

## 明 細 書

## インクジェットプリンタヘッドおよびその製造方法

## 技術分野

本発明は、インク吐出の駆動源に圧電体素子を使用するインクジェットプリンタヘッドおよびその製造方法に関する。

## 背景技術

液体あるいはインク吐出の駆動源である電気-機械変換素子として、P Z T かなる圧電素子を使用した圧電タイプのインクジェットプリンタヘッドが存在する。

図 1 1 は、このタイプのインクジェットプリンタヘッドの構造の一例を示した図である。1 2 はヘッド基台、2 9 は共通電極（振動板）、3 2 は圧電素子、3 3 はインク圧力室、3 5 はインク吐出用ノズル口 1 3 を有するノズルプレート、3 6 はインク供給口、3 7 はリザーバ、3 8 はインクタンク口であり、この他に図示されていない配線パターン、信号回路、インクタンク等から構成される。

このようなインクジェットプリンタヘッドは、一般にリソグラフィ技術を応用した工程によって製造されている。図 1 2 は、その製造工程の一例を簡単に示す図であり、図 1 1 における A-A' の断面図で示されている。

まず、図 1 2 (a) に示すように、表面に熱酸化膜 4 0 を形成したシリコン基板（ウエハ）3 9 上に、共通電極 2 9、圧電体薄膜 3 0、上電極 3 1 を順次形成する。

次いで、図 1 2 (b) に示すように、上電極 3 1 上にレジスト層 1 5 を形成し、マスクを介して所定のパターンに露光、現像して、レジスト層 1 5 をパターンニングする。

そして、図 1 2 (c) に示すように、レジスト層 1 5 をマスクとして圧電体薄膜 3 0 および上電極 3 1 をエッチングした後、レジスト層 1 5 を剥離して、圧電素子 3 2 を得る。

次に、図12(d)に示すように、圧電素子32を形成した反対側の面に、レジスト層15を形成し、マスクを介して所定のパターンに露光、現像して、レジスト層15をパターンニングする。

そして、このレジスト層15をマスクとして酸化膜40およびシリコンウエハ39をエッチングした後、レジスト層15を剥離して、図12(e)に示すように、インク圧力室33等が形成されたヘッド基台12を得る。

こうして製造されたヘッド基台12に、図12(f)に示すように、インク圧力室33に対応した位置にインク吐出用ノズル口13が形成されたノズルプレート35を接着層を介する等して接合(接着)し、さらに、配線パターン、信号回路、インクタンク等を形成してインクジェットプリンタヘッドを得る。

#### 発明の開示

近年、パーソナルコンピュータの発達に伴い、インクジェットプリンタが急速に普及しつつある。今後、インクジェットプリンタのさらなる普及のためには、低コスト化および高解像度化が必要であり、それを実現するためは、インクジェットプリンタヘッドの低コスト化および高解像度化は必要不可欠の課題である。

しかしながら、前述の従来技術では、ヘッド基台の製造に非常に多くの工程を必要とし、飛躍的な低コスト化は容易ではない。

また、高解像度化に伴い、インク圧力室の幅および高さ、インク圧力室を仕切る隔壁の幅(図12において、それぞれW、H、W'で示されている)を小さくする必要がある。

しかし、前述の従来技術では、インク圧力室の高さは、使用するシリコンウエハの厚さとほぼ同じである。したがって、インク圧力室の高さを低くするには、さらに薄いシリコンウエハを使用しなければならない。ところが、現状でも約200 $\mu$ mの厚さのものをを用いており、これよりさらに薄いシリコンウエハの使用は、強度等の点でプロセス流動の際のハンドリングが困難となる。

さらには、前述の従来技術では、ヘッド基台とノズルプレートを接着剤を用いて一体化させており、高解像度化によってインク圧力室に接着剤がはみ出さないようにするのが困難となる。

そこで、本発明はこのような問題点を解決するもので、その目的とするところは、安価で高解像度化に対応可能なインクジェットヘッドを、簡単な工程により製造することが可能なインクジェットヘッドの製造方法を提供するところにある。

