

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4001453号

(P4001453)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-219803 (P2000-219803)
 (22) 出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)
 (65) 公開番号 特開2002-36541 (P2002-36541A)
 (43) 公開日 平成14年2月5日(2002.2.5)
 審査請求日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 230100631
 弁護士 稲元 富保
 (72) 発明者 山中 邦裕
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 橋本 憲一郎
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 木幡 八州太郎
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びその製造方法、画像形成装置、液滴吐出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液滴を吐出するノズルと、前記ノズルが連通する液室と、前記液室の壁面を形成する振動板とからなり、この振動板を変位変形させることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、

前記振動板がP型不純物シリコン層からなり、

前記P型不純物シリコン層のP型不純物濃度は、前記振動板の内部にピークを持ち、前記振動板の厚さ方向において、ピーク部から液室方向及び液室と逆方向に向かってそれぞれ低濃度になり、前記振動板の厚さ方向において、前記振動板の液室と反対側表面部で最小となる、分布を有する

ことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】

請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の液室側表面の前記P型不純物の濃度と液室と反対側表面の前記P型不純物濃度との差が $3 \times 10^{19} \text{ (atom/cm}^3\text{)}$ を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高濃度P型不純物が高濃度ボロンであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と対向する電

極を有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記液滴を吐出させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

10

【請求項 7】

液滴吐出ヘッドを備えて画像を形成する画像形成装置において、前記液滴吐出ヘッドが請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 8】

液滴を吐出する液滴吐出装置において、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを備えていることを特徴とする液滴吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

20

本発明は液滴吐出ヘッド及びその製造方法、画像形成装置、液滴吐出装置に関する

【0002】

【従来の技術】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（加圧液室、圧力室、吐出室、インク流路等とも称される。）と、液室内のインクを加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備えて、圧力発生手段で発生した圧力で液室インクを加圧することによってノズルからインク滴を吐出させる。

【0003】

30

従来のインクジェットヘッドとしては、圧電素子を用いて液室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、液室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、液室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】

上述したピエゾ型あるいは静電型のように振動板を用いるインクジェットヘッドにあっては、振動板の機械的変位特性はインク滴吐出特性に大きく影響し、振動板の薄膜化、高精度化が必要になる。

【0005】

40

そこで、従来のインクジェットヘッドにおいては、特開平 6 - 23986 号公報、特開平 6 - 71882 号公報あるいは特開平 9 - 267479 号公報などに記載されているように、振動板を形成するシリコン基板にボロンを拡散した高濃度ボロン拡散層を形成し、このシリコン基板を異方性エッチングすることにより、高濃度ボロン拡散層でエッチングストップすることから、高濃度ボロン拡散層による振動板を形成するようにしている。

【0006】

このように、シリコン基板に振動板となる高濃度ボロン層を形成する方法としては、板状の拡散源（BN や B_2O_3 ）を用いた固体拡散法、 Br_3 を拡散する気相拡散法又はボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法或いは B_2O_3 を有機溶媒に分散させウエハ上にスピコートする塗布拡散法などが知られている。

50

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところが、上述した固体拡散法、気相拡散法及び塗布拡散法にあっては、シリコン基板の表面（電極表面と対向することになる面）からボロンを拡散するので、振動板を形成したときに振動板の厚さ方向では液室と反対側の表面に高濃度領域（ピーク濃度領域）が発生し易くなる。また、イオン注入法にあっては、振動板の厚さや装置上のスペースに制限があるので、同様に、液室と反対側の表面にピーク濃度領域がしやすい。

【 0 0 0 8 】

ところで、ボロンドープ層は、ボロン濃度が高くなればなる程、引張り応力が強くなるため、上述したようにピーク濃度領域が液室と反対側表面に位置していると、振動板には液室側に凸状に反ろうとする力が作用することとなる。

