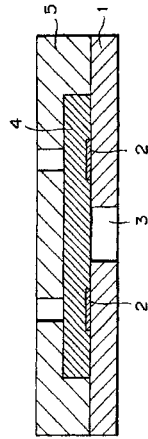
上述のことから、本発明は、各目標及び各目的のすべてを達成するために十分に適合しているものであるということが分かるであろう。以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、これは、例示及び説明のための記載である。網羅的であることや、本発明を開示された形態そのものに限定することを意図したものではない。改良及び様々な変更例が可能であり、これらは、当業者であれば上述の教示に鑑みて認識されるはずである。例えば、本発明は、サーマルバブルジェット装置のチャンバ形成に限定されるものではなく、例えば、熱アクチュエータ又は静電アクチュエータによる、又は圧電作動式の液体装置のような、その他の液滴射出方法のためのチャンバ形成も含む。そのような更なる実施の形態が、添付の各請求項の範囲内に含まれる。

#### 【符号の説明】

#### 【0053】

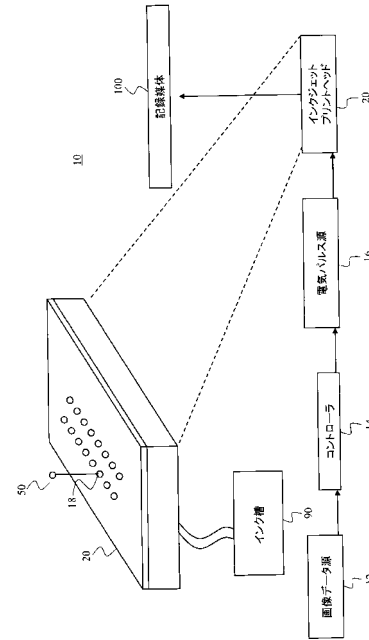
1 基板、2 電熱ヒータ、3 インクフィードポート (インク供給口)、4 チャンバ、5 光パターン形成可能樹脂、6 インクフィードポート、8 中央支持領域、10 インクジェット印刷システム、12 画像データ源、14 コントローラ、16 パルス源、18 ノズル、19 ボンドパッド、20 インクジェットプリントヘッド、22 薄膜スタック、24 断熱層、26 抵抗ヒータ層、28 導電性層、30 絶縁パッシベーション層、32 保護層、34 無機チャンバ、36 チャンバ、38 チャンバ側壁、40 ポリイミドパッシベーション、41 ポリイミド中央フィード支持体、42 上部ライナー層、44 ノズルプレート、46 ピラー、48 有機材料、50 インク液滴、51 ハードマスク画定レジスト層、52 ハードマスク、54 犠牲ポリイミド領域、56 中央支持領域壁、57 隔壁支持構造、72 空隙、74 リブ、76 突起部、90 インク槽、100 記録媒体。

【図 1】

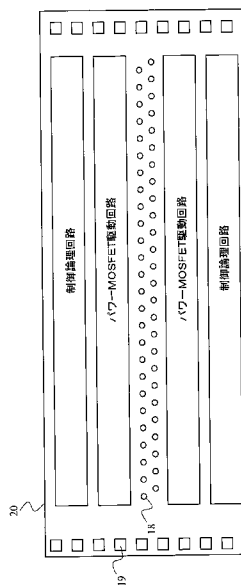


(従来技術)