本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法は、インク圧力室を形成するヘッド基台上に設けられた電気信号により変形する圧電素子により、前記インク圧力室を加圧してインクを吐出するインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記ヘッド基台の製造工程は、前記ヘッド基台に応じた所定の凹凸パターンを有する原盤を製造する第1工程と、前記原盤の凹凸パターンを有する表面上に前記ヘッド基台形成用材料を塗布、固化させることにより前記ヘッド基台を形成する第2工程と、前記ヘッド基台を前記原盤から剥離する第3工程と、前記ヘッド基台上にインク吐出用ノズル口を形成する第4工程と、を含むことを特徴とする。この特徴により、インク吐出用ノズル一体型のインクジェットプリンタヘッドを簡単な工程により製造できるため、安価で高解像度に対応できるインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

本発明は、要するに、原盤を型としてヘッド基台を転写形成する方法である。前記原盤は、一旦製造すればその後、耐久性の許す限り何度でも使用できるため、2個目以降のヘッド基台の製造工程において省略でき、工程数の減少および低コスト化を図ることができる。

また、ノズルプレートが一体形成されるため、高解像度化が容易となる。

第1工程として、具体的には例えば次の方法がある。

(1) 原盤母材上に所定のパターンに応じたレジスト層を形成し、次いで、エッチングによって前記原盤母材上に前記凹凸パターンを形成して前記原盤を製造する工程。

この工程によれば、エッチング条件を変えることにより、凹凸パターンの形状を高精度かつ自由に制御することが可能である。

前記原盤母材としては、シリコンウエハが好適である。シリコンウエハをエッチングする技術は、半導体デバイスの製造技術として用いられており、高精度の加工が可能である。

また、前記原盤母材としては、石英ガラスも好適である。石英ガラスは、機械

的強度、耐熱性、耐薬品性等に優れ、さらには後述する、原盤とヘッド基台界面に照射光を照射して剥離性を向上させる手段において好適に用いられる短波長領域の光に対する透過性に優れる。

(2) 第2の原盤上に所定のパターンに応じたレジスト層を形成し、次いで、前記第2の原盤およびレジスト層を導体化し、さらに電気メッキ法により金属を電着させて金属層を形成した後、この金属層を前記第2の原盤およびレジスト層から剥離して前記原盤を製造する工程。

この工程のより得られた金属製原盤は、一般に耐久性および剥離性に優れる。

次に、前記ヘッド基台形成用材料は、エネルギーの付与により硬化可能な物質であることが好ましい。

このような物質を利用すると、原盤上に塗布する際には低粘性の液状の物質として取り扱うことができるため、原盤上の凹部の微細部にまでヘッド基台形成用材料を容易に充填することが可能となり、したがって、原盤上の凹凸パターンを精密に転写することが可能となる。

エネルギーとしては、光、熱、あるいは光および熱の双方のいずれかであることが好ましい。こうすることで、汎用の露光装置やベイク炉、ホットプレートが利用でき、低設備コスト化、省スペース化を図ることができる。

また、前記ヘッド基台は、要求される機械的強度、耐食性、耐熱性等の物性を満足し、かつ、原盤上の凹部の微細部にまで容易に充填することが可能であれば、熱可塑性の物質により形成してもよい。

このような物質としては、具体的には例えば、水和ガラスが好適である。

水和ガラスは、低温で可塑性を示すガラス材料であり、成形後に脱水処理を施すことにより機械的強度、耐食性、耐熱性に優れたヘッド基台が得られる。

また、第3工程では、原盤とヘッド基台の材質の組み合わせによっては、密着性が高くなってしまい、原盤からヘッド基台を剥離することが困難となる場合がある。このような場合、以下にあげるいずれかの方法、あるいは、2方法以上を併用することで、原盤からの型抜きを良好に行うことができる。

(3) 前記原盤上に形成される凹凸パターンの凹部形状を、開口部が底部より大きいテーパ形状とする方法。

(4) 前記凹凸パターンを有する原盤表面に、前記ヘッド基台との密着性の低い材質からなる離型層を形成する方法。

(5) 前記原盤とヘッド基台の界面に照射光を照射する方法。

この場合、照射光の照射により内部および／または前記原盤との界面において剥離を生じせしめる分離層を、原盤とヘッド基台との間に設けてもよい。こうすることで、ヘッド基台に直接ダメージを与えることがなく、また、ヘッド基台形成用材料の選択の自由度も増す。

次に、第4工程としては、具体的には例えば次の方法がある。

(6) リソグラフィ法により前記インク吐出用ノズル口を形成する方法。

(7) レーザ光により前記インク吐出用ノズル口を形成する方法。

(8) 収束イオンビームにより前記インク吐出用ノズル口を形成する方法。

(9) 放電加工により前記インク吐出用ノズル口を形成する方法。

さらに、本発明は上記各工程によって製造されたインクジェットプリンタヘッドであることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態におけるヘッド基台を製造する工程を示す図である。