10

【 0 0 0 9 】

このように、従来のインクジェットヘッドにあっては、振動板に液室側に反らす方向で作用する引張り応力がかかっているため、振動板を電極側に所定量変位させるための駆動電圧が高くなり、また、応力に逆らって変形させることから振動板の耐久性（繰り返し振動特性）が低くなるという課題がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、振動板の耐久性を向上して、信頼性を向上した液滴吐出ヘッド及びその製造方法、同ヘッドを備える画像形成装置、液滴吐出装置を提供することを目的とする。

20

【 0 0 1 1 】

【 課題を解決するための手段 】

上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板がP型不純物シリコン層からなり、P型不純物シリコン層のP型不純物濃度は、振動板の内部にピークを持ち、振動板の厚さ方向において、ピーク部から液室方向及び液室と逆方向に向かってそれぞれ低濃度になり、振動板の厚さ方向において、振動板の液室と反対側表面部で最小となる、分布を有する構成としたものである。本発明に係る画像形成装置、液滴吐出装置は、本発明に係る液滴吐出ヘッドを備えているものである。

【 0 0 1 2 】

ここで、振動板の液室と反対側の表面のP型不純物濃度が 1×10^{20} (atom/cm³)を越えないことが好ましい。

30

【 0 0 1 3 】

さらに、高濃度P型不純物としては高濃度ボロンを用いることができる。また、液滴吐出ヘッドとしては、振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させるものであることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法であって、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化する構成としたものである。ここで、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することが好ましい。

40

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図、図4は同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図である。

【 0 0 1 6 】

このインクジェットヘッドは、第一基板である振動板/液室基板1と、振動板/液室基板1の下側に設けた第二基板である電極基板3と、振動板/液室基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板4とを重ねて接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズ

50

ル 5、各ノズル 5 が連通するインク流路である液室 6、液室 6 に流体抵抗部 7 を介して連通する共通インク室 8 などを形成している。

【 0 0 1 7 】

振動板 / 液室基板 1 には、液室 6 及びこの液室 6 の底部となる壁面を形成する振動板 1 0、各液室 6 を隔てる隔壁 1 1 を形成する凹部、共通インク室 8 を形成する凹部などを形成している。この振動板 / 液室基板 1 は、シリコン基板に振動板となる厚み（深さ）に高濃度不純物であるボロンを拡散し、この高濃度ボロンドープ層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことにより液室 6 となる凹部等を形成するとき所望の厚さの振動板 5 を得たものである。なお、高濃度 P 型不純物としては、ボロンの他、ガリウム、アルミニウム等も用いることができる。

10

【 0 0 1 8 】

なお、振動板 / 液室基板 1 の全面には、インクジェット駆動時に絶縁破壊やショートが起こるのを防止するため熱酸化により $0.1 \mu\text{m}$ の SiO_2 などの絶縁膜を成膜している。

【 0 0 1 9 】

電極基板 3 には、凹部 1 4 を形成して、この凹部 1 4 の底面に振動板 1 0 に所定のギャップ 1 6 を置いて対向する電極 1 5 を形成し、この電極 1 5 と振動板 1 0 によって、振動板 1 5 を変位させて液室 6 の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。この電極基板 3 の電極 1 5 上には振動板 1 0 との接触によって電極 1 5 が破損するのを防止するため、例えば $0.1 \mu\text{m}$ 厚の SiO_2 などの絶縁層 1 7 を成膜している。なお、電極 1 5 を電極基板 3 の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極

20

【 0 0 2 0 】

この電極基板 3 は、ガラス基板、また表面に熱酸化膜 3 a を形成した Si 基板上に、HF 水溶液などでエッチングにより凹部 1 4 を形成し、この凹部 1 4 に窒化チタンなどの高耐熱性を有する電極材料をスパッタ、CVD、蒸着などの成膜技術で所望の厚さに成膜し、その後、フォトリソを形成してエッチングすることにより、凹部 1 4 にのみ電極 1 5 を形成したものである。この電極基板 3 と振動板 / 液室基板 1 とは陽極接合、直接接合などのプロセスで接合している。