【図 2】



【図 3】



【図 4】

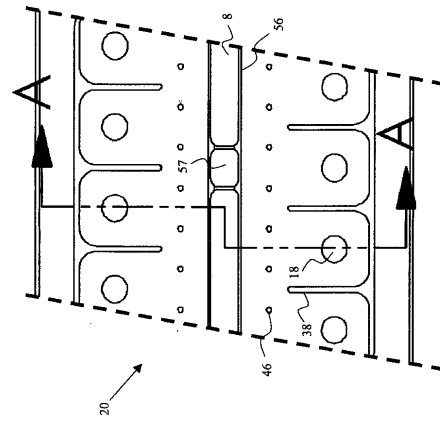


FIG. 4

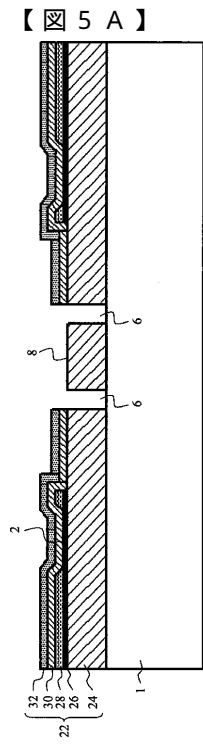


FIG. 5A

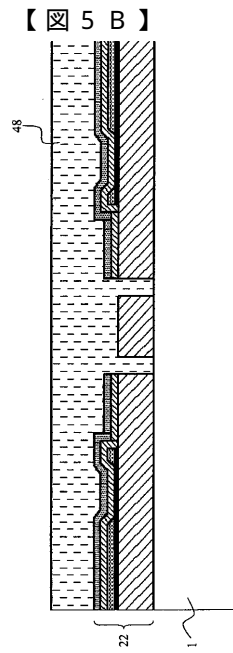


FIG. 5B

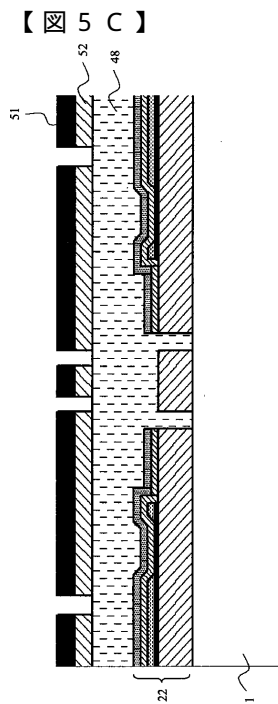


FIG. 5C

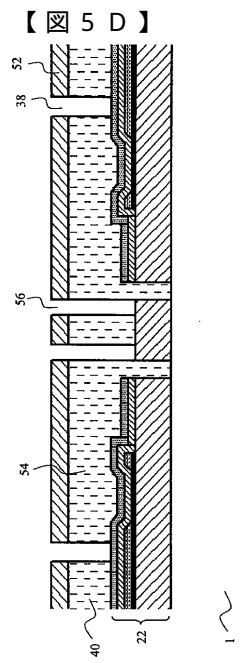


FIG. 5D

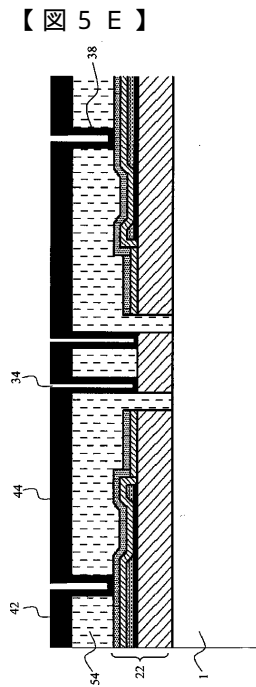


FIG. 5E

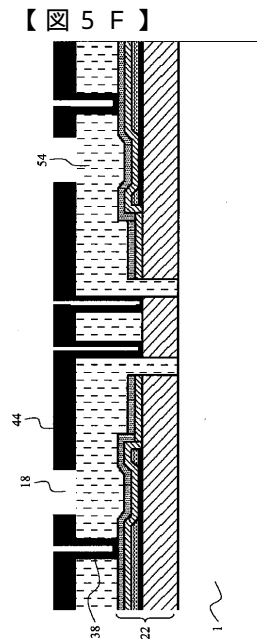


FIG. 5F

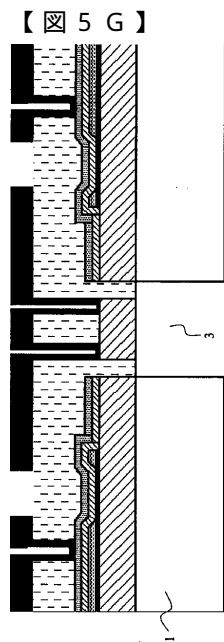


FIG. 5G

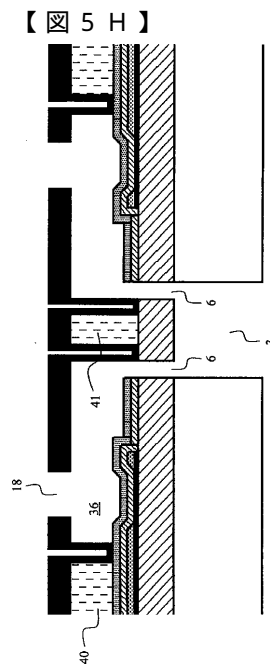


FIG. 5H

【図 6】

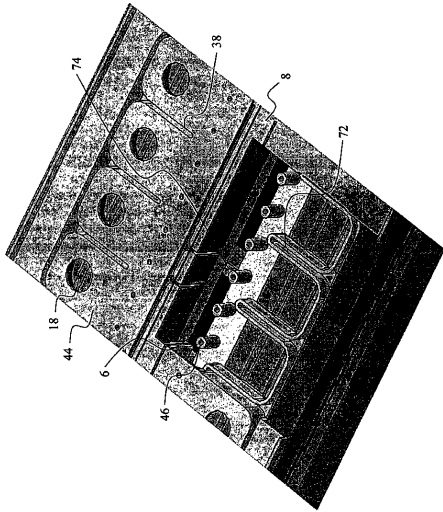


FIG. 6

【図 7】

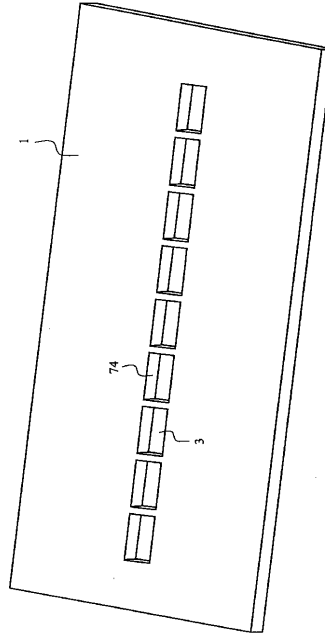


FIG. 7

【図 8】

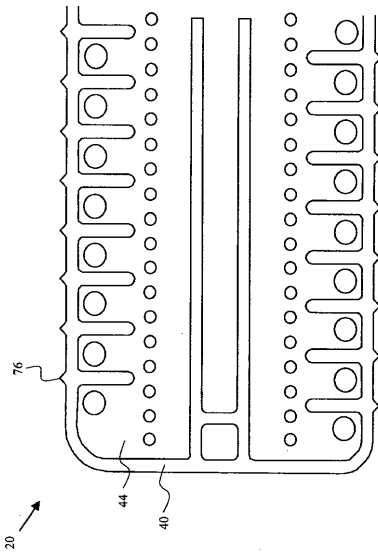


FIG. 8

---

フロントページの続き

(72)発明者 シャンタラマ リンガダハリ ゲナシナクニ  
アメリカ合衆国 ニューヨーク ペンフィールド チッペンハム ドライブ 64

審査官 島 崎 純一

(56)参考文献 特開2003-165225(JP,A)  
特開2004-001527(JP,A)  
特表2006-510508(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B41J 2/05