図2は、本発明の第1工程の第1の実施形態における原盤を製造する工程を示す図である。

図3は、本発明の第1工程の第2の実施形態における原盤を製造する工程を示す図である。

図4は、本発明の第1工程の第2の実施形態における原盤を製造する工程を示す図である。

図5は、本発明の実施形態における原盤を示す図である。

#### 符号の説明

図6は、本発明の実施形態における離型層が形成された原盤を示す図である。

図7は、本発明の実施形態における照射光を照射する工程を説明する図である。

図8は、本発明の実施形態における照射光を照射する工程を説明する図である。

図9は、本発明の実施形態におけるインク吐出用ノズル口を形成する工程を示す図である。

す図である。

図10は、本発明の実施形態におけるヘッド基台上に圧電素子を形成する工程を示す図である。

図11は、インクジェットプリンタヘッドの構造の一例を示す図である。

図12は、インクジェットプリンタヘッドの従来の製造工程の一例を示す図である。

- 10 原盤
- 11 凹部
- 12 ヘッド基台
- 13 インク吐出用ノズル口
- 14 原盤母材
- 15 レジスト層
- 16 マスク
- 17 光
- 18 露光領域
- 19 エッチャント
- 20 第2の原盤
- 21 マスク
- 22 導体化層
- 23 金属層
- 24 離型層
- 25 照射光
- 26 分離層
- 27 マスク
- 28 第3の原盤
- 29 共通電極
- 30 圧電体薄膜
- 31 上電極

- 32 圧電素子
- 33 インク圧力室
- 34 接着層
- 35 ノズルプレート
- 36 インク供給口
- 37 リザーバ
- 38 インクタンク口
- 39 シリコン基板（ウエハ）
- 40 熱酸化膜

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照にして説明する。

図1は、本発明の実施形態におけるヘッド基台を製造する工程を示す図である。

本発明のヘッド基台の製造方法は、図1（a）に示すように、製造しようとするヘッド基台に応じた凹凸パターンを有する原盤10を製造する第1工程と、図1（b）に示すように、原盤10の凹凸パターンを有する表面上にヘッド基台形成用材料を塗布、固化させることによりヘッド基台12を形成する第2工程と、図1（c）に示すように、このヘッド基台12を原盤10から剥離する第3工程と、図1（d）に示すように、ヘッド基台12上にインク吐出用ノズル口13を形成する第4工程と、からなる。

以下、各工程について詳述する。

#### （第1工程）

製造しようとするヘッド基台に応じた凹凸パターンを有する原盤10を製造する工程である。

図2は、第1工程の第1の実施形態における原盤を製造する工程を示す図である。

具体的には、以下の方法により行う。

まず、図2（a）に示すように、原盤母材14上にレジスト層15を形成する。原盤母材14は、表面をエッチングして原盤とするためのもので、ここではシ

リコンウエハが用いられる。シリコンウエハをエッチングする技術は、半導体デバイスの製造技術において確立されており、高精度なエッチングが可能である。なお、原盤母材 14 は、エッチング可能な材料であれば、シリコンウエハに限定されるものではなく、例えば、ガラス、石英、樹脂、金属、セラミックなどの基板あるいはフィルム等が利用できる。

レジスト層 15 を形成する物質としては、例えば、半導体デバイス製造において一般に用いられている、クレゾールノボラック系樹脂に感光剤としてジアゾナフトキノン誘導体を配合した市販のポジ型のレジストをそのまま利用できる。ここで、ポジ型のレジストとは、露光された領域が現像液により選択的に除去可能となるレジストのことである。

レジスト層 15 を形成する方法としては、スピンコート法、ディッピング法、スプレーコート法、ロールコート法、バーコート法等の方法を用いることが可能である。

次に、図 2 (b) に示したように、マスク 16 をレジスト層 15 の上に配置し、マスク 16 を介してレジスト層 15 の所定領域のみに光 17 を照射して、露光領域 18 を形成する。