【 0 0 2 1 】

ここでは、電極 1 5 は、シリコン基板にエッチングで形成した深さ $0.3 \mu\text{m}$ の凹部 1 4 内に窒化チタンを $0.1 \mu\text{m}$ の厚さにスパッタし形成している。したがって、このヘッドにおいては、電極基板 3 と振動板 / 液室基板 1 とを接合した後のギャップ 1 6 の長さ（振動板 1 0 と電極 1 5 との間隔）は、 $0.2 \mu\text{m}$ となっている。

30

【 0 0 2 2 】

また、ノズル板 4 は、厚さ $50 \mu\text{m}$ のステンレス材（SUS）を用いて、ノズル 5、液体抵抗部 7 及び共通インク液室へ外部からインクを供給するためのインク供給口 1 9 を形成している。

【 0 0 2 3 】

次に本発明に係るインクジェットヘッドの製造工程の第 1 実施形態について図 5 及び図 6 をも参照して説明する。

40

まず、図 5（a）に示すような結晶面方位（110）の厚さ $500 \mu\text{m}$ の Si 基板 2 0 を用いて、この Si 基板 2 0 の表面に固体拡散法によりボロンを拡散することにより、同図（b）に示すように高濃度ボロン拡散層 2 1 a を形成する。

【 0 0 2 4 】

より具体的には、Si 基板 2 0 と固体拡散源（BN や B_2O_3 ）を対向させて 750°C の温度の炉の中にセットする。この炉の中には 0.25% の酸素を混入して窒素を流した状態にしておく。そして、その炉の温度を $7^\circ\text{C}/\text{分}$ のレートで 1150°C の温度まで上昇させ、その状態で 50 分間保持した後、同じく $7^\circ\text{C}/\text{分}$ のレートで 750°C の温度まで下げることにより、同図（b）に示すように、高濃度ボロン拡散層 2 1 が形成される。

【 0 0 2 5 】

50

なお、この他 BBr_3 を用いた気相拡散法、ボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法又は B_2O_3 を有機溶媒に分散させウエハ上にスピンコートする塗布拡散法でも、高濃度ボロン拡散層 21a を形成できる。

【0026】

その後、Si 基板 20 表面に形成された B_2O_3 層をフッ酸により除去することにより高濃度ボロンドープ層が形成される。

【0027】

この段階で得られた高濃度ボロンドープ層 21a (Si 基板 20 表面から厚さ方向に $2\mu\text{m}$ の範囲) は、図 7 に短破線 a で示すように表面 (液室側と反対側の表面) が濃度の最も高くなる濃度分布を有している。

10

【0028】

そこで、次に、Si 基板 20 表面を酸化することにより同図 (c) に示すように酸化膜 22 を形成する。ここでは、酸化条件を、 O_2 ガス 6 sccm 、 H_2 ガス 9 sccm 、 $900 - 60$ 分として約 2000 の厚さの酸化膜 22 を形成した。その後、同図 (d) に示すように Si 基板 20 表面に形成した酸化膜 22 をフッ酸により除去することにより Si 基板表面層が形成した。

【0029】

このとき Si 基板 20 表面から酸化膜 22 によってボロンが吸い出されるので、Si 基板 20 の表面をなす高濃度ボロン拡散層 21 は、図 7 に実線 b で示すように、振動板厚さ方向で内部に高濃度ボロンのピーク濃度を有する濃度分布となる。

20

【0030】

その後、ボロンの拡散により荒れている、Si 基板 20 表面を直接接合できるようにするため、CMP (chemical-mechanical-polishing) によって表面粗さ $R_a = 0.5\text{ nm}$ 以下の表面性を有する高濃度ボロン拡散層 21 を得た。この CMP では Si 基板 20 の最表層を 1000 以下の研磨量で面内均一に研磨できるので、高濃度ボロン拡散層 21 の変化は微量である。この場合、その研磨量を見込んで、ボロンを拡散させる拡散条件と Si 基板 20 表面を酸化させる酸化条件を決定すればよい。

