

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 圧電体層と前記圧電体層を介して対向してなる第 1 及び第 2 の電極とを含むアクチュエータ部を、基板上に形成すること、

(b) 前記基板を前記アクチュエータ部の形成された面とは反対の面から薄く加工すること、

(c) 前記基板における前記アクチュエータ部の形成された面とは反対の面に、前記基板に接するように第 1 の耐エッチング膜を形成し、前記第 1 の耐エッチング膜に接するように第 2 の耐エッチング膜を形成すること、

(d) 前記第 1 及び第 2 の耐エッチング膜をマスクとしてエッチングすることによって、前記基板に液体流路用の穴を形成すること、
を含み、

前記第 1 の耐エッチング膜は、前記基板に対する密着力が前記第 2 の耐エッチング膜の前記基板に対する密着力よりも大きい性質を有する液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記第 2 の耐エッチング膜は、前記第 1 の耐エッチング膜よりもエッチングされにくい液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記基板は、シリコン基板であり、

前記第 1 の耐エッチング膜は、シリコン酸化膜である液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記 (c) 工程で、過酸化水素水を含む溶液への浸漬処理、プラズマ処理又はスパッタリングのいずれかの方法によって、前記第 1 の耐エッチング膜を形成する液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記第 2 の耐エッチング膜は、シリコン窒化膜である液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記 (b) 工程で、前記基板をウエットエッチングすることによって、前記基板の新生面を露出させる液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記 (d) 工程で、アルカリ溶液によるウエットエッチングを行う液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体噴射ヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インクジェットヘッド式記録ヘッドなどの液体噴射ヘッドの製造方法では、シリコン基板の一方の面に圧電素子などのアクチュエータ部を形成し、シリコン基板の他方の面を薄く研磨及びエッチングすることが知られている。薄型加工後のシリコン基板には、アクチュエータ部とは反対の面にマスクを形成し、マスクの開口部からウエットエッチングすることによってインク吐出のための穴を形成する。マスクは、シリコン窒化膜 (Si_3N_4) をスパッタリングして形成することができる。しかし、上述の方法によって形成された

10

20

30

40

50

シリコン窒化膜はシリコン基板に対する密着性が悪く、両者の界面にエッチング液（例えばKOH溶液）が浸入し、横方向にもエッチングが進行することがあった。そのため、寸法精度の高いエッチングを行うことが難しかった。

【0003】

本発明の目的は、液体噴射ヘッドの製造方法に関して、寸法精度の高いエッチングを行うことにある。

【特許文献1】特開2000-52558号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0004】

10

(1) 本発明に係る液体噴射ヘッドの製造方法は、

(a) 圧電体層と前記圧電体層を介して対向してなる第1及び第2の電極とを含むアクチュエータ部を、基板上に形成すること、

(b) 前記基板を前記アクチュエータ部の形成された面とは反対の面から薄く加工すること、

(c) 前記基板における前記アクチュエータ部の形成された面とは反対の面に、前記基板に接するように第1の耐エッチング膜を形成し、前記第1の耐エッチング膜に接するように第2の耐エッチング膜を形成すること、

(d) 前記第1及び第2の耐エッチング膜をマスクとしてエッチングすることによって、前記基板に液体流路用の穴を形成すること、

20

を含み、

前記第1の耐エッチング膜は、前記基板に対する密着力が前記第2の耐エッチング膜の前記基板に対する密着力よりも大きい性質を有する。本発明によれば、第1の耐エッチング膜と基板との密着力が第2の耐エッチング膜と基板との密着力よりも大きい。そのため、エッチング液が基板とマスクとの界面に浸入するのを防止して、寸法精度の高いエッチングを行うことができる。

(2) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記第2の耐エッチング膜は、前記第1の耐エッチング膜よりもエッチングされにくくてもよい。これによれば、エッチング耐性が向上する。