マスク 16 は、図 2 (e) に示す凹部 11 に対応した領域においてのみ、光 17 が透過するようにパターン形成されたものである。

また、凹部 11 は製造しようとするインクジェットヘッドのインク圧力室、インク供給口、リザーバ等を形成する隔壁の形状および配列に応じて形成される。

そして、レジスト層 15 を露光した後、所定の条件で現像処理を行うと、図 2 (c) に示すように、露光領域 18 のレジストのみが選択的に除去されて原盤母材 14 が露出し、それ以外の領域はレジスト層 15 により覆われたままの状態となる。

こうしてレジスト層 15 がパターニングされると、図 2 (d) に示すように、このレジスト層 15 をマスクとして原盤母材 14 を所定の深さエッチングする。

エッチングの方法としてはウエット方式またはドライ方式があるが、原盤母材 14 の材質、エッチング断面形状やエッチングレート等の諸特性において要求される仕様に応じて適宜選択される。制御性の点からいうとドライ方式の方が優れ

ており、エッチングガス種、ガス流量、ガス圧、バイアス電圧等の条件を変更することにより、凹部 11 を矩形に加工したり、テーパを付けたりと、所望の形状にエッチングすることができる。とりわけ、誘導結合型 (ICP) 方式、エレクトロンサイクロトロン共鳴 (ECR) 方式、ヘリコン波励起方式等の高密度プラズマのエッチング方式は、原盤母材 14 を深くエッチングするのに好適である。

次に、エッチング完了後に、図 2 (e) に示すように、レジスト層 15 を除去して、ヘッド基台に応じた凹凸パターンを有する原盤 10 とする。

上記実施形態では、原盤母材上に凹凸パターンを形成するに際し、ポジ型のレジストを用いたが、露光領域が現像液に対して不溶化し、未露光領域が現像液により選択的に除去可能となるネガ型のレジストを用いても良く、この場合には、上記マスク 16 とはパターンが反転したマスクが用いられる。あるいは、マスクを使用せずに、レーザ光あるいは電子線によって直接レジストをパターン状に露光しても良い。

次に、第 1 工程の第 2 の実施形態について説明する。

図 3 および図 4 は、第 1 工程の第 2 の実施形態における原盤を製造する工程を示す図である。

具体的には、以下の方法により行う。

まず、図 3 (a) に示すように、第 2 の原盤 20 上にレジスト層 15 を形成する。

第 2 の原盤 20 は、プロセス流動におけるレジスト層 15 の支持体としての役目を担うものであり、プロセス流動に必要な機械的強度や薬液耐性等のプロセス耐性を有し、レジスト層 15 を形成する物質とのぬれ性、密着性が良好なものであれば特に限定されるものではなく、例えば、ガラス、石英、シリコンウエハ、樹脂、金属、セラミックなどの基板が利用できる。ここでは、表面を酸化セリウム系の研磨剤を用いて平坦に研磨した後、洗浄、乾燥したガラス製原盤を用いる。

また、レジスト層 15 を形成する物質および方法としては、上記第 1 の実施形態において説明した物質および方法と同一のものが利用できるように説明を省略する。

次に、図 3 (b) に示したように、マスク 21 をレジスト層 15 の上に配置し、

マスク 21 を介してレジスト層 15 の所定領域のみに光 17 を照射して、露光領域 18 を形成する。

マスク 21 は、製造しようとする原盤 10 の凸部に相当する領域においてのみ、光 17 が透過するようにパターン形成されたもので、図 2 のマスク 16 とパターンが反転した関係にある。

そして、レジスト層 15 を露光した後、所定の条件で現像処理を行うと、図 3 (c) に示すように、露光領域 18 のレジストのみが選択的に除去されて、レジスト層 15 がパターンニングされる。

そして次に、図 4 (a) に示すように、レジスト層 15 および第 2 の原盤 20 上に導体化層 22 を形成して表面を導体化する。

導体化層 22 としては、例えば、Ni を 500 Å ~ 1000 Å の厚みで形成すればよい。導体化層 22 の形成方法としては、スパッタリング、CVD、蒸着、無電解メッキ法等の方法を用いることが可能である。

そしてさらに、この導体化層 22 により導体化されたレジスト層 15 および第 2 の原盤 20 を陰極とし、チップ状あるいはボール状の Ni を陽極として、電気メッキ法によりさらに Ni を電着させて、図 4 (b) に示すように金属層 23 を形成する。

電気メッキ液の組成の一例を以下に示す。

|             |           |
|-------------|-----------|
| スルファミン酸ニッケル | : 500 g/l |
| ホウ酸         | : 30 g/l  |
| 塩化ニッケル      | : 5 g/l   |
| レベリング剤      | : 15 mg/l |