【0031】

次に、上述したようにして得られたシリコン基板 20 を図 6 (a) に示すように別途製作した電極基板 3 上に直接接合する。ここでは、減圧下でプリボンドされたものに温度 900 、1 時間の熱処理を行って接合した。

30

【0032】

そして、同図 (b) に示すように、厚さ $500\mu\text{m}$ の Si 基板 40 の上部表面を研磨して、厚さ $100\mu\text{m}$ にした後、同図 (c) に示すように、接合された電極基板 3 と Si 基板 20 の全面に LP-CVD によりシリコン窒化膜 24 を成膜する。

【0033】

次いで、Si 基板 20 上に形成されたシリコン窒化膜 24 上にレジストをコーティングし、露光、現像を行って液室 6 及び共通インク室 8 などに対応するレジストパターンを形成する。このとき、電極基板 3 の電極 15 と液室 6 のレジストパターンとが一致するように IR 光によりアライメントする。次に、Si 基板 20 上のシリコン窒化膜 24 をドライエッチにより除去し、レジストを除去することにより、同図 (d) に示すように、シリコン窒化膜 24 のパターン 25 を形成する。

40

【0034】

そして、 KOH ($10\text{ wt}\%$) 水溶液に浸し、Si 基板 20 をエッチングすると、このときパターニングした側の開口部からエッチングが進みボロン濃度が $1\text{E}20/\text{cm}^3$ である深さに達した時、エッチングがストップ (エッチレートが極端に下がり) し、同図 (e) に示すように液室 6 となる凹部と高濃度ボロンドープシリコン (高濃度ボロン拡散層 21) からなる振動板 10 が形成される。これにノズル板 4 を接合することにより前述のようなインクジェットヘッドが得られる。

【0035】

50

このインクジェットヘッドにおける振動板 10 は、上述したように振動板 10 の厚さ方向で図 7 に実線 b で示すように振動板内部にピーク濃度を持ち、液室 6 側と液室 6 と反対側である電極 15 側に向かってそれぞれ低濃度になる高濃度ボロンの濃度勾配を有している。

【0036】

したがって、振動板 10 に作用する高濃度ボロンによる引っ張り応力は振動板 10 の内部が最も強くなるので、振動板 10 を液室 6 側に凸状に反らせようとする力が緩和され、振動板 10 を電極 15 側に変形変位させるために必要な駆動電圧が低くなって低電圧駆動が可能になり、しかも耐久性(繰り返し振動特性)も向上する。

【0037】

そこで、振動板 10 の電極 15 側表面の高濃度ボロンの濃度(単位は atom/cm^3)と耐久性についての評価試験を行った。

実施例 1: KOH 水溶液を用いた異方性エッチングにより、前述した製造方法を用いて、図 8 に実線 b で示すように電極側表面濃度が 1.00×10^{20} の振動板を製作した。なお、同図は、図 9 に示すように振動板 10 の電極 15 側表面を「 $0 \mu\text{m}$ 」として振動板厚さ方向に向かう濃度のプロファイルを示している(前述した図 7 も同様である。)。

【0038】

実施例 2: 実施例 1 と同様にして、図 8 に一点鎖線 c で示すように電極側表面濃度が 1×10^{18} の振動板を製作した。

実施例 3: 実施例 1 と同様にして、同図に二点鎖線 d で示すように電極側表面濃度が 1.00×10^{19} の振動板を製作した。

【0039】

比較例 1: KOH 水溶液を用いた異方性エッチングにより、従来と同様にして同図に短破線 a で示すように電極側表面にピーク濃度がある振動板を製作した。

【0040】

そして、これらの実施例 1 ~ 3 及び比較例 1 の各振動板を有するインクジェットヘッドを駆動周波数 10 kHz で駆動して、特性劣化を生じる駆動回数を測定することで、耐久性(繰り返し振動特性)を評価した。この結果を図 10 に示している。