(3) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

30

前記基板は、シリコン基板であり、

前記第1の耐エッチング膜は、シリコン酸化膜であってもよい。これによれば、シリコン酸化膜は、シリコン基板に対する密着性に優れている。

(4) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記(c)工程で、過酸化水素水を含む溶液への浸漬処理、プラズマ処理又はスパッタリングのいずれかの方法によって、前記第1の耐エッチング膜を形成してもよい。これによれば、例えば、低温プロセスで第1の耐エッチング膜を形成することができる。したがって、アクチュエータ部の損傷を防止することができる。

(5) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記第2の耐エッチング膜は、シリコン窒化膜であってもよい。これによれば、シリコン窒化膜は、エッチングされにくい。

40

(6) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記(b)工程で、前記基板をウェットエッチングすることによって、前記基板の新生面を露出させてもよい。

(7) この液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記(d)工程で、アルカリ溶液によるウェットエッチングを行ってもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0006】

50

図１～図７は、本実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を説明する図である。液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録ヘッドであってもよい（図７参照）。インクジェット式記録ヘッドは、印刷媒体に画像や文字を印刷するのに使用される。

【０００７】

変形例として、液体噴射ヘッドは、液晶ディスプレイなどのカラーフィルタの形成に使用される色材噴射ヘッドであってもよいし、有機ＥＬディスプレイや面発光ディスプレイ（ＦＥＤ）などの電極の形成に使用される電極材噴射ヘッドであってもよいし、バイオチップの製造に使用される生体有機噴射ヘッドであってもよい。

【０００８】

図１に示すように、基板（例えば単結晶基板）１０を用意する。基板１０は、シリコン基板（例えば単結晶シリコン基板）であってもよく、シリコンウエハであってもよい。基板１０の両面は、（１１０）面であってもよい。基板１０の両面には、絶縁膜（例えばシリコン酸化膜）１２，１４が形成されている。絶縁膜１２，１４は、熱酸化によって形成してもよい。絶縁膜１４は、厚さ１～２μｍ程度の弾性膜となっている。

【０００９】

基板１０にアクチュエータ部１６を形成する。アクチュエータ部１６は、少なくとも圧電素子１８を含む。圧電素子１８は、圧電体層２０と、圧電体層２０を介して対向してなる第１及び第２の電極２２，２４とを含む。

【００１０】

まず、基板１０の一方の面（絶縁膜１４）に、スパッタリングによって第１の電極２２を形成する。第１の電極２２は、例えば白金（Ｐｔ）、イリジウム（Ｉｒ）で形成してもよい。なお、絶縁膜１４及び第１の電極２２は、圧電素子１８の駆動によって振動する振動板２６を構成する。

【００１１】

圧電体層２０を形成する。圧電体層２０は、結晶が配向していることが好ましく、例えばゾル－ゲル法によって形成してもよい。圧電体層２０は、チタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）系の材料から形成してもよい。変形例として、圧電体層２０はスパッタリングで形成してもよい。あるいは、チタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成し、アルカリ溶液中での高圧処理法によって低温で結晶成長させる方法を適用してもよい。

【００１２】

圧電体層２０に第２の電極２４を形成する。第２の電極２４は、圧電体層２０を介して第１の電極２２に対向している。第２の電極２４は、例えばアルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）、ニッケル（Ｎｉ）、白金（Ｐｔ）、イリジウム（Ｉｒ）又は導電性酸化物で形成してもよい。なお、圧電体層２０及び第２の電極２４は、基板１０上に全面に形成した後に、所定形状にパターニングされる。圧電体層２０を複数の領域に形成してもよい。

【００１３】

そして、配線（図示しない）を第２の電極２４に電氣的に接続するように形成する。複数の配線のそれぞれを、複数の圧電体層２０のいずれかに対応するようにパターニングしてもよい。その後、基板１０に、圧電素子１８を封止する封止基板２８を取り付ける（図７参照）。例えば、基板１０と封止基板２８とを接着剤で接着してもよい。接着剤の加熱温度は、例えばエポキシ系接着剤であれば１５０℃程度である。封止基板２８を基板１０に取り付けることによって、基板１０の剛性は著しく向上する。