次いで、図 4 (c) に示すように、導体化層 22 および金属層 23 を第 2 の原盤 20 から剥離した後、必要に応じて洗浄して、これを原盤 10 とする。

なお、導体化層 22 は、必要に応じて剥離処理を施すことにより金属層 23 から除去してもよい。

また、第 2 の原盤 20 は、耐久性の許す限り、再生、洗浄処理を施すことにより再利用可能である。

上記第 2 の実施形態においても上記第 1 の実施形態同様、ネガ型のレジストを

用いても良く、この場合には、上記マスク 21、すなわち、図 2 のマスク 1.6 と同様のパターンを有するマスクが用いられる。あるいは、マスクを使用せずに、レーザ光あるいは電子線によって直接レジストをパターン状に露光しても良い。

(第 2 工程)

第 1 工程において製造した原盤 10 の凹凸パターンを有する表面上に、ヘッド基台形成用材料を塗布、固化させることによりヘッド基台 12 を形成する工程である。

ヘッド基台形成用材料としては、インクジェットヘッドのヘッド基台として要求される機械的強度や耐食性等の特性を満足するものであり、かつ、プロセス耐性を有するものであれば特に限定されるものではなく、種々の物質が利用できるが、エネルギーの付与により硬化可能な物質であることが好ましい。

このような物質を利用すると、原盤上に塗布する際には低粘性の液状の物質として取り扱うことができる。そのため、原盤上の凹部の微細部にまでヘッド基台形成用材料を容易に充填することが可能となり、したがって、原盤上の凹凸パターンを精密に転写することが可能となる。

エネルギーとしては、光、熱、あるいは光および熱の双方のいずれかであることが好ましい。こうすることで、汎用の露光装置やバイク炉、ホットプレートが利用でき、低設備コスト化、省スペース化を図ることができる。

このような物質としては、具体的に例えば、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、メラミン系樹脂、ノボラック系樹脂、スチレン系樹脂、ポリイミド系等の合成樹脂、ポリシラザン等のケイ素系ポリマが利用できる。

このようなヘッド基台形成用材料を原盤 10 上に塗布する。

ヘッド基台形成用材料を塗布する方法としては、スピンコート法、ディッピング法、スプレーコート法、ロールコート法、バーコート法等が利用できる。

ヘッド基台形成用材料に溶剤成分を含むものは、熱処理を行って溶剤を除去する。

そして、ヘッド基台形成用材料に応じた硬化処理を施すことにより、固化させてヘッド基台 12 を形成する。

また、ヘッド基台形成用材料として熱可塑性の物質を利用してもよい。このよ

うな物質としては、水和ガラスが好適である。水和ガラスとは、数～数十wt %の水を含有した常温で固体のガラスであり、低温（組成によっては100℃以下）で可塑性を示す。この水和ガラスをヘッド基台に成形後に、脱水処理を施すと機械的強度、耐食性、耐熱性に優れたヘッド基台が得られる。

### （第3工程）

第2工程において原盤10上に形成したヘッド基台12を、原盤10から剥離する工程である。

剥離方法としては、具体的に例えば、ヘッド基台12が形成された原盤10を固定し、ヘッド基台12を吸着保持して機械的に引き剥がす。

剥離に際し、原盤10とヘッド基台12の材質の組み合わせによっては密着性が高くなり、原盤10からヘッド基台12を剥離することが困難となる場合がある。

このような場合、例えば図5に示すように、原盤10上に形成される凹凸パターンの凹部形状を、開口部が底部より大きいテーパ形状とすることが好ましい。こうすることで、剥離の際に原盤10とヘッド基台12との間に働く摩擦力等の応力を低減できるため、原盤10からの型抜きを良好に行うことができる。

また、図6に示すように、原盤10の凹凸パターンを有する表面上に、ヘッド基台12との密着性の低い材質からなる離型層24を形成しても同様の効果が得られる。離型層24としては、原盤10およびヘッド基台12の材質に合わせて適宜選択すればよい。

また、図7に示すように、剥離する前に、原盤10とヘッド基台12の界面に照射光25を照射して、原盤10とヘッド基台12との密着力を低減または消失させて、原盤10からの型抜きを良好に行えるようにしてもよい。この方法は、照射光25により原盤10とヘッド基台12の界面において、原子間または分子間の種々の結合力を低減または消失させること、実際には、アブレーション等の現象を発生させて界面剥離に至らしめるものである。