【0041】

同図から分かるように、比較例 1 では 1.0×10^9 回以下で特性劣化を生じたのに対し、実施例 1 のものでは 1.0×10^9 回以上 5.0×10^9 回まで、実施例 2 のものでは 1.0×10^{10} 回以上、実施例 3 のものでは 5.0×10^9 回以上 1.0×10^{10} 回までの駆動回数でも特性劣化を生じなかった。

【0042】

したがって、電極 15 側表面の高濃度ボロンの濃度が 1×10^{20} を越えない濃度にするこ
とで、振動板 10 の応力をより緩和することができて、低電圧駆動化、耐久性の向上を図
れる。より好ましくは、電極 15 側表面の高濃度ボロン濃度の 8×10^{19} を越えない濃度
にすることで、一層耐久性の向上を図ることができる。

【0043】

次に、振動板 10 の液室 6 側表面の高濃度ボロンの濃度と電極 15 側表面の高濃度ボロンの濃度と関係についての評価試験を行った。

実施例 4: EDP (エチレンジアミンピロカテコール) 水溶液を用いた異方性エッチングにより、前述した製造方法を用いて、図 11 に実線 b で示すように液室側表面濃度が電極側表面濃度に対して 1×10^{20} 以上高い振動板を製作した。

【0044】

実施例 5: 実施例 4 と同様にして、同図に長破線 c で示すように液室側表面濃度が電極側表面濃度に対して略 3×10^{19} 高い振動板を製作した。

実施例 6: 実施例 4 と同様にして、同図に一点鎖線 d で示すように液室側表面濃度と電極側表面濃度が略同じ振動板を製作した。

【0045】

10

20

30

40

50

実施例 7：実施例 4 と同様にして、同図に二点鎖線 e で示すように液室側表面濃度に対して電極側表面濃度が略 3 E 1 9 低い振動板を製作した。

実施例 8：実施例 4 と同様にして、同図に長一点鎖線 f で示すように液室側表面濃度に対して電極側表面濃度が略 1 E 2 0 低い振動板を製作した。

【 0 0 4 6 】

比較例 2：E D P（エチレンジアミンピロカテコール）水溶液を用いた異方性エッチングにより、従来と同様にして同図に短破線 a で示すように電極側表面にピーク濃度がある振動板を製作した。

【 0 0 4 7 】

そして、これらの実施例 4 ～ 8 及び比較例 2 の各振動板を有するインクジェットヘッドを駆動周波数 1 0 k H z で駆動して、特性劣化を生じる駆動回数を測定することで、耐久性（繰り返し振動特性）を評価した。この結果を図 1 2 に示している。

【 0 0 4 8 】

同図から分かるように、比較例 2 では 1.0×10^9 回以下で特性劣化を生じたのに対し、実施例 4 のものでは 1.0×10^9 回以上 5.0×10^9 回まで、実施例 5 ～ 7 のものでは 1.0×10^{10} 回以上、実施例 8 のものでは 5.0×10^9 以上 1.0×10^{10} 回までの駆動回数でも特性劣化を生じなかった。

【 0 0 4 9 】

したがって、振動板 1 0 の液室 6 側表面の高濃度ボロンの濃度と電極 1 5 側表面の高濃度ボロンの濃度との差が 1×10^{20} を越えないようにすることで耐久性が向上し、更に、その濃度の差を 3×10^{19} を越えないようにすることで更に耐久性が向上する。

【 0 0 5 0 】

次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第 2 実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程について図 1 3 をも参照して説明する。

この実施形態においては、同図（a）、（b）に示すように前述した図 5（a）、（b）で説明したと同様な工程でシリコン基板 2 0 の表面に高濃度ボロン拡散層 2 1 a を形成した後、図 1 3（c）に示すように C M P によって高濃度ボロン拡散層 2 1 a の表面を研磨する。