【００１４】

こうして、基板１０にアクチュエータ部１６を形成することができる。アクチュエータ部１６は、第２の電極２４に電氣的に接続される配線と、封止基板２８と、をさらに含む。

【００１５】

図１の２点鎖線に示すように、基板１０を、アクチュエータ部１６の形成された面とは反対の面から薄く加工する。基板１０は、機械的に研磨・研削してもよいし、エッチング（例えばウエットエッチング）してもよい。例えば、フッ酸・硝酸の混合溶液によって基

10

20

30

40

50

板 10 をスピンエッチングしてもよい。基板 10 に絶縁膜 12 が形成されている場合には、絶縁膜 12 を除去し、さらに基板 10 の一部も除去する。基板 10 を $70\ \mu\text{m}$ 程度に薄くしてもよい。基板 10 にはアクチュエータ部 16 が形成されているので、薄型加工後も基板 10 の剛性が確保されており、その取り扱いが容易である。基板 10 を薄く加工して、基板 10 の新生面を露出させる。

【0016】

図 2 ~ 図 4 に示すように、基板 10 におけるアクチュエータ部 16 の形成された面とは反対の面に、エッチング用のマスク 30 をパターンニングして形成する。マスク 30 は、耐エッチング性を有する。本実施の形態では、マスク 30 を、第 1 及び第 2 の耐エッチング膜 32, 34 から形成する。本実施の形態では、第 1 の耐エッチング膜 32 は、基板 10 に対する密着力が第 2 の耐エッチング膜 34 の基板 10 に対する密着力よりも大きい性質を有する。また、第 2 の耐エッチング膜 34 は、第 1 の耐エッチング膜 32 よりもエッチングされにくい（例えばアルカリ溶液によるウェットエッチングがされにくい）性質を有していてもよい。

10

【0017】

まず、図 2 に示すように、第 1 の耐エッチング膜 32 を基板 10（新生面）に接するように形成する。基板 10 がシリコン基板であれば、第 1 の耐エッチング膜 32 はシリコン酸化膜（ SiO_2 ）であってもよい。シリコン酸化膜は、シリコン基板に対する密着性に優れている。基板 10 を、過酸化水素水を含む溶液（例えば加熱過酸化水素水、アンモニア水 + 過酸化水素水（APM 液）、硫酸 + 過酸化水素水（SPM 液））に浸漬させることによって、基板 10 上にシリコン酸化膜を形成してもよい。あるいは、プラズマ処理（例えば O_2 プラズマ処理）や、スパッタリングを適用してもよい。これらの方法によれば、低温プロセスで第 1 の耐エッチング膜 32 を形成することができる。例えば、基板 10 と封止基板 28 との接着温度以下の低温プロセス（例えば 150°C 以下の温度）であれば、基板 10 と封止基板 28 の剥離を防止することができる。さらに、圧電素子 18 の破壊を防止することができる。したがって、アクチュエータ部 16 の損傷を防止することができる。

20

【0018】

第 1 の耐エッチング膜（シリコン酸化膜）32 の厚さが $5\ \mu\text{m}$ 以下であれば、第 1 の耐エッチング膜 32 と基板 10 との密着が不十分になり、両者の界面応力の緩和が不十分になる。また、厚さが $100\ \mu\text{m}$ 以上であれば、第 1 の耐エッチング膜 32 と基板 10 の密着性は向上するが、第 2 の耐エッチング膜 34 に比べて耐エッチング性が低い場合には、第 1 の耐エッチング膜 32 がサイドエッチングされてしまう。したがって、第 1 の耐エッチング膜（シリコン酸化膜）32 の厚みは、 $5\sim 100\ \mu\text{m}$ 程度が好ましく、より好ましくは $10\sim 50\ \mu\text{m}$ 程度である。