さらには、照射光25によりヘッド基台12から気体が放出され、分離効果が発現される場合もある。すなわち、ヘッド基台12に含有されていた成分が気化して放出されて分離に寄与する。

照射光 25 としては、例えば、エキシマレーザ光が好ましい。エキシマレーザは、短波長領域で高エネルギーを出力する装置が実用化されており、極めて短時間の処理が可能となる。よって、界面近傍においてのみアブレーションが引き起こされ、原盤 10 およびヘッド基台 12 に温度衝撃をほとんど与えることがない。

なお、照射光 25 としては、原盤 10 とヘッド基台 12 の界面において界面剥離を起こさせるものであればエキシマレーザ光に限定されるものではなく、種々の光（放射線）が利用可能である。

この場合、原盤 10 は照射光 25 に対して透過性を有することが必要である。透過率は 10 % 以上であることが好ましくは、さらに好ましくは 50 % 以上である。透過率が低すぎると、照射光の原盤透過時の減衰が大きくなり、アブレーション等の現象を起こすのに要する光量が大きくなる。石英ガラスは、短波長領域の透過率が高く、機械的強度や耐熱性においても優れているため、原盤材料として好適である。

また、図 8 に示すように、照射光 25 により原盤 10 との界面において剥離を生じせしめる分離層 26 を原盤 10 とヘッド基台 12 との間に設けてもよい。分離層 26 内および／または界面においてアブレーション剥離が起こるようにすることで、原盤 10 およびヘッド基台 12 に直接衝撃を与えることがない。

分離層 26 としては、具体的には例えば、非晶質シリコン、酸化ケイ素、ケイ酸化合物、酸化チタン、チタン酸化合物、酸化ジルコニウム、ジルコン酸化合物、酸化ランタン、ランタン酸化合物などの各種酸化物セラミックス、（強）誘電体あるいは半導体、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化チタン等の窒化セラミックス、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリアミド、ポリイミド等の有機高分子材料、Al、Li、Ti、Mn、In、Sn、Y、La、Ce、Nd、Pr、Gd、Smの中から選ばれた 1 種または 2 種以上の合金、等が利用でき、これらの中からプロセス条件、原盤 10 およびヘッド基台 12 の材質等に応じて適宜選択される。

分離層 26 の形成方法としては、特に限定されるものではなく、分離層 26 の組成や形成膜厚に応じて適宜選択される。具体的には例えば、CVD、蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の各種気相成長法、電気メッキ、無電解

メッキ、ラングミュア・プロジェクト (LB) 法、スピンコート法、ディッピング法、スプレーコート法、ロールコート法、バーコート法等が利用できる。

分離層 26 の厚さは、剥離目的や分離層 26 の組成等により異なるが、通常は、 $1\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$  であることが好ましく、さらに好ましくは  $10\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$ 、さらに好ましくは  $40\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$  程度である。分離層 26 の厚さが薄すぎるとヘッド基台 12 へのダメージが大きくなり、また、膜厚が厚すぎると、分離層 26 の良好な剥離性を確保するために必要な照射光の光量を大きくしなければならない。なお、分離層 26 の膜厚は、できるだけ均一であることが好ましい。

そして、剥離後に分離層 26 の残骸を洗浄処理等を施すことにより除去する。

#### (第 4 工程)

第 3 工程において得られたヘッド基台 12 上にインク吐出用ノズル口 13 を形成する工程である。

インク吐出用ノズル口 13 の形成方法としては、特に限定されるものではなく、具体的に例えば、リソグラフィ法、レーザ加工、FIB 加工、放電加工等が利用できる。

図 9 は、リソグラフィ法によりインク吐出用ノズル口 13 を形成する工程を示す図である。具体的には、以下の方法により行う。

まず、図 9 (a) に示すように、ヘッド基台 12 上にレジスト層 15 を形成する。

レジスト層 15 を形成する物質および方法としては、図 2 において説明した物質および方法と同一のものが利用できるため説明を省略する。

次に、図 9 (b) に示したように、マスク 27 をレジスト層 15 の上に配置し、マスク 27 を介してレジスト層 15 の所定領域のみに光 17 を照射して、露光領域 18 を形成する。