【 0 0 5 1 】

その後、S i 基板 2 0 表面を酸化することにより同図（d）に示すようにシリコン基板 2 0 表面に高濃度ボロン拡散層 2 1 表面を含めて酸化膜 2 5 を形成する。その後は、図 6 で説明したと同様の工程を経てインクジェットヘッドを製作できる。

【 0 0 5 2 】

すなわち、シリコン基板 2 0 に高濃度ボロンを拡散することにより B_2O_3 層が形成され、その B_2O_3 層の下にボロンとシリコンの化合物層が形成される。そのため、図 5（c）に示すようにこの化合物層を酸化して得られる酸化膜 2 2 の表面性は粗く、振動板 / 液室基板 1 との直接接合が困難であり、また、この酸化膜 2 2 は B_2O_3 を含むために、絶縁耐圧が低く絶縁膜としては使用できないので、前述したように、酸化膜 2 2 を除去した後直接接合が可能ないように研磨を行っている。

【 0 0 5 3 】

これに対して、この実施形態では、先ず、C M P による研磨を行ってボロンとシリコンの化合物層を除去するので、直接接合が可能な表面性を持つシリコン面（高濃度ボロン拡散層 2 1 表面）を得ることができる。そして、このシリコン表面を酸化して得られる酸化膜 2 6 の表面性は表面粗さ $R a = 0.5 \text{ nm}$ 以下であるので、酸化膜 2 6 を残したまま電極基板と直接接合することができるようになる。しかも、この酸化膜 2 6 は B_2O_3 の含有量が少なく、絶縁耐圧が高く、かつ電極上に電荷が残留することを抑制するので、耐久性の向上とともに安定した駆動を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

なお、上記各実施形態においては本発明を静電型インクジェットヘッドに適用した例で説明したが、 piezo 型インクジェットヘッドにも同様に適用することができ、またインク

10

20

30

40

50

滴を吐出するインクジェットヘッド以外にも、例えば液体レジストを吐出するための液滴吐出ヘッドなどにも同様に適用することができる。また、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、前述したようにプリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置に備えることができ、これらの画像形成装置で液体を吐出するための液滴吐出装置として備えることもできる。

【 0 0 5 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板がP型不純物シリコン層からなり、P型不純物シリコン層のP型不純物濃度は、振動板の内部にピークを持ち、振動板の厚さ方向において、ピーク部から液室方向及び液室と逆方向に向かってそれぞれ低濃度になり、振動板の厚さ方向において、振動板の液室と反対側表面部で最小となる、分布を有する構成としたので、振動板の応力を緩和でき、低電圧駆動化及び耐久性（繰り返し振動特性）の向上を図ることができる。そして、本発明に係る画像形成装置、液滴吐出装置によれば、本発明に係る液滴吐出ヘッドを備えているので、低電圧駆動、耐久性の向上を図れる。

【 0 0 5 7 】

また、振動板の液室と反対側の表面のP型不純物濃度が $1 * 10^{20}$ (a t o m / c m ³) を越えないようにすることで、一層確実に振動板の応力を抑制でき、一層低電圧駆動化耐久性の向上を図れる。

【 0 0 5 9 】

このヘッドを振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させる構成にすることで、信頼性の高い、優れた静電型液滴吐出ヘッドを得ることができる。

【 0 0 6 0 】

本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法によれば、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化するので、容易に本発明に係る液滴吐出ヘッドを得ることができる。この場合、また、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することで、信頼性の向上及び残留電荷の低減による安定駆動が可能な液滴吐出ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図 2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図 3】同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図

【図 4】同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図 5】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第 1 実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程を説明する説明図