30

【0019】

図 3 に示すように、第 2 の耐エッチング膜 34 を第 1 の耐エッチング膜 32 に接するように形成する。第 2 の耐エッチング膜 34 が第 1 の耐エッチング膜 32 よりもエッチングされにくければ、マスク 30 のエッチング耐性が向上する。第 2 の耐エッチング膜 34 は、シリコン窒化膜（ Si_3N_4 ）であってもよい。シリコン窒化膜は、シリコン酸化膜よりもエッチングされにくい。あるいは、第 2 の耐エッチング膜 34 を、酸化タンタル、アルミナ、ジルコニア又はチタニアなどから形成してもよい。第 2 の耐エッチング膜 34 は、スパッタリング（例えば ECR スパッタリング）又はイオンアシスト蒸着法によって形成してもよい。これらの方法によれば、低温プロセスで第 2 の耐エッチング膜 34 を形成することができる。例えば、基板 10 と封止基板 28 との接着温度以下の低温プロセス（例えば 150°C 以下の温度）であれば、基板 10 と封止基板 28 の剥離を防止することができる。さらに、圧電素子 18 の破壊を防止することができる。したがって、アクチュエータ部 16 の損傷を防止することができる。なお、第 2 の耐エッチング膜 34 は、第 1 の耐エッチング膜 32 よりも厚くなるように形成する。また、第 2 の耐エッチング膜（シリコン窒化膜）34 を形成した後に、表面の窒素濃度を高める目的で、プラズマ窒化処理を

40

50

行ってもよい。こうすることで、寄生キャビティの発生を防止することができる。

【0020】

図4に示すように、第1及び第2の耐エッチング膜32, 34をパターニングして、マスク30を形成する。詳しくは、第1の耐エッチング膜32の開口部33及び第2の耐エッチング膜34の開口部35を連通するように形成し、マスク30から基板10の一部を露出させる。第1及び第2の耐エッチング膜32, 34のそれぞれの開口部33, 35は、エッチングすることによって形成してもよい。例えば、 CF_4 ガスによってドライエッチングしてもよい。

【0021】

マスク30の形成工程が終了したら、図5に示すように、基板10をマスク30を介してエッチングする。基板10は異方性エッチングしてもよい。基板10はウエットエッチングしてもよい。エッチング液は、アルカリ溶液（水酸化カリウム（ KOH ）溶液）であってもよい。例えば、基板10をエッチング液に浸漬する。必要に応じて、エッチングしない領域を保護膜によって保護してもよい。本実施の形態によれば、第1の耐エッチング膜32と基板10との密着力が第2の耐エッチング膜34と基板10との密着力よりも大きい。そのため、エッチング液が基板10とマスク30との界面に浸入するのを防止して、寸法精度の高いエッチングを行うことができる。

【0022】

こうして、マスク30の開口（開口部33, 35）に、基板10の液体流路用の穴36を形成する。エッチングする側とは反対側の絶縁膜14（振動板26）はエッチングしない。すなわち、基板10の穴36は、絶縁膜14（振動板26）によって塞がれ、凹部となっている。基板10の両面が（110）面である場合、穴36の内面は複数の（111）面から構成されていてもよい。穴36の内面の少なくとも1つは、基板10の表面に対して斜めになっていてもよい。穴36は、液体（例えばインクジェット式記録ヘッドに使用されるインク）の流路であり、所定形状にパターニングされる。穴36は、圧電体層20にオーバーラップする領域に形成する。

【0023】

図6に示すように、基板10からマスク30を除去し、その露出面にノズルプレート38を取り付ける。あるいは、マスク30を除去せずにノズルプレート38を取り付けてもよい。ノズルプレート38には、複数の貫通孔40が形成されている。貫通孔40は、基板10の液体流路用の穴36に連通しており、液体の噴射口になっている。こうして、図7に示すように、液体噴射ヘッド（例えばインクジェット式記録ヘッド）100を製造することができる。基板10としてウエハを使用した場合には、上述した各工程を基板10の複数の領域に対応して行い、基板10を複数のチップに分割して、複数の液体噴射ヘッド100を製造してもよい。液体噴射ヘッド100によれば、第1及び第2の電極22, 24間に加えられた電圧によって、振動板16及び圧電体層20が振動して、穴36の内部圧力が大きくなり、ノズルプレート38の貫通孔40から液体（例えばインク）が吐出するようになっている。