マスク 27 は、図 9 (e) に示すインク吐出用ノズル口 13 に対応した領域においてのみ、光 17 が透過するようにパターン形成されたものである。

そして、レジスト層 15 を露光した後、所定の条件で現像処理を行うと、図 9 (c) に示すように、露光領域 18 のレジストのみが選択的に除去されてヘッド基台 12 が露出し、それ以外の領域はレジスト層 15 により覆われたままの状態

となる。

こうしてレジスト層 15 がパターン化されると、図 9 (d) に示すように、このレジスト層 15 をマスクとしてヘッド基台 12 を貫通するまでエッチングする。

エッチングの方法としてはウエット方式またはドライ方式があるが、インクジェット基台 12 の材質に応じて、エッチング断面形状、エッチングレート、面内均一性等の点から適宜選択される。制御性の点からいうとドライ方式の方が優れており、例えば、平行平板型リアクティブイオンエッチング (RIE) 方式、誘導結合型 (ICP) 方式、エレクトロンサイクロトロン共鳴 (ECR) 方式、ヘリコン波励起方式、マグネトロン方式、プラズマエッチング方式、イオンビームエッチング方式等の装置が利用でき、エッチングガス種、ガス流量、ガス圧、バイアス電圧等の条件を変更することにより、インク吐出用ノズル口 13 を矩形に加工したり、テーバーを付けたりと、所望の形状にエッチングすることができる。

次に、エッチング完了後に、図 9 (e) に示すように、レジスト層 15 を除去すると、インク吐出用ノズル口 13 が形成しされたヘッド基台 12 が得られる。

また、レーザ加工に用いるレーザ装置としては、各種気体レーザ、固体レーザ (半導体レーザ) 等が利用できるが、KrF 等のエキシマレーザ、YAG レーザ、Ar レーザ、He-Cd レーザ、CO<sub>2</sub> レーザ等が好適に用いられ、その中でもエキシマレーザが好適である。

エキシマレーザは、短波長領域で高エネルギーのレーザ光を出力するため、極めて短時間で加工ができ、よって、生産性が高い。

リソグラフィ法によれば、一度に複数箇所のインク吐出用ノズル口 13 を形成することが可能であるが、設備コストおよび材料コストが高く、必要となる設備スペースも広くなる。

一方、レーザ加工、FIB 加工および放電加工は、インク吐出用ノズル口 13 を一箇所毎に形成するため生産性に劣るが、低設備コスト化、低材料コスト化および省スペース化に優れる。

以上に述べたヘッド基台の製造方法によれば、原盤 10 は、一旦製造すればその後、耐久性の許す限り何度でも使用できるため、2 枚目以降の導光体の製造工程において省略でき、工程数の減少および低コスト化を図ることができる。

次に、上記実施形態において形成されたヘッド基台12に、圧電素子を形成する工程の一例を、図10を用いて説明する。この工程よれば、圧電素子は、一旦、第3の原盤28上に形成されてから、ヘッド基台12上に転写される。具体的には、以下の方法により行う。

まず、図10(a)に示すように、第3の原盤28上に共通電極29、圧電体薄膜30および上電極31を順次積層する。

第3の原盤28は、圧電体薄膜30および上電極31をパターニングして素子化する際の支持体としての役目を担うものであり、プロセス耐性、特に、耐熱性や機械的強度を有するものが好ましい。また、圧電体薄膜30および上電極31をパターニングした後の工程においてヘッド基台12と接合（接着）された後、共通電極29と第3の原盤28との界面で剥離されることになるため、第3の原盤28は共通電極29と密着性のあまり高くないものが好ましい。

共通電極29および上電極31としては、導電率の高いものであれば特に限定されるものではなく、例えば、Pt、Au、Al、Ni、In等が利用できる。また、共通電極29および上電極31の形成方法としては、これらの材質や形成膜厚に応じて適宜選択すれば良く、例えば、スパッタリング、蒸着、CVD、電気メッキ、無電解メッキ等が利用できる。

圧電体薄膜30としては、インクジェットプリンタ用には、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）系が好適である。PZT系の成膜方法としては、ゾルゲル法が好適である。ゾルゲル法によれば、簡便な方法で良質の薄膜が得られる。

所定の成分に調整したPZT系ゾルを、共通電極29上にスピンコートで塗布して仮焼成するという工程を所定回数繰り返すことにより非晶質のゲル薄膜を形成し、その後さらに本焼成してペロブスカイト結晶構造を有する圧電体薄膜30を得る。