【図 6】同第 1 実施形態におけるヘッドの製作工程を説明する説明図

【図 7】図 5 (b) 及び (e) の段階における高濃度ボロン拡散層の濃度分布図

【図 8】振動板の電極側表面の高濃度ボロンの濃度と耐久性の評価試験の説明に供する濃度分布図

【図 9】濃度分布図の説明に供する説明図

【図 10】図 8 の各濃度分布を有する振動板の耐久性評価試験結果を説明する説明図

【図 11】振動板の液室側表面の濃度と電極側表面の濃度との差と耐久性の評価試験の説明に供する濃度分布図

【図 12】図 11 の各濃度分布を有する振動板の耐久性評価試験結果を説明する説明図

【図 13】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第 2 実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程を説明する説明図

【符号の説明】

1 ... 振動板 / 液室基板、 3 ... 電極基板、 4 ... ノズル板、 5 ... ノズル、 6 ... 液室、 10 ... 振動板、 15 ... 電極、 20 ... Si 基板、 21 ... 高濃度ボロン拡散層、 22、 26 ... 酸化膜、

10

20

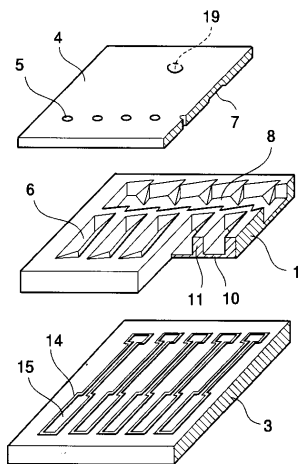
30

40

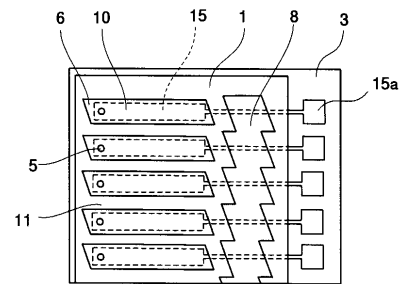
50

2 3 ...シリコン窒化膜。

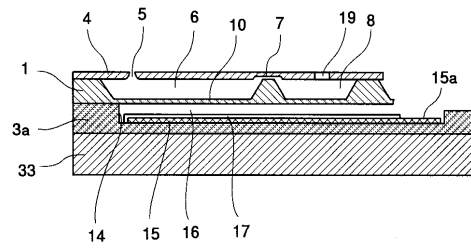
【図 1】



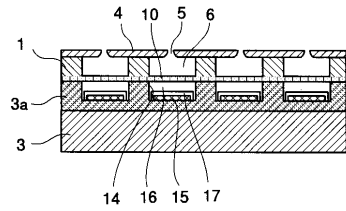