【0024】

図8には、上述の方法によって製造された液体噴射ヘッドを有するプリンタが示されている。

【0025】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び結果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 4】図 4 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 5】図 5 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 6】図 6 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 7】図 7 は、本発明の実施の形態に係る液体噴射ヘッドを示す図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態に係るプリンタを示す図である。

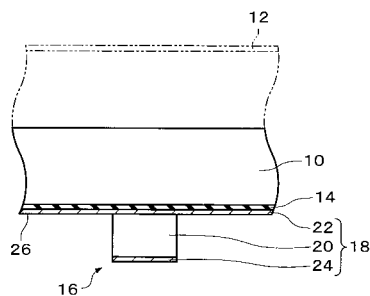
【符号の説明】

10

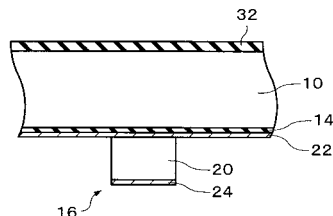
【 0 0 2 7 】

- 1 0 ... 基板 1 2 ... 絶縁膜 1 4 ... 絶縁膜 1 6 ... アクチュエータ部
 1 8 ... 圧電素子 2 0 ... 圧電体層 2 2 ... 第 1 の電極 2 4 ... 第 2 の電極
 2 6 ... 振動板 2 8 ... 封止基板 3 0 ... マスク 3 2 ... 第 1 の耐エッチング膜
 3 4 ... 第 2 の耐エッチング膜 3 8 ... ノズルプレート 4 0 ... 貫通孔
 1 0 0 ... 液体噴射ヘッド

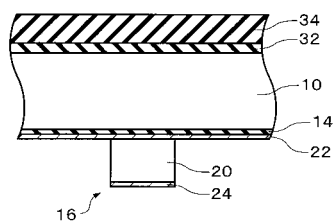
【図 1】



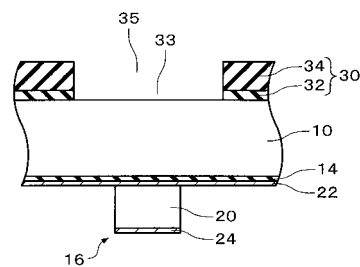
【図 2】



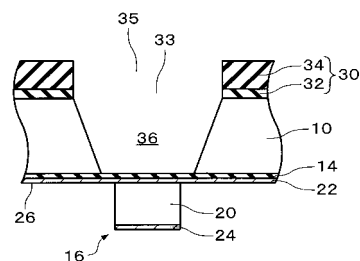
【図 3】



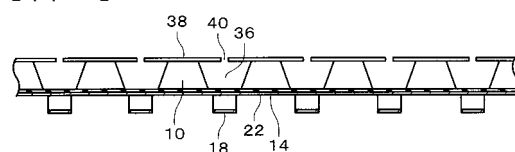
【図 4】



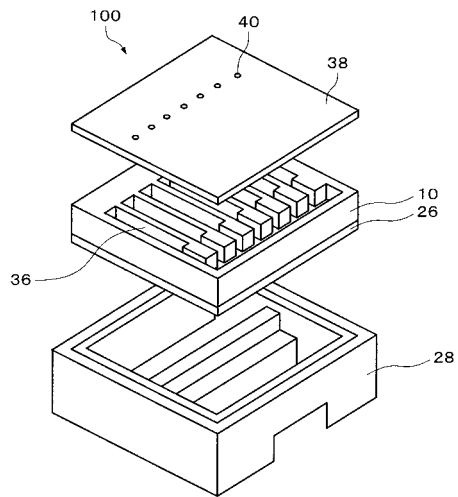
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