なお、圧電体薄膜30の形成方法としては、ゾルゲル法以外にスパッタ法を用いてもいい。

次に、図10(b)に示すように、図10(c)のヘッド基台12のインク圧力室33のパターンに応じて、圧電体薄膜30および上電極31をパターニングして圧電素子32とする。

パターニング方法としては、例えば、図12に示すリソグラフィ法が利用できるため説明を省略する。

次に、図10(c)に示すように、共通電極29および圧電素子32が形成された第3の原盤28に、図1の工程によって得られたヘッド基台12を接合、もしくは接着層34を介して貼り合わせる。

接着層34としては、ヘッド基台12、共通電極29および圧電素子32の材質に応じて適宜選択すれば良い。

そして、図10(d)に示すように、ヘッド基台12、共通電極29および圧電素子32を一体的に第3の原盤上28から剥離する。

もし、第3の原盤28と共通電極29との密着性が高く、剥離が困難となる場合には、前記図7の工程で説明したのと同様に、照射光を照射することにより剥離を促進させてもよく、さらには、図8に示すように分離層を設けてもよい。

こうしてヘッド基台12上に圧電素子32が形成されると、この後さらに、配線パターン、信号回路、インクタンク等と組み合わせてインクジェットプリンタヘッドを得る。

## 請求の範囲

1. インク圧力室を形成するヘッド基台上に設けられた電気信号により変形する圧電素子により、前記インク圧力室を加圧してインクを吐出するインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、

前記ヘッド基台の製造工程は、前記ヘッド基台に応じた所定の凹凸パターンを有する原盤を製造する第1工程と、前記原盤の凹凸パターンを有する表面上に前記ヘッド基台形成用材料を塗布、固化させることにより前記ヘッド基台を形成する第2工程と、前記ヘッド基台を前記原盤から剥離する第3工程と、前記ヘッド基台上にインク吐出用ノズル口を形成する第4工程と、を含むことを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

2. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、

前記第1工程は、原盤母材上に所定のパターンに応じたレジスト層を形成し、次いで、エッチングによって前記原盤母材上に前記凹凸パターンを形成して前記原盤を製造する工程を含むことを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

3. 請求項2に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、

前記原盤母材は、シリコンウエハであることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

4. 請求項2に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、

前記原盤母材は、石英ガラスであることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

5. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、

前記第1工程は、第2の原盤上に所定のパターンに応じたレジスト層を形成し、次いで、前記第2の原盤およびレジスト層を導体化し、さらに電気メッキ法によ



り金属を電着させて金属層を形成した後、該金属層を前記第2の原盤およびレジスト層から剥離して前記原盤を製造する工程を含むことを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

6. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記ヘッド基台形成用材料は、エネルギーの付与により硬化可能な物質であることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

7. 請求項6に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記エネルギーは、光、熱、あるいは光および熱の双方のいずれかであることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

8. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記ヘッド基台は、熱可塑性の物質により形成されることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

9. 請求項8に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記熱可塑性の物質は、水和ガラスであること特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

10. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記原盤上に形成された凹凸パターンの凹部形状は、開口部が低部より大きいテーパ形状であることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

11. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記凹凸パターンを有する原盤表面に、前記ヘッド基台との密着性の低い材質からなる離型層が形成されていることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。



12. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記第3工程において、前記原盤とヘッド基台の界面に照射光を照射することにより、前記ヘッド基台を前記原盤から剥離せしめることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

13. 請求項12に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記原盤とヘッド基台との間に分離層を設け、前記原盤と分離層の界面に前記照射光を照射することにより、前記分離層の内部および/または前記原盤との界面において、前記ヘッド基台を前記原盤から剥離せしめることを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

14. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記第4工程は、リソグラフィ法により前記インク吐出用ノズル口を形成することを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

15. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記第4工程は、レーザ光により前記インク吐出用ノズル口を形成することを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

16. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記第4工程は、収束イオンビームにより前記インク吐出用ノズル口を形成することを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

17. 請求項1に記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法において、前記第4工程は、放電加工により前記インク吐出用ノズル口を形成することを特徴とするインクジェットプリンタヘッドの製造方法。

18. 請求項1から請求項17のいずれかに記載のインクジェットプリンタヘッドの製造方法により製造されたことを特徴とするインクジェットプリンタヘッ



WO 98/46431

PCT/JP98/01678

21

ト。