【図 2】



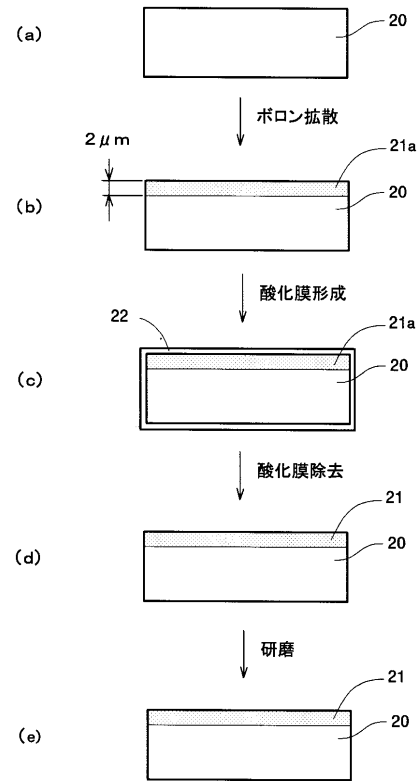
【図 3】



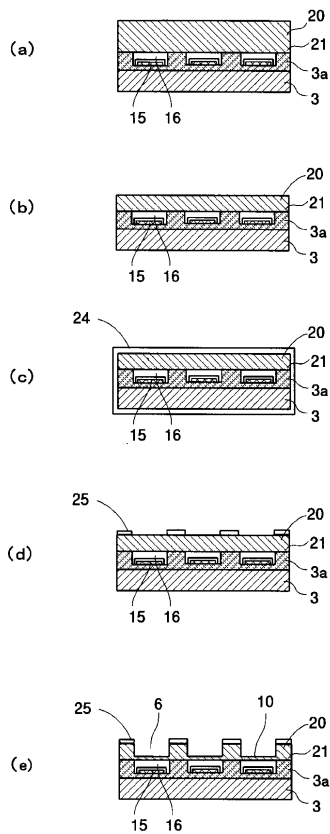
【図 4】



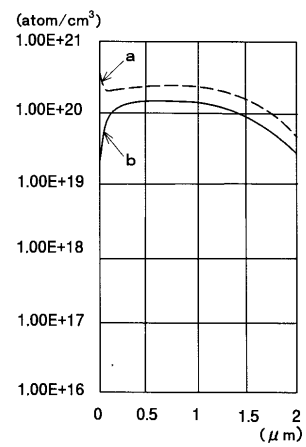
【図 5】



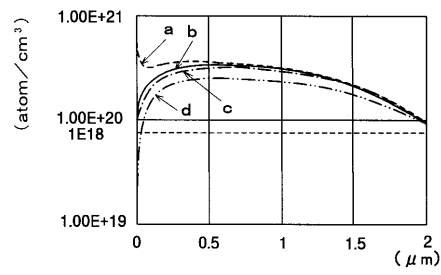
【図 6】



【図 7】



【図 8】

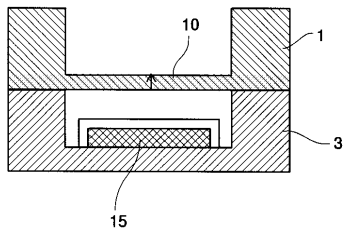


【図 10】

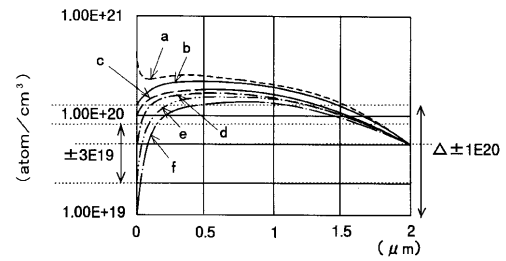
No.	耐久性
実施例1	△
実施例2	◎
実施例3	○
比較例1	×

*10kHz駆動
 ◎: 1.0*10¹⁰ 回以上
 ○: 5.0*10⁹ 回以上
 △: 1.0*10⁹ 回以上
 ×: 1.0*10⁹ 回以下

【図 9】



【図 11】

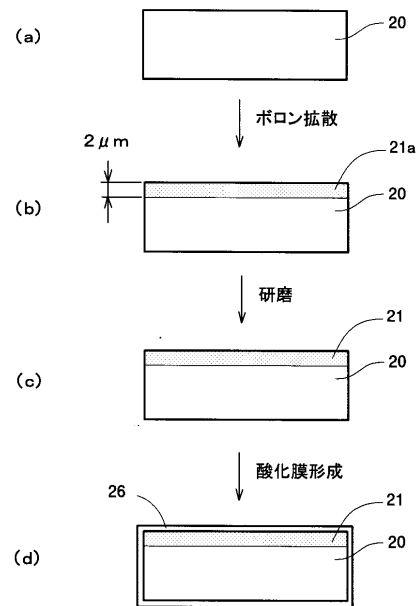


【図 12】

No.	耐久性
実施例4	△
実施例5	◎
実施例6	◎
実施例7	◎
実施例8	○
比較例2	×

*10kHz駆動
 ◎: 1.0*10¹⁰ 回以上
 ○: 5.0*10⁹ 回以上
 △: 1.0*10⁹ 回以上
 ×: 1.0*10⁹ 回以下

【図 13】



フロントページの続き

審査官 桐畑 幸 廣

(56)参考文献 特開平08-072240(JP,A)
特開平10-106966(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